เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

โดย

นายคงเดช มณีจักร 38013314

วัน เดือน ปี 14 ธค 2541

เลขทะเบียน 038905

เลขเรียกหนังสือ T 4015 ค 112 ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

038905

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC WATER FEEDER

By

Mr. Kongdet Maneejak 38013314

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Bachelor's Degree

Department of Industial Technology

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

จัดทำโดย นาย คงเดช มณีจักร 38013314

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. นิกร สุขุตมตันติ
อ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2540

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทารลาดกระบัง อนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ
โดย	นาย คงเดช มณีจักร 38013314
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. นิกร สุขุตมตันติ อ. ไพศาล สิทธิโยภาสกุล
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการเกษตรที่ตอบสนองความต้องการน้ำของพืชตามค่าความชื้นของดินอย่างอัตโนมัติซึ่งส่วนประกอบของโครงงานได้นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้ในการประมวลข้อมูลที่รับเข้ามาในลักษณะสัญญาณต่อเนื่องและผลที่ได้จากการประมวลผลก็จะนำไปควบคุมระบบการกักเก็บน้ำและใช้น้ำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดจึงมีความยุ่งยากในการทำโครงงานนี้อยู่ที่ความต้องการค่าที่ละเอียดในการวัดเพื่อให้เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้คิดไว้จึงทำให้เสียเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัดในส่วนนี้มาก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ก็สามารถแก้ไขได้ด้วยความช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาทำให้ได้ความละเอียดที่ดีแต่ถึงอย่างไรก็ตามโครงงานนี้ก็ไม่สามารถที่จะทำงานให้เป็นที่น่าพอใจได้เนื่องจากว่าค่าความต้านทานของดินนั้นมีช่วงของการเปลี่ยนแปลงค่าที่กว้างมากและมีตัวแปรที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายตัวแปรเช่น ชนิดของดิน, ความลึกของดินและน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report Title	AUTOMATIC WATER FEEDER
Name	Mr. Kongdet Maneejak 38013314
Project Report Advisor	Assist.Prof. Nikorn Sukhutomtunti
	Mr. Phaisan Sittiyopasakun
Department of	Industial Technology
Academic Year	1997

Abstract

The automatic water feeder has useful asd comfortable in agriculture. Water feeding dependent the moisturize of ground automatically. Microprocessor is the most important assembler,it recieved analog data to processing and the result used for control the water supply unit. In this project the great problem is the accurately value in measuring input signal to accord the theory but this problem can be solve by advisor untill to get the complete set of the automatic water feeder. however it is not accept, cause the resistance of ground has wide band varied and does vary, such as ground type, ground deep and water etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ สำเร็จด้วยดีเนื่องจากผู้จัดทำโครงงาน ได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ที่ปรึกษาโครงงานรวมทั้งผู้รู้ต่าง ๆ ดังรายนามต่อไปนี้

1. รศ. นิกร สุขุตมตันติ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้รับความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน พร้อมทั้งให้คำแนะนำให้คำปรึกษาตลอดจนข้อมูลและเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ
2. อาจารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์มนชนก ศรีเสือขาม ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำด้านโปรแกรม
4. คุณอัมฤทธิ์ เจริญพร ที่ได้ให้คำปรึกษาในส่วนของการออกแบบรูปร่างของโครงงานนี้
5. คุณไพฑูรย์ กฤตสัมพันธ์ ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ ตลอดจนการขนส่งเคลื่อนย้ายเครื่องมือในการทดสอบโครงงาน รวมถึงบางท่านที่มิได้กล่าวนามมาจึงขอแสดงกิตติกรรมประกาศมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
บทนำ	
โครงสร้างของ Hardware	1
หน้าที่ของ Block Diagram	2
โครงสร้างของ Software	7
บทที่ 1	
Phase-Locked Loop	8
การคำนวณอุปกรณ์	13
บทที่ 2	
การทำงานของวงจร Analog Card	17
การทำงานของวงจร Output Card	18
การทำงานของ Mimic Card	23
ประสิทธิภาพและการใช้งาน	24
การแสดงผลขณะ RUN	30
บทที่ 3	
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก.	
วงจรและลายวงจรของ Card ต่างๆ	41
วงจรภายใน IC ของ Mimic Card	50
วงจรภายใน IC ของ Output Card	58
ภาคผนวก ข.	
คู่มือ Z84C11-plus	76
คู่มือ LCD Module	86
คู่มือ RTC	99

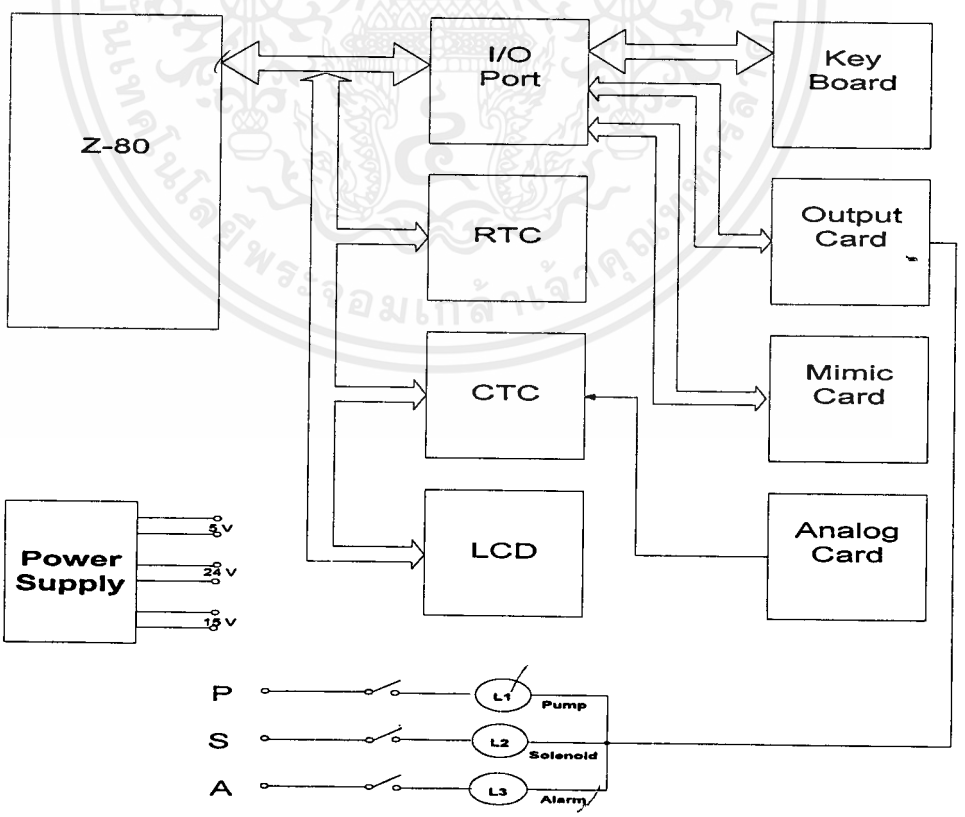
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันนี้มนุษย์มีความต้องการปัจจัยในการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้นแต่สิ่งนี้มีอยู่อย่างจำกัดจึงทำให้เกิดการแข่งขันกันอย่างสูงเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งเหล่านั้นจึงยิ่งเกิดช่องว่างของสังคมระหว่างคนรวยกับคนจนเพิ่มมากขึ้นและบุคคลที่น่าเป็นห่วงก็คือเกษตรกรซึ่งมีความยากจนอยู่แล้วก็จะลำบากในการดำรงชีวิตขึ้นไปอีกแต่ถ้าเกษตรกรมีเครื่องมือที่ดีและราคาประหยัดในการช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรแล้วความเป็นอยู่ของเกษตรกรคงจะดีขึ้นพอที่จะดำรงชีวิตต่อไปในสังคมได้ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้ข้าพเจ้าทำโครงงานเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติขึ้นมาโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมการให้น้ำแก่พืชไร่ต่างๆตามค่าความต้านในดินที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อรักษาความชื้นของดินให้เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรได้ ส่วนประกอบของโครงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1 HARDWARE ซึ่งเป็นตัวปฏิบัติการตามคำสั่งของ SOFTWARE ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

1.1 โครงสร้างรวมของเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ



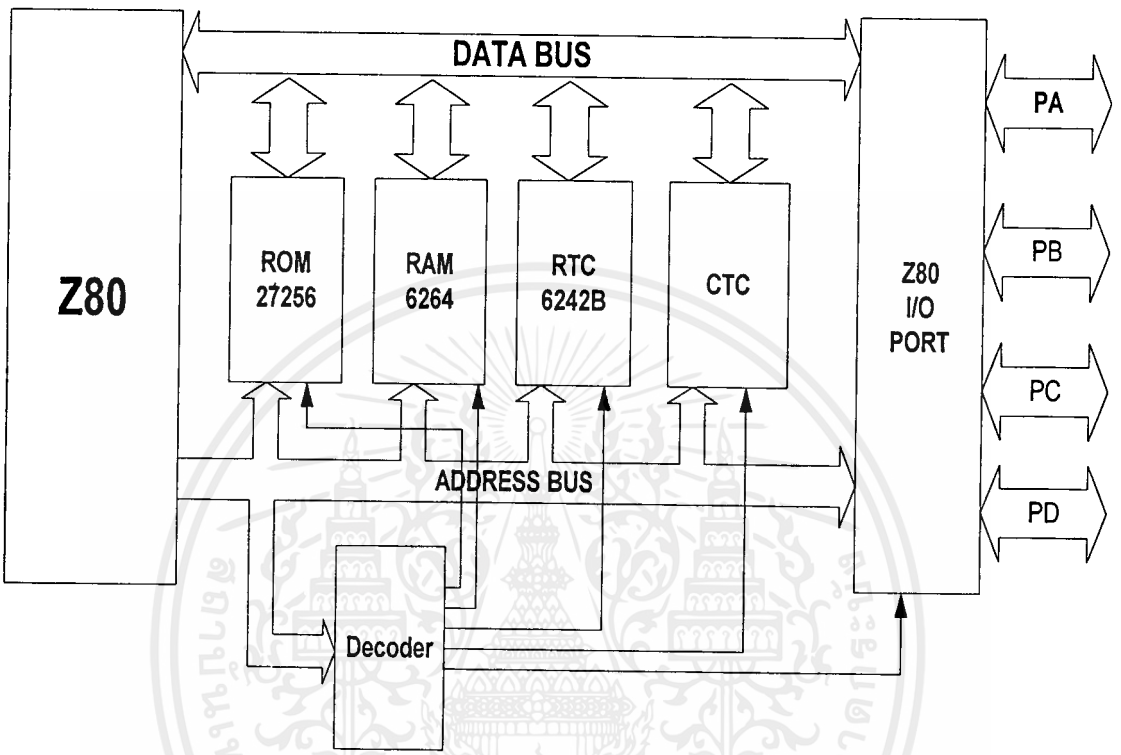
Hardware Structure

รูปที่ 1) แสดงโครงสร้างรวมของเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 หน้าที่และการทำงานของแต่ละ Block diagram

1.2.1 Z84C11 - PLUS



รูปที่ 2) แสดง Block diagram ของ Z84C11-PLUS

Z84C11 - PLUS เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ (Micro controller) ขนาด 8 bit ชนิดหนึ่งที่ใช้ Z-80CPU ในการปฏิบัติงานตามโปรแกรมที่อยู่ใน ROM (27C256) ขนาด 32 กิโลไบท์ (32 Kbyte) โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

RAM (6464)

Z-80 CTC

Z-80 I/O PORT

RTC (MSM6242B)

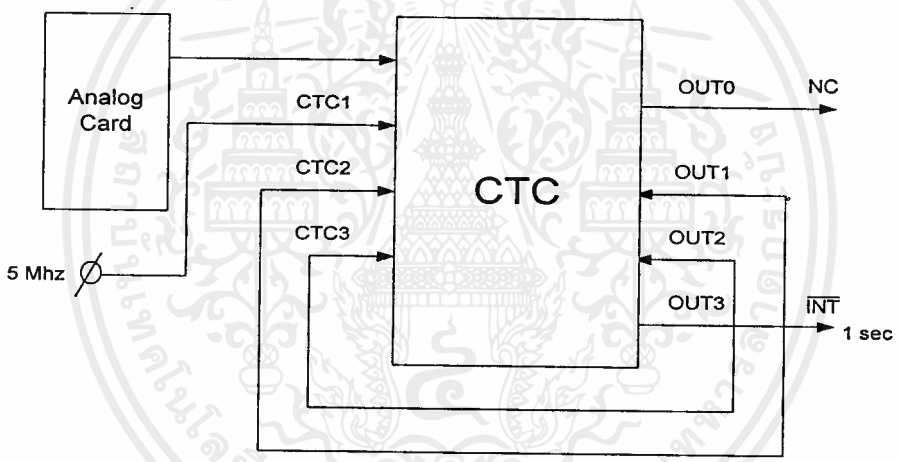
CLCD I/O PORT

ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพในการทำงานดียิ่งขึ้น สำหรับโครงงานเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัตินี้ ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ทำหน้าที่ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O PORT ทำหน้าที่ในการตรวจสอบสัญญาณป้อนกลับ (feedback signal) เพื่อให้ CPU ได้รู้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะนั้นว่าเป็นเช่นไร แล้ว CPU จึงจะทำการควบคุมให้เกิดผลลัพธ์ตามที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรม และขณะที่ CPU ส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆนั้นก็จะทำการตรวจสอบ (check) ผลลัพธ์นั้นๆว่าสำเร็จหรือไม่ ถ้าไม่สำเร็จก็จะแสดงผลออกที่จอ LCD (Liquid Crystal Display) และทำการส่งสัญญาณเสียงเตือนออกมาทาง Buzzer และนอกจากนี้ยังใช้ในการอ่านรหัส (code) ของคีย์บอร์ด (Keyboard) เพื่อให้สามารถรับข้อมูล (data) จากผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง

Z-80 CTC (Programmable Counter & Timer) ทำหน้าที่ในการอ่านสัญญาณความถี่ (frequency) ที่ถูกส่งมาจาก Analog card เพื่อให้ CPU สามารถรับรู้ค่าของความถี่ต่างๆที่เข้ามาได้อย่างแม่นยำ เมื่อ CPU ทำงานร่วมกับโปรแกรมที่อยู่ใน ROM อย่างถูกต้องโดยมีรูปแบบของการต่อใช้งานดังรูป



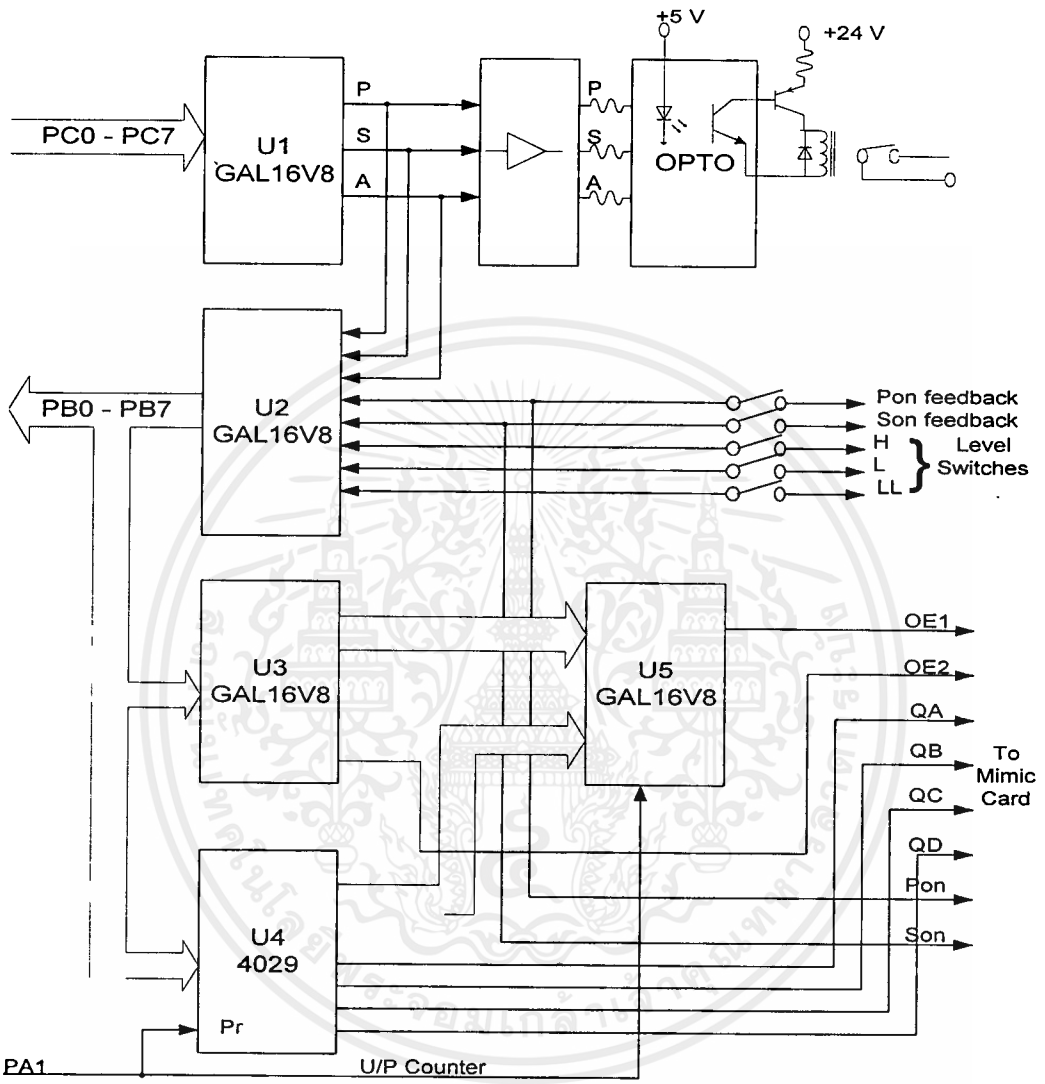
รูปที่ 3) แสดงการต่อ CTC ใช้งาน

RTC (Real Time Clock) ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกาเพื่อบ่งบอกเวลาที่ถูกต้อง

LCD (Liquid Crystal Display) ทำหน้าที่เป็นสื่อในการติดต่อทางสายตากับมนุษย์เพื่อให้มนุษย์เข้าใจความหมายได้

1.2.2 Output card ทำหน้าที่ในการควบคุม (control) อุปกรณ์รีเลย์ (Relay) เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ต้องใช้กาลังไฟฟ้าสูงๆ (high power) ในการทำงาน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยควบคุมด้วยกำลังไฟฟ้าต่ำๆ (low power) นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการนำเอาผลลัพธ์ของงานนั้นๆส่งให้ CPU ได้รับรู้ว่างานที่สั่งให้ทำนั้นสำเร็จผล (success) หรือล้มเหลว (fail) ซึ่งจะทำให้ CPU ได้รู้เหตุการณ์ต่างๆได้ตลอดเวลา

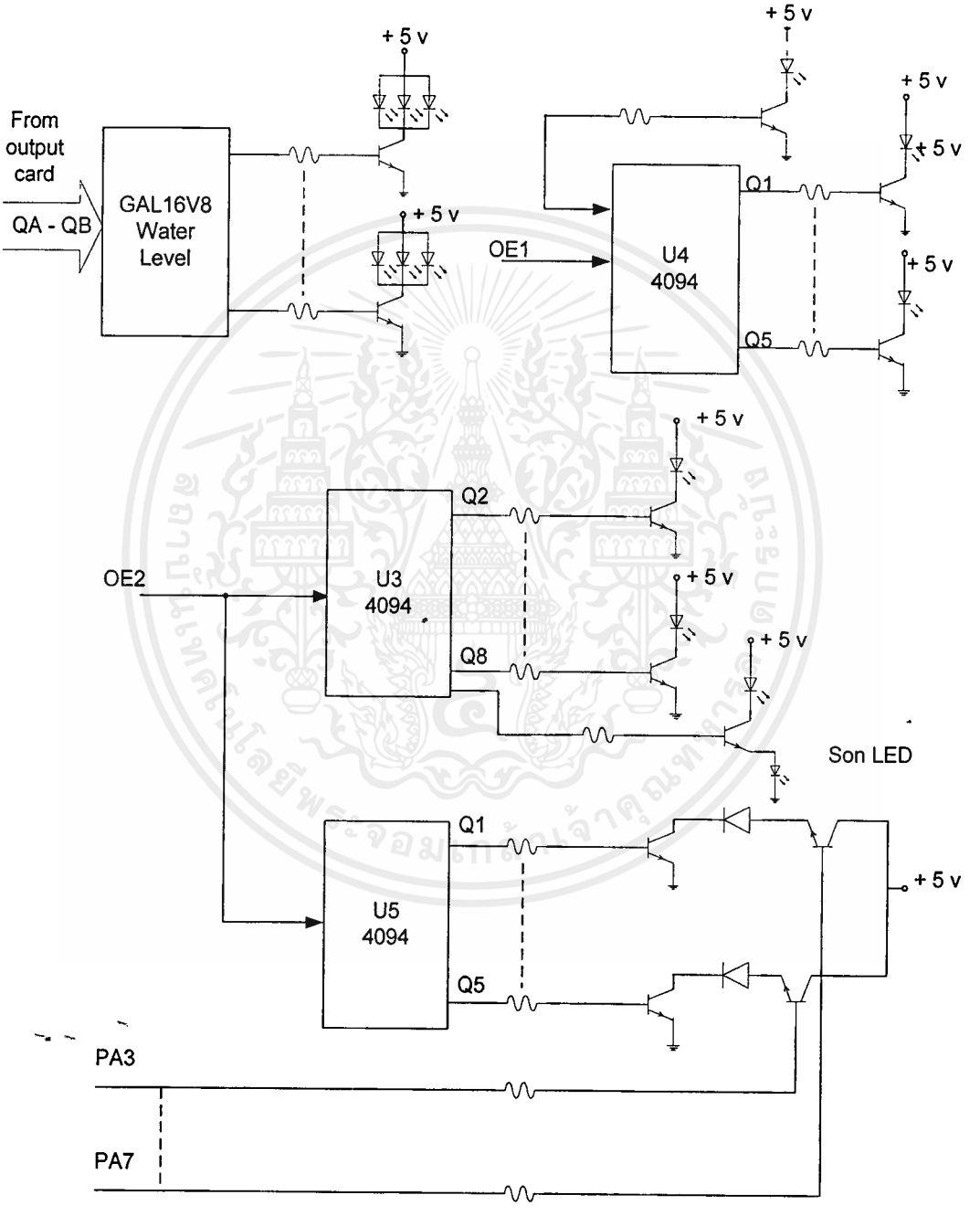
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4) แสดง Block diagram ของ Output card

1.2.3 Mimic card ทำหน้าที่ในการบ่งบอกเหตุการณ์ขณะนั้นๆว่า CPU กำลังทำงานอะไรอยู่บ้างโดยให้ LED (Light Emitting Diode) ทำการเปล่งแสงออกมาเพื่อให้มองเห็นได้เมื่ออยู่ในระยะทางที่ไกลออกไปจากตัวเครื่อง

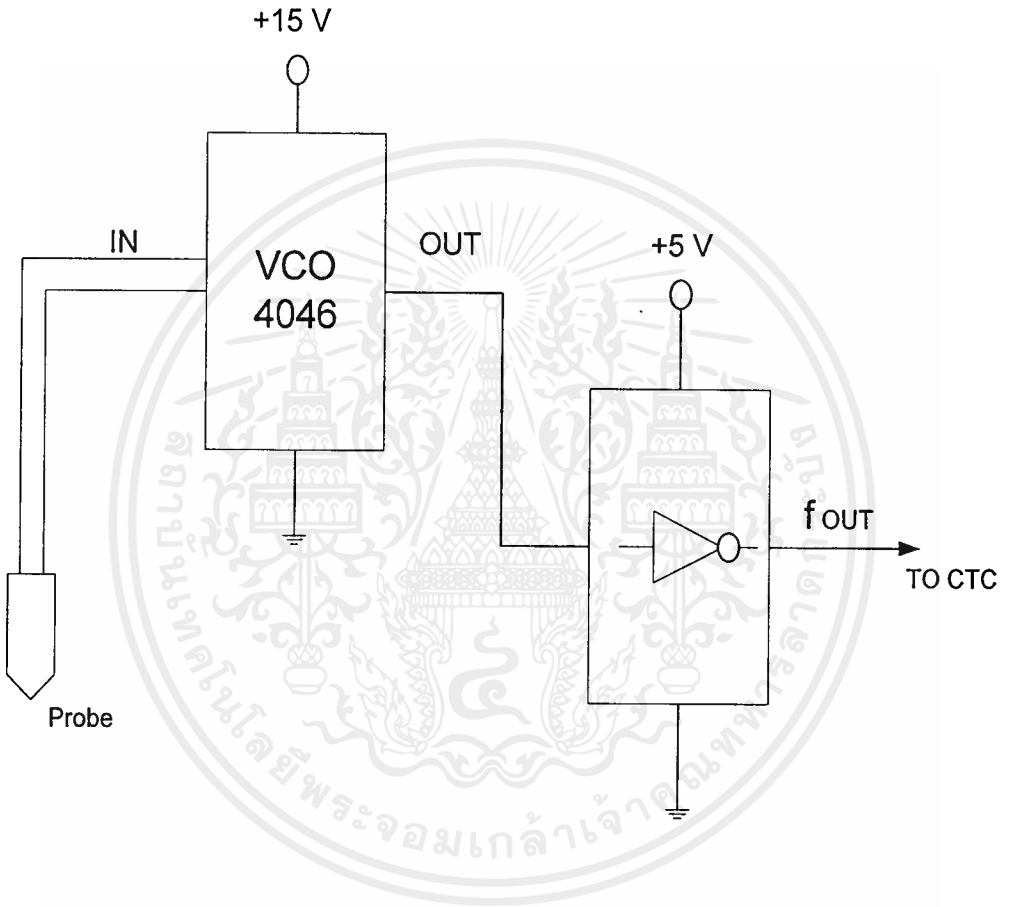
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5) แสดง Block diagram ของ Mimic card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 Analog card ทำหน้าที่ในการผลิตความถี่ออกมาตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน (Resistance) ถ้าความต้านทานน้อยลงความถี่จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความต้านทานมากขึ้นค่าความถี่จะลดลง นอกจากนี้แล้วยังมีหน้าที่ในการปรับขนาดความแรงของระดับสัญญาณ (voltage) ลง เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถในการรองรับของ CPU ได้



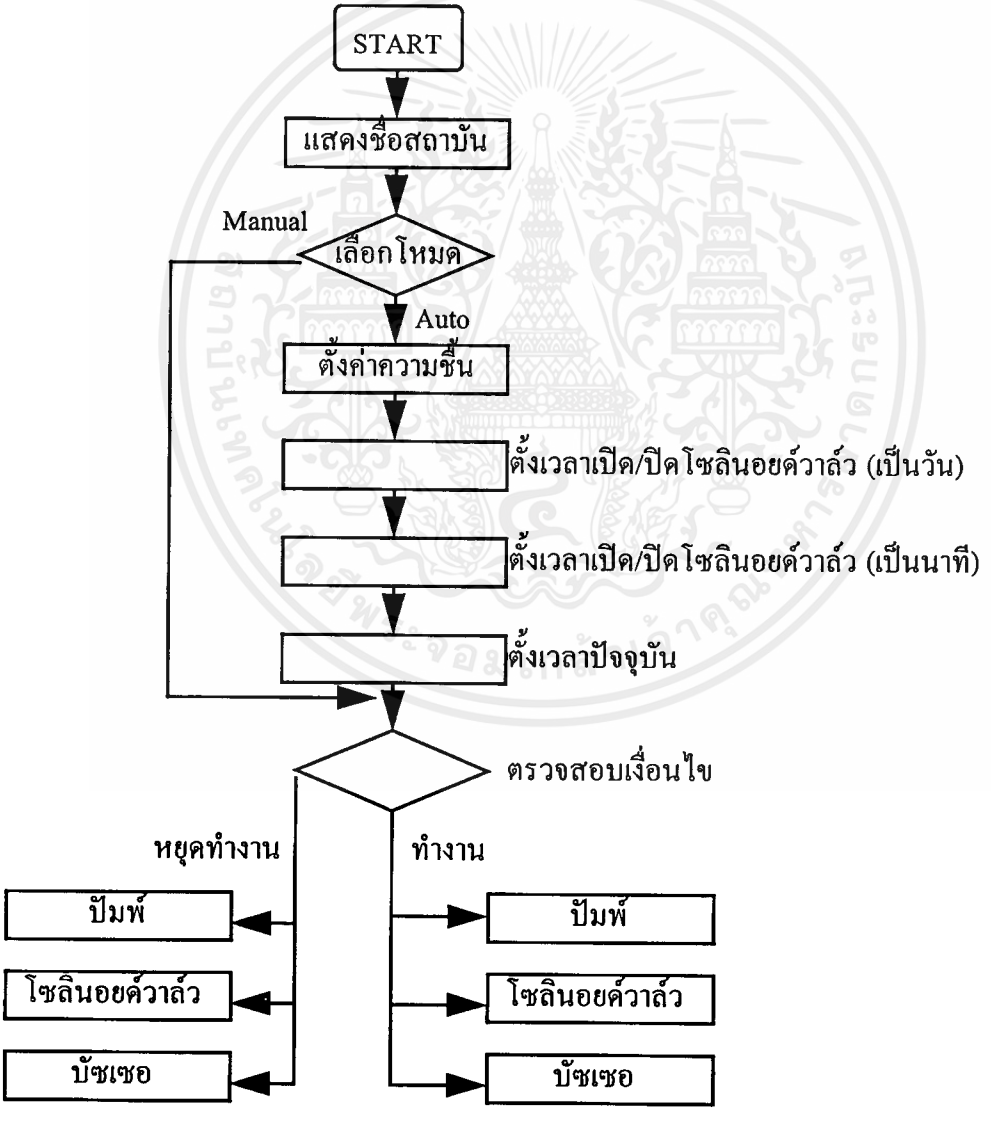
รูปที่ 6) แสดง Block diagram ของ Analog card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์ (Software)

ซอฟ์ทแวร์เป็นโปรแกรมควบคุมระบบงานทั้งหมดของเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ ให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องดังนี้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

- เป็นนาฬิกาบอกเวลา
- เปิด/ปิดโซลินอยด์วาล์วตามค่าความชื้นหรือตามเวลาได้
- ควบคุมระดับของน้ำในถังกักเก็บ
- ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ หรือ ด้วยมือ (AUTO OR MANUAL)



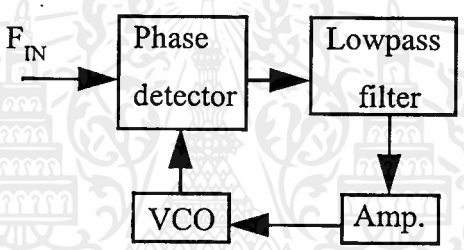
รูปที่ 7) แสดงแผนผังการทำงานของซอฟท์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

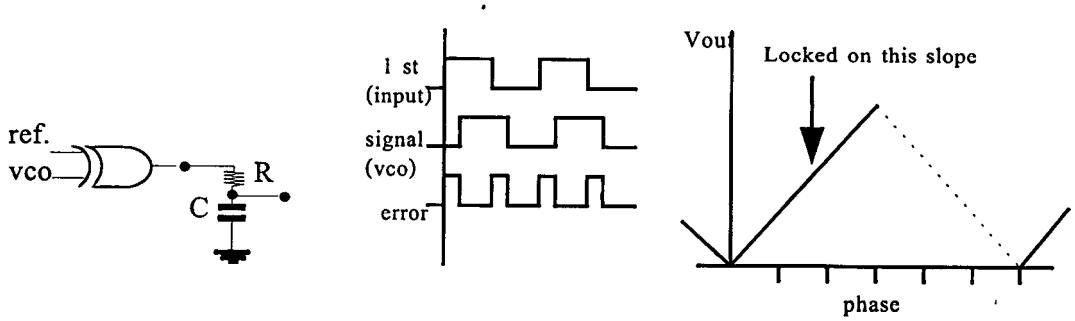
1 ทฤษฎีของ Phase-Locked Loop (PLL)

PLL มีองค์ประกอบพื้นฐานคือ Phase detector (PD) Voltage - controlled oscillator (VCO) และ Low pass filter (LPF) ที่ฟอร์ม (Form) กันเป็น Closed loop ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1 การทำงานของ PLL อาจจะเริ่มที่ PD ซึ่งเป็นส่วนทำการเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณขาเข้า f_{in} (ซึ่งเราถือว่าเป็นความถี่อ้างอิง f_{ref}) กับความถี่ของสัญญาณ VCO f_{vco} ซึ่งจะได้ output อยู่ในรูปของค่าความแตกต่างทางเฟส ซึ่งจะถูกกรอง (และขยายสัญญาณ) เป็นสัญญาณ DC เพื่อนำไปทำการควบคุมการผลิตความถี่ของ VCO จนกระทั่ง VCO ทำการ Lock กับสัญญาณขาเข้านั่นคือ f_{vco} เท่ากับ f_{in} ด้วยค่าความแตกต่างทางเฟสคงที่ค่าหนึ่ง



รูปที่ 1.1) แสดงการทำงานของเฟสล็อคลูป

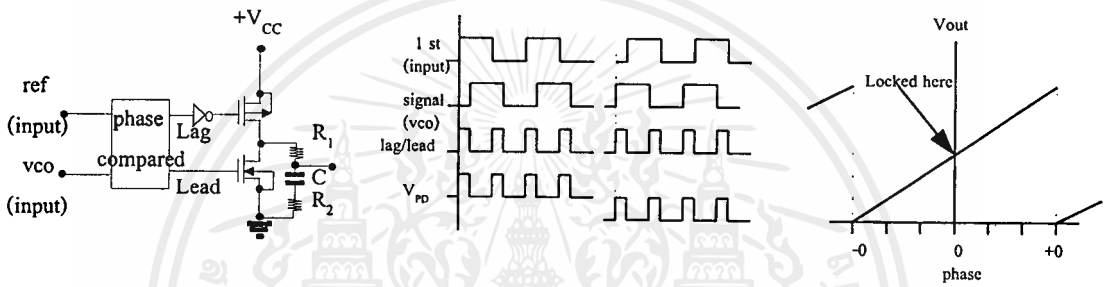
Phase detector (PD) จะมีใช้กันสองแบบคือแบบ I และแบบ II [1] PD แบบ I จะถูกออกแบบมาเพื่อทำการตรวจจับคลื่นสี่เหลี่ยม (square wave) ต่างๆทั้งทาง analog หรือทาง digital ในขณะที่ PD แบบ II ใช้เพื่อทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสถานะหรือขอบของสัญญาณ ตัวอย่างของ IC แบบ PD แบบ I คือ 565 และ PD แบบ II คือ TTL 4044 ส่วน CMOS4046 จะมี PD ทั้งสองแบบอยู่ในตัว วงจร PD แบบ I แบบง่ายๆก็คือ exclusive OR gate กับ LPF ดังแสดงไว้ในรูปที่สอง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างทางเฟสกับ output ของ PD ที่มีสัญญาณขาเข้ามี duty cycle 50% ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.2 (ทางขวามือของรูป) ซึ่งจะเห็นได้ว่า PD แบบ I นี้มีความพันธ์ที่เป็นเชิงเส้นสำหรับเฟส input อยู่ในช่วงหนึ่ง (0 - π)



รูปที่ 1.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน PD แบบ II จะทำการตรวจจับขอบของสัญญาณที่เข้ามาตัวมันดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.3 วงจร PD ชนิดนี้จะผลิต Pulse บวกหรือ ลบ ขึ้นอยู่กับการ lead หรือ lag ของสัญญาณ VCO เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงความกว้างของ Pulse เหล่านี้จะเท่ากับช่วงเวลาระหว่างขอบของสัญญาณ input ทั้งสองของ PD และจะเป็นตัวกำหนดขนาดของ voltage ที่ป้อนให้ VCO ข้อดีของ PD ชนิดนี้คือการมี output ไม่ขึ้นกับ duty cycle ของ input signal และการไม่มี ripple ที่ output เหมือนในกรณีของ PD แบบ I เมื่อเฟสของสัญญาณ input ทั้งสองทำการ lock กันแล้ว phase detector ทั้งสองแบบได้เปรียบเทียบคุณสมบัติอยู่ที่ตารางที่ 1.1



(รูปที่ 1.3)

ตารางที่ 1.1) คุณสมบัติของ Phase detector แบบ I และแบบ II

Input duty cycle	50%	_
Lock กับ hamonic	Lock	no lock
Noise rejection	ดี	ไม่ดี
Residual ripple ที่ 2 f_{in}	มาก	น้อย
Lock range	ตลอดย่าน VCO range	ตลอดย่าน VCO range
Capture range	< Lock range	= Lock range
ความถี่ที่ไม่มีการ lock	f_{center}.	f_{min}.

Voltage-controlled oscillator (VCO) เป็นส่วนที่จำเป็นสำหรับ PLL คือเป็น oscilltor ซึ่งผลิตความถี่ที่สามารถควบคุมได้จาก output ของ Phase detector หรือในทางทฤษฎีแล้ว VCO ก็คือวงจร integrator นั้นเอง VCO ที่ใช้ใน PLL ไม่จำเป็นจะต้องมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับ Voltage ที่มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

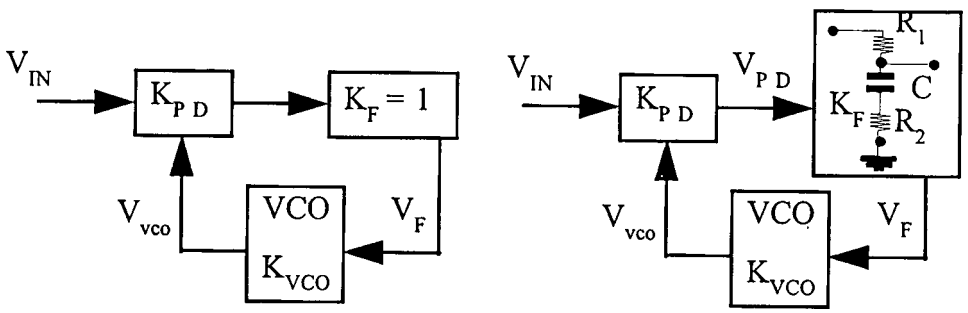
ควบคุมมากนักในกรณีทั่วๆไป แต่ถ้าเป็น non-linearity มากเกินไปแล้ว ค่า loop gain ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ของสัญญาณด้วยฉะนั้นจึงจำเป็นจะต้องคำนึงถึงความเสถียรภาพของloop ด้วย. ตารางที่ 1.2) รายการของ VCO ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

Type	Family	f_{max}	Output
,566	Linear	1.0 MHz	Square,triangle
2206	Linear	0.5 MHz	Square, triangle ,sine
2207	Linear	0.5 MHz	Square, triangle
4024	TTL	25 MHz	TTL
4046	CMOS	1.0 MHz	CMOS
8038	Linear	0.1 MHz	Square, triangle, sine
74LS124	TTL	20 MHz	TTL
74S124	TTL	60 MHz	TTL
74S324	TTL	20 MHz	TTL

การออกแบบ PLL (I,II)

เราได้เรียนรู้ถึง Phase detector ซึ่งให้ error signal ทางเฟสระหว่างสัญญาณอ้างอิงกับสัญญาณจาก VCO และ VCO เป็นตัวแปลง error signal ให้เป็นความถี่ ลักษณะเช่นนี้จะคล้ายกับวงจรขยายของ Op-amp ที่มีความเสถียรภาพเมื่อมีการป้อนกลับด้วย gain ค่าหนึ่ง ต่างกันก็เพียงแต่ลักษณะของสัญญาณใน Op-amp จะเป็นสัญญาณประเภทเดียวกันทั้ง input และสัญญาณ feedback (Voltage) แต่ใน PLL จะมีสัญญาณเฟสเป็น input และ ความถี่เป็นส่วนป้อนกลับ เนื่องจากเฟสคือ integral ของความถี่ ดังนั้น feedback loop จะมี phase shift 90' lagging เพื่อเป็นการรักษาความเสถียรภาพของ feedback แล้วจึงไม่ควรเพิ่ม lagging phase shift (component) เข้าไปใน feedback อีก วงจรดังกล่าวจะเป็น PLL แบบ first-order loop (FOL) ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 1.4 ก. ถึงแม้ว่า FOL จะมีโครงสร้างแบบง่ายๆ แต่มันก็มีข้อเสียคือ ความถี่ที่ผลิตจาก VCO (และการ detect ของเฟส) จะมีความคลาดเคลื่อนมาก ปัญหานี้สามารถไปได้โดยเพิ่ม LPF component ลงไปใน loop แล้ววงจรจะเป็นแบบ second-order loop (SOL) ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 1.4 ข. นอกจากนี้แล้วยังช่วยลดช่วง capture range และเพิ่ม capture time โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้ PD แบบ II แล้วการ lock ของเฟสจะเกิดขึ้นเมื่อค่าความแตกต่างทางเฟสเป็นศูนย์จริงๆ ดังนั้น SOL จึงเป็นที่นิยมทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก.) PLL แบบ first - order loop ข.) PLL แบบ second - order loop

รูปที่ 1.4

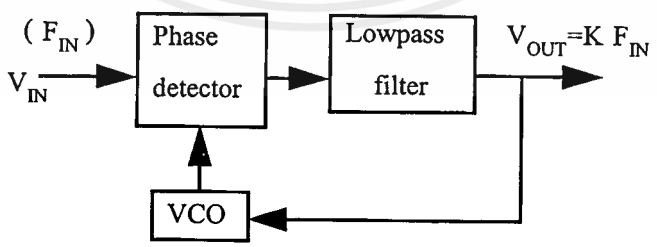
สูตรในการคำนวณ Loop gain และการเลือกค่า Components ที่ยังคงรักษาเสถียรภาพของการป้อนกลับ

ตารางที่ 1.3) แสดงสูตรในการคำนวณ

Component	Function	Gain	การคำนวณ Gain	Unit
Phase detector	$V_{PD} = K_{PD} \times \Delta\varnothing$	K_{PD}	$V_{DD} \times \pi/360$	V/rad
Lowpass filter	$V_F = K_F \times V_{PD}$	K_F	$(1+j\omega R_2 C)/1+j\omega(R_1 C+R_2 C)$	V/V
VCO	$d\varnothing/dt = K_{VCO} \times V_F$	K_{VCO}	$(f_{max}-f_{min})/(V_{fmax} - V_{fmin})$	rad/sec-v

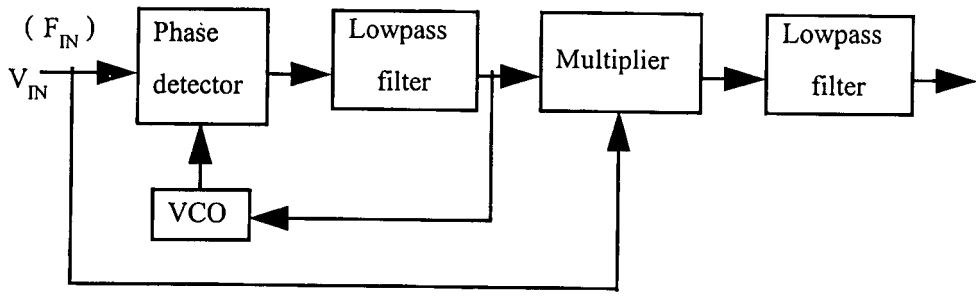
การประยุกต์ใช้วงจร PLL

จากคุณสมบัติที่สามารถรักษาความถี่ป้อนกลับที่ phase detector ให้คงที่เท่ากับความถี่ของสัญญาณ input จึงทำให้ phase-locked loop ถูกนำมาใช้งานด้วยการต่อวงจรแบบต่างๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.5

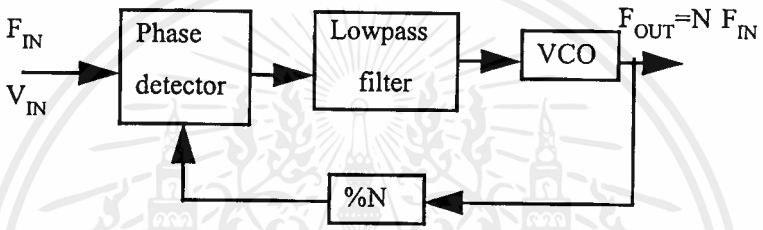


ก.) FM Demodulation

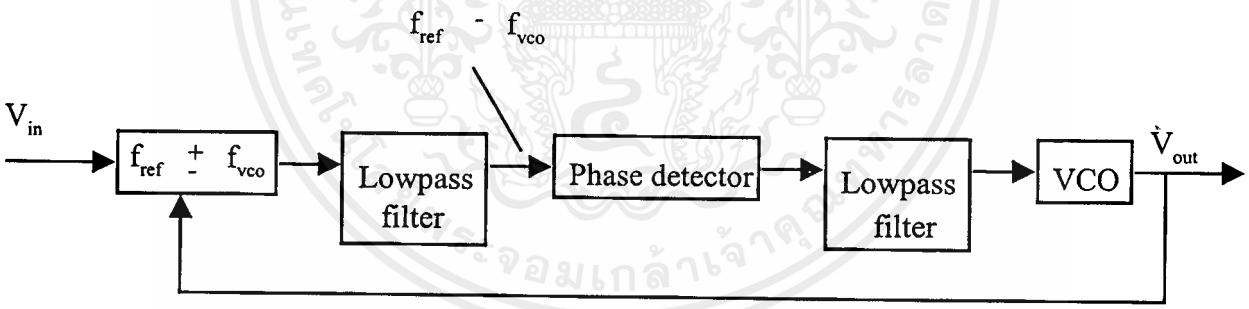
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข.) AM Demodulation



ค.) Frequency Multiplication/Synthesis



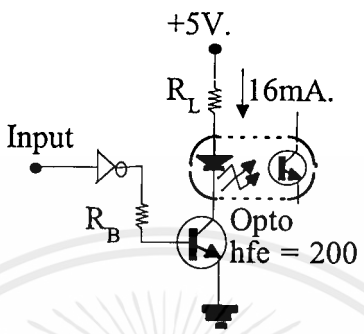
ง.) Frequency Translation

รูปที่ 1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาค่าอุปกรณ์ต่างๆ

2.1 Opto part



กำหนดให้กระแสไหลผ่าน LED 16 mA แรงดันตกคร่อม LED 2.3 V., V_{CE} = 0.3V.

พิจารณาทางด้าน Output (เพื่อหา R_L)

$$V_{CC} - IR_L - V_{LED} - V_{CE} = 0$$

$$5 - IR_L - 2.3 - 0.3 = 0$$

$$16R_L = 2.4V.$$

$$R_L = 150 \text{ OHM}$$

พิจารณาทางด้าน Input (เพื่อหา R_B)

$$V_{BB} - I_bR_B - V_{BE} = 0$$

$$I_b = I_C / hfe$$

$$I_b = 16 / 200$$

$$I_b = 0.08 \text{ mA}$$

$$5 - 0.08R_B - 0.7 = 0$$

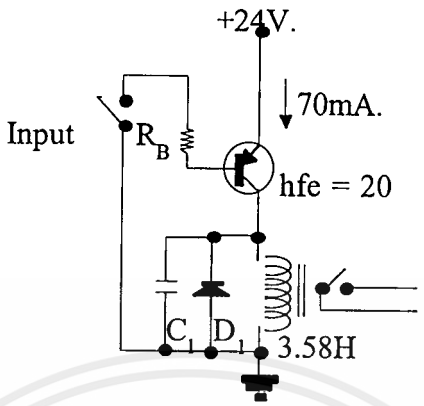
$$0.08R_B = 4.3$$

$$R_B = 53.75 \text{ K}$$

เลือก $R_B = 51 \text{ K}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Driver part



กำหนดให้กระแสไหลผ่าน Relay 70 mA(ได้จากการวัด) แรงดันตกคร่อม V_{CE} 0.3 V (เพื่อให้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิทซ์จึงควรใช้ V_{CE} ค่าต่ำๆ).

พิจารณาทางด้าน Output (เพื่อให้แรงดันตกคร่อมรีเลย์ = 24 V)

$$V_{CC} - VR_E - V_{CE} = 0$$

$$24 - 0.3 = VR_E$$

$$VR_E = 23.7V$$

.พิจารณาทางด้าน Input (เพื่อหา R_B)

$$V_{BB} - I_bR_B - V_{BE} = 0$$

$$I_b = I_C / hfe$$

$$I_b = 70 / 20$$

$$Ib = 3.5 \text{ mA}$$

$$24 - 3.5R_B - 0.7 = 0$$

$$3.5R_B = 23.3$$

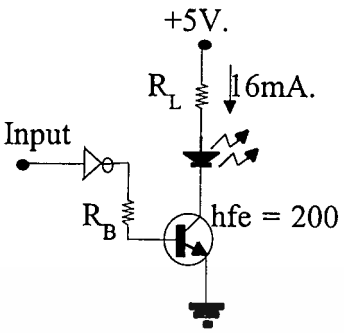
$$R_B = 6.66 \text{ K}$$

เลือก R_B = 6.8 K

ส่วน C_1 ควรเลือกค่าต่ำๆ (เพื่อให้ขา คอลเล็คเตอร์ของทรานซิสเตอร์ไม่เปิดวงจรเมื่อรีเลย์ขาด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 LED part



กำหนดให้กระแสไหลผ่าน LED 16 mA แรงดันตกคร่อม LED 2.3 V., V_{CE} = 0.3V.

พิจารณาทางด้าน Output (เพื่อหา R_L)

$$V_{CC} - IR_L - V_{LED} - V_{CE} = 0$$

$$5 - IR_L - 2.3 - 0.3 = 0$$

$$16R_L = 2.4V.$$

$$R_L = 150 \text{ OHM}$$

พิจารณาทางด้าน Input (เพื่อหา R_B)

$$V_{BB} - I_bR_B - V_{BE} = 0$$

$$I_b = I_C / hfe$$

$$I_b = 16 / 200$$

$$I_b = 0.08 \text{ mA}$$

$$5 - 0.08R_B - 0.7 = 0$$

$$0.08R_B = 4.3$$

$$R_B = 53.75 \text{ K}$$

เลือก R_B = 51 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 VCO part

โดยการพิจารณาค่า C_1 จากกราฟข้างล่างนี้ (เลือกค่า = 1 nF)

Typical Performance Characteristics

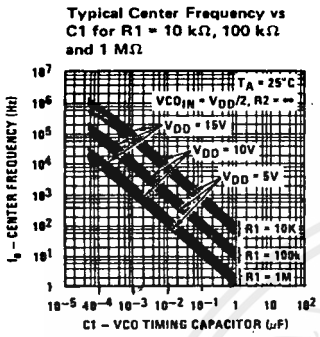


FIGURE 5a

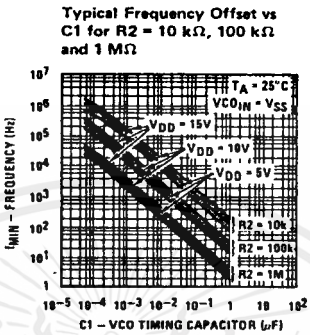


FIGURE 5b

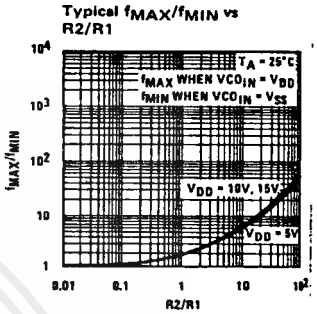


FIGURE 5c

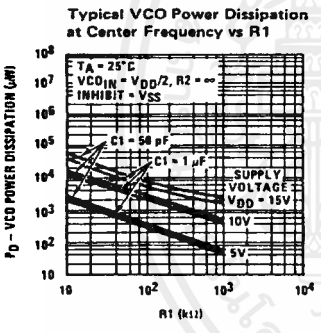


FIGURE 6a

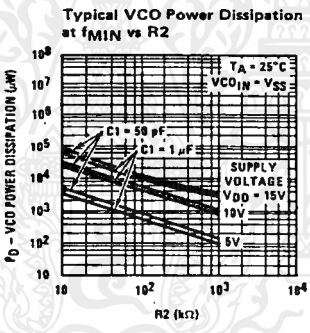


FIGURE 6b

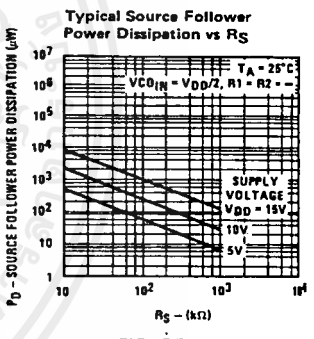


FIGURE 6c

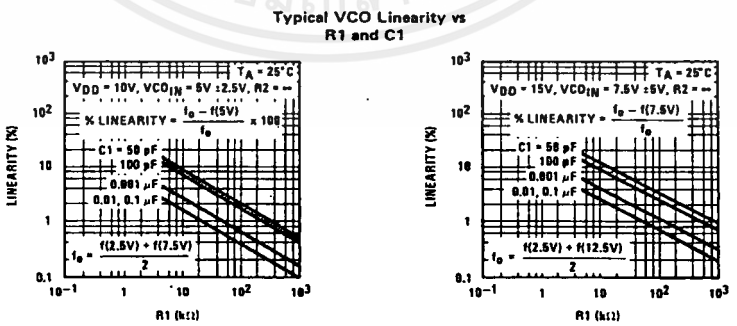


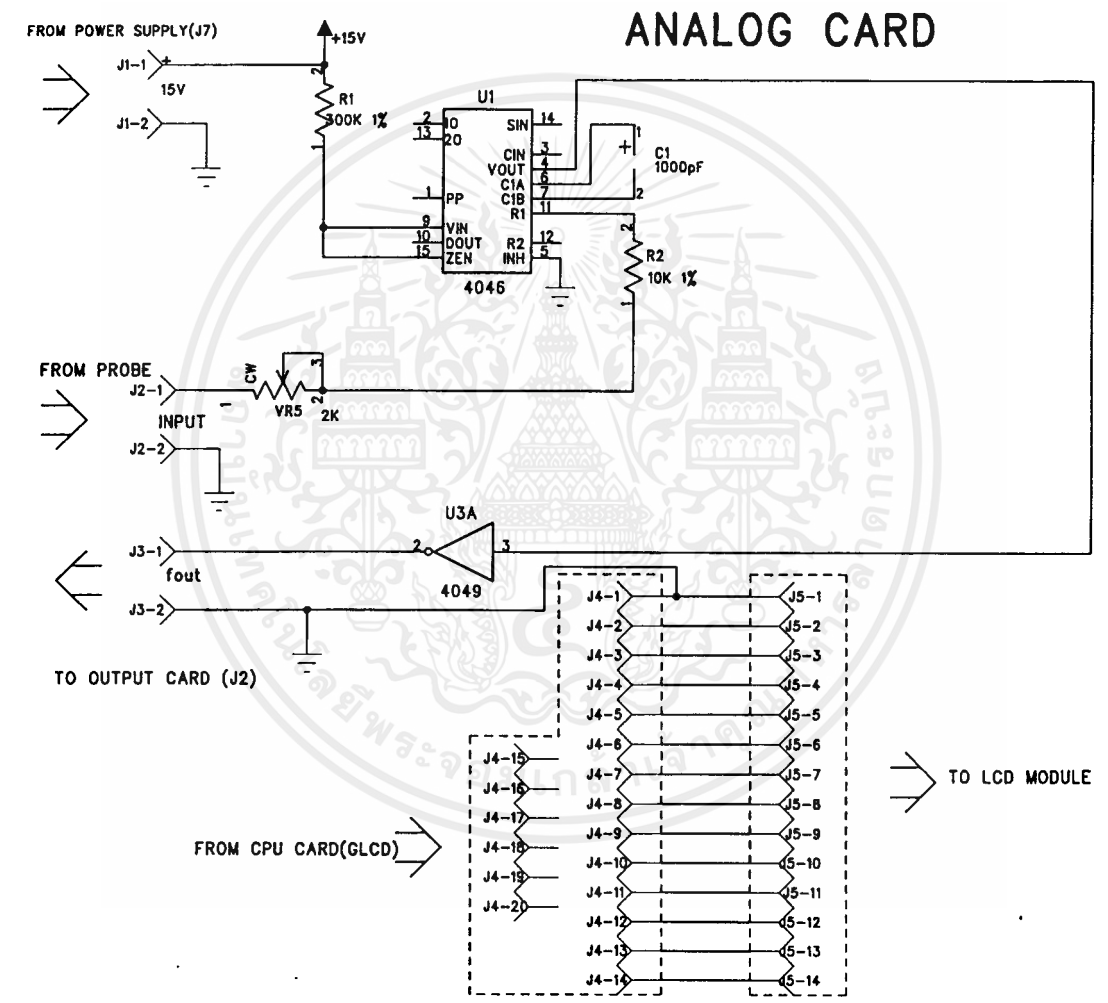
FIGURE 7

Note. To obtain approximate total power dissipation of PLL system for no-signal input: Phase Comparator I, P_D (Total) = P_D (f_o) + P_D (f_{MIN} P_D (R_S); Phase Comparator II, P_D (Total) = P_D (f_{MIN}).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ลักษณะของวงจรและการทำงาน

2.1 การทำงานของวงจร Analog card



รูปที่ 2.1) ลักษณะวงจรของ Analog card

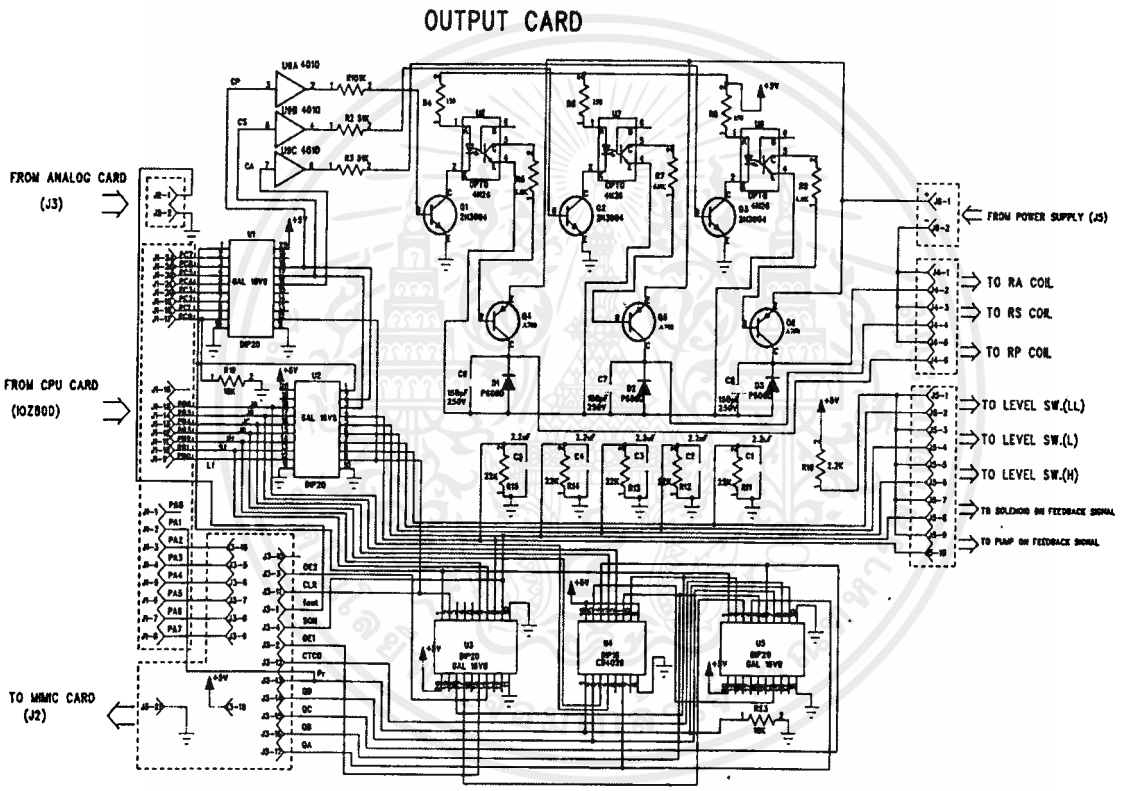
การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ภาคผลิตความถี่ (Oscillator) โดยใช้ IC MC14046 (PLL) ทำงานร่วมกับอุปกรณ์พาสซีฟ (passive) C_1,และค่าความต้านทานในดิน ซึ่งเมื่อค่าความต้านทานของดินเปลี่ยนแปลงไปสัญญาณความถี่ที่ผลิตออกมาจะแปรผกผันกับค่าความต้านทานในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคปรับเปลี่ยนระดับสัญญาณ (signal conditioner) ทำหน้าที่ลดระดับแรงดัน (voltage) ของโลจิก "1" จาก 15 V. เป็นโลจิก "1" ที่ 5 V. ด้วย IC CD4049 เพื่อให้ทำงานร่วมกับ CPU card ได้อย่างเหมาะสม

2.2 การทำงานของวงจร Output card

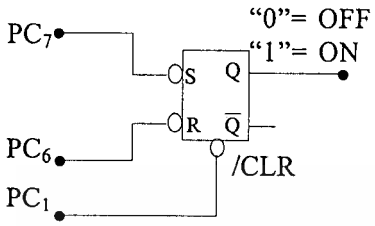


รูปที่ 2.2) ลักษณะวงจรของ Output card

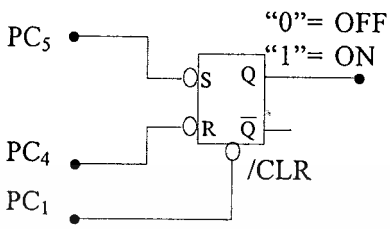
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

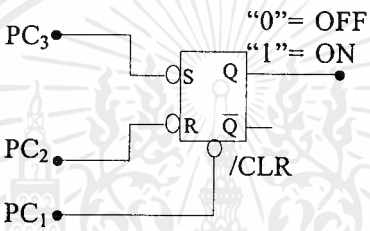
ส่วนควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay-controlled part) ซึ่งประกอบด้วย U1(GAL16V8) ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก CPU (port C) เพื่อทำการ ON/OFF รีเลย์โดยมีรูปแบบการสั่งงานดังรูปที่ 2.3



ก)ควบคุมการทำงานของปัมพ์



ข)ควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว



ค)ควบคุมการทำงานของ Alarm

รูปที่ 2.3

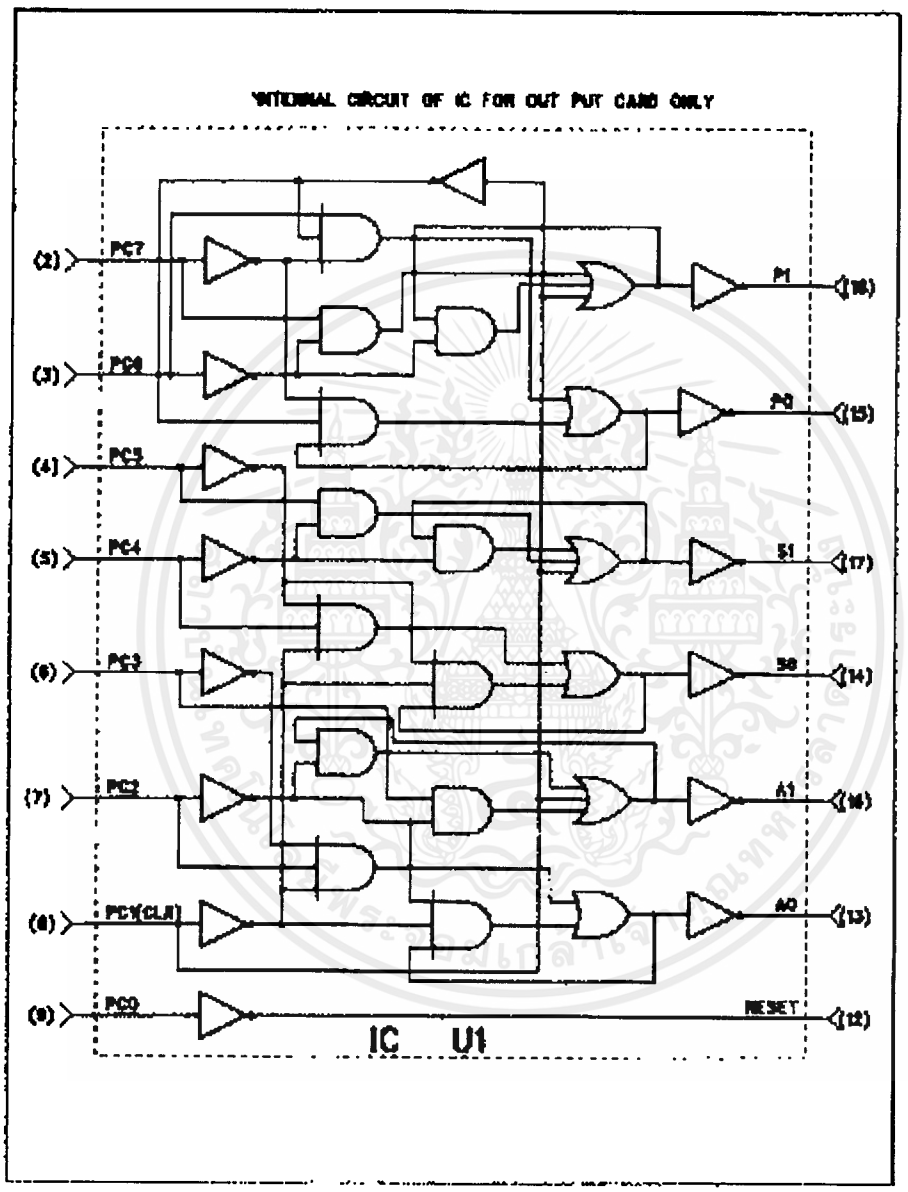
จากรูปที่ 2.3) จะสามารถควบคุมการทำงานได้ดังตารางข้างล่างนี้

CLR	R	S	Q
0	X	X	0
1	0	0	คงเดิม
1	0	1	0
1	1	1	-
1	1	0	1

ตารางที่2.1) แสดง Truth table ในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038905

วงจรภายในของ U1(GAL16V8)



โดย U1 จะรับ input signal จาก Port C (Pc0-Pc7) ของ CPU ส่วน output signal คือ P1,S1 และ A1 เมื่อ

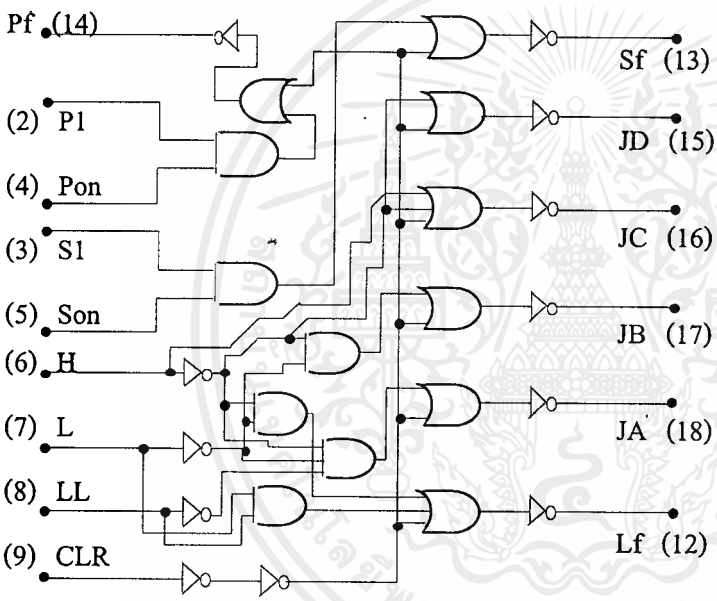
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P1 คือ สัญญาณควบคุมการเปิด/ปิดปัมพ์

S1 คือ สัญญาณควบคุมการเปิด/ปิดโซลินอยด์วาล์ว

A1 คือ สัญญาณควบคุมการเปิด/ปิด Buzzer

ส่วนตรวจสอบความถูกต้องของการทำงาน (Inspector part) ประกอบด้วย U2 (GAL16V8) ทำการรับเอาสัญญาณป้อนกลับ (feedback signal) จากหน้าสัมผัสของรีเลย์และ Level switches เข้ามาตรวจสอบว่ารีเลย์นั้นๆทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ ถ้าสัญญาณที่อ่านได้ทาง Port B เป็นโลจิก"1" หมายถึงได้เกิดความผิดพลาดของรีเลย์หรือเลเวลสวิทช์ขึ้นแล้วแต่ถ้าเป็นโลจิก"0" แสดงว่าอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานได้ถูกต้องตามคำสั่งจาก CPU โดยมีวงจรที่ทำการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 2.4)



รูปที่2.4)

เมื่อ

Pon คือ Feedback signal ของปัมพ์

Son คือ Feedback signal ของโซลินอยด์วาล์ว

H คือ Level switch ที่ตำแหน่งสูงสุด

L คือ Level switch ที่ตำแหน่งต่ำ

LL คือ Level switch ที่ตำแหน่งต่ำสุด

CLR คือ สัญญาณ Clear

Pf คือ สัญญาณ Fail ของปัมพ์

Sf คือ สัญญาณ Fail ของโซลินอยด์วาวล์

Lf คือ สัญญาณ Fail ของ Level switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

J_A - J_D คือ สัญญาณ Jam ของ UP/DOWN Counter และเป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของปัมพ์ใน Auto mode

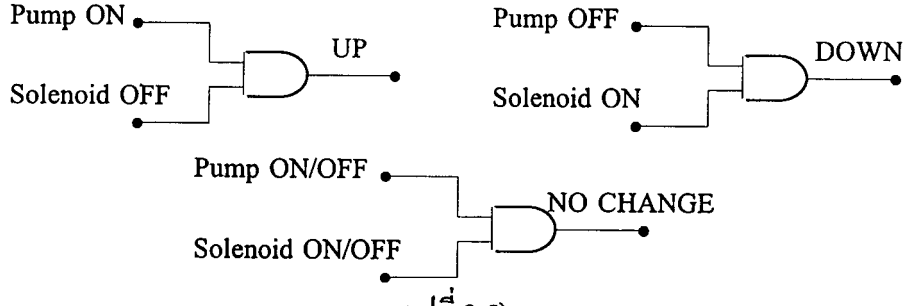
Truth table

INPUT		OUTPUT
P1	Pon	Pf
0	0	1
0	1	1
1	1	0
1	0	1

INPUT		OUTPUT
S1	Son	Sf
0	0	1
0	1	1
1	1	0
1	0	1

INPUT			OUTPUT
H	L	LL	LF
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

ส่วนควบคุมการนับ (UP/DOWN counter part) ประกอบด้วย U3,U4 และ U5 ซึ่งจะควบคุมการนับขึ้น หรือ นับลงของ U4 ด้วยเหตุการณ์ดังแสดงในรูปที่ 2.5)



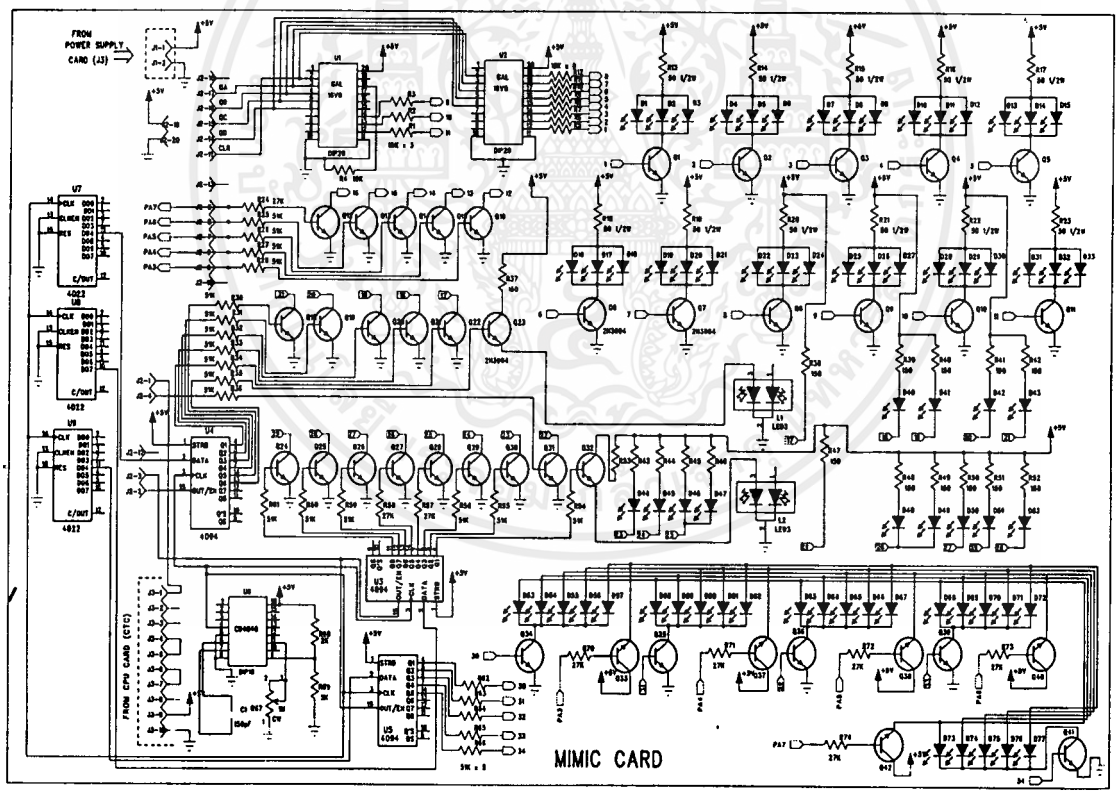
รูปที่ 2.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปอธิบายได้ว่าเมื่อปัมพ์ ON แต่โซลินอยด์วาล์ว OFF วงจรนับจะทำการนับขึ้น (UP) และถ้าปัมพ์ OFF แต่โซลินอยด์วาล์ว ON วงจรนับจะทำการนับลง (DOWN) แต่ถ้าปัมพ์ OFF และโซลินอยด์วาล์ว OFF วงจรนับจะอยู่เฉยๆ (Idle)หรือปัมพ์ ON และโซลินอยด์วาล์ว ON วงจรนับจะก็อยู่เฉยๆเช่นกัน

เมื่ออยู่ในสภาวะ Idle วงจรนับจะไม่เปลี่ยนแปลงค่าขณะนั้นๆ แต่จะเปลี่ยนแปลงเมื่อมีสัญญาณ preset ส่งมาที่ขา preset ของ U4 ซึ่งผลที่ได้รับจะขึ้นอยู่กับสัญญาณที่ขา Jam (J_A,J_B,J_C,J_D) โดยสัญญาณที่ขา Jam นั้นได้มาจากระดับความสูง/ต่ำของน้ำในถังเก็บ (Storage tank) แล้วถูกแปล (decoder) ด้วย U2 ส่วน Output (Q_A,Q_B,Q_C,Q_D) ของ U4 จะถูกส่งไปเป็น Input ให้กับ Mimic card ต่อไป

2.3 การทำงานของวงจร Mimic card



รูปที่ 2.6) ลักษณะวงจรของ Mimic card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนคือ

ส่วนแสดงการทำงานของ ปัมพ์ เป็นการแสดงให้รู้ว่าขณะนั้นปัมพ์เปิด/ปิด (ON/OFF)อยู่ โดยถ้า LED กระพริบแสดงว่าปัมพ์เปิด LED ดับแสดงว่าปัมพ์ปิด ซึ่งประกอบด้วย U4 (4094) เป็นตัวเลื่อน (shift) ข้อมูลอย่างต่อเนื่องขับดันให้ทรานซิสเตอร์ (Q_{18} - Q_{23})ทำงานเป็นสวิทช์เปิด/ปิดให้ LED เปล่งแสงสว่างออกมา (L_1,D_{40} - D_{43})

ส่วนแสดงระดับน้ำในถังกักเก็บ (water level indicator) แสดงให้รู้ถึงระดับความสูง/ต่ำของน้ำที่อยู่ในถังกักเก็บโดย U2 (GAL16V8) จะควบคุมการแสดงของระดับที่ 1 ถึง 8 ส่วน U1 ควบคุมระดับที่ 9 ถึง 11 มีทรานซิสเตอร์ (Q_1 - Q_{11}) เป็นสวิทช์เปิด/ปิดให้ LED (D_1 - D_{33})ทำงาน

ส่วนแสดงการทำงานของโซลินอยด์ (Solenoid action) ถ้า LED กระพริบ (blink) แสดงว่าโซลินอยด์เปิด (energize) LED ดับแสดงว่าโซลินอยด์ปิด (deenergize)ซึ่งประกอบด้วย U3,U5 (CD4094) ทรานซิสเตอร์ (Q_{12} - Q_{16} และ Q_{24} - Q_{41}) และ LED (L_2,D_{44} - D_{77})

ส่วนที่ผลิตความถี่ Oscillator เพื่อเป็นสัญญาณเวลา (CLK) ในการกระตุ้นให้ IC ต่างๆ ทำงานอย่างมีจังหวะที่ถูกต้อง ประกอบด้วย U6 (4046) รีซิสเตอร์ (R_{67} - R_{69}) และคาปาซิเตอร์ (C_1) โดยมี R_{67} เป็นตัวปรับเปลี่ยนความถี่ ถ้า R_{67} มีค่าน้อย ความถี่ที่ผลิตออกมาจะมีค่ามาก R_{67} มีค่ามาก ความถี่ที่ผลิตออกมาจะมีค่าน้อย

2.4 ประสิทธิภาพและการใช้งาน

2.4.1 การใช้เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ (Operation manual)

เมื่อทำการเปิดเครื่องที่จอ LCD จะแสดงผลดังข้อความข้างล่างนี้ โดยเป็นลักษณะการเลื่อนตัวอักษรจากขวามือไปทางซ้ายมือมาหยุดที่กึ่งกลางจอของ LCD ประมาณ 1.5 วินาที แล้วทำการเลื่อนกลับไปทางเดิม

** LADKRABANG **

และต่อจากนั้นจะแสดงรายการ (MENU) สำหรับใส่ค่า (set parameter) ลงไปเก็บไว้ใน RAM ซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

2.4.2 การตั้งโหมดในการทำงาน

หมายถึงการกำหนดให้ CPU ควบคุมการทำงานด้วยตัวเอง (Auto) หรือให้ CPU ควบคุมการทำงานตามรหัสที่อ่านได้จากคีย์บอร์ด (Manual)

โดยแสดงข้อความบนจอ LCD ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Set mode ? [A/M

เมื่อ

A = Auto mode

M = Manual mode

ซึ่งทำการเลือกทางคีย์บอร์ดได้ดังตารางข้างล่างนี้

KEY PAD	ความหมาย
0 - 9	0 - 9
C	Shift left
D	Enter
E	Shift right

เมื่อทำการตัดสินใจเลือกแล้วให้ทำการตอบตกลงโดยการกด "Enter" (D)

2.4.3 การตั้งค่าความชื้น

หมายถึงการกำหนดค่าความชื้นในดินที่จะทำการคงค่านั้นไว้ โดยแสดงข้อความบนจอ LCD ดังนี้

Set Humidity ? [Y/N

กรณีที่เลือก Yes (Y) ที่จอ LCD จะแสดงผลดังนี้คือ

Lower : 000.00 [%
Upper : 100.00 [%

ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ แต่ต้องไม่เกิน 100.00 % ถ้าเกินจะเกิด error ขึ้น เช่น 100.01 % หรือในกรณีที่ตั้งค่า Lower มากกว่าค่า Upper ก็จะเกิด error ขึ้น

เมื่อเกิด error ขึ้นให้กดคีย์ "Enter" (D) 1 ครั้งเครื่องจะกลับไปเพื่อให้ตั้งค่าใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ทำการตั้งค่าความชื้นเสร็จแล้วจะมีการถามเพื่อเป็นการยืนยันว่าต้องการค่านั้นจริงๆซึ่งจะขึ้นคำถามว่า

Are you sure ? [Y/N

เมื่อเลือก Y คือการยอมรับค่าที่ตั้งไว้ แต่ถ้าเลือก N เครื่องจะกลับไปผู้ใช้ตั้งค่าใหม่อีกครั้ง กรณีเลือก NO (N) เครื่องจะใส่ค่าให้โดยอัตโนมัติดังนี้

000.00 % (Lower limit)

100.00 % (Upper limit)

2.4.4 การตั้งค่าเวลาให้โซลินอยด์ทำงาน

Set M_Operation ? [Y/N

หมายถึงการตั้งเวลาให้โซลินอยด์ทำงาน หรือ หยุดทำงานในขณะที่ค่าความชื้นยังอยู่ในช่วงของ Upper & Lower limit อยู่ โดยสามารถที่จะตั้งค่าได้ไม่เกินอย่างละ 98 นาที ถ้าตั้งค่าเกินจะเกิด error ขึ้น

กรณีเลือก YES (Y) ที่จอ LCD จะแสดงผลดังนี้คือ

Solinoid Operation
“ON” :00 [0 -> 98
“OFF” :00 [0 -> 98

เมื่อ LCD แสดงผลเสร็จแล้วผู้ใช้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าใหม่ได้ด้วยคีย์บอร์ด

กรณีเลือก NO (N) หมายถึงไม่มีการตั้งค่าเวลาให้โซลินอยด์ทำงานนั้นคือการทำงานโซลินอยด์จะขึ้นอยู่กับค่าของความชื้น, ค่า Standby durationและค่า Holding time เท่านั้น

2.4.5 การตั้งค่า Standby duration

Set D_Operation ? [Y/N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายถึงการยอมให้เครื่องควบคุมการทำงานของโซลินอยด์ตามค่าที่ได้ตั้งไว้ในโปรแกรมอย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนกี่วัน (ON) แล้วให้โซลินอยด์หยุดทำงานอย่างต่อเนื่องไปอีกกี่วัน (OFF) โดยมีลักษณะในการทำงานแบบวนลูป (loop) ซึ่งสามารถตั้งค่าได้สูงสุดอย่างละ 98 วัน
เช่น ถ้าต้องการให้โซลินอยด์ทำงาน 1 วัน แล้วหยุดทำงานไปอีก 2 วัน จะตั้งค่าเป็นดังนี้คือ

Standby duration
"ON" :01 [0 -> 98
"OFF" :02 [0 -> 98

จากการตั้งค่าข้างบนอธิบายได้ว่า โซลินอยด์จะทำงานตามค่าของความชื้น, ค่า Solenoid Operation และ Holding time เป็นเวลา 1 วัน (0 - 24 นาฬิกา) แล้วโซลินอยด์จะหยุดการทำงานไปอีก 2 วัน โดยไม่สนใจค่าใดๆทั้งสิ้น
กรณีเลือก YES (Y) ที่จอ LCD จะแสดงผลดังนี้คือ

Standby duration
"ON" :00 [0 -> 98
"OFF" :00 [0 -> 98

เมื่อ LCD แสดงผลเสร็จแล้วผู้ใช้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าใหม่ได้ด้วยคีย์บอร์ด
กรณีเลือก NO (N) หมายถึงไม่มีการตั้งค่าเวลาให้โซลินอยด์ทำงานนั้นคือการทำงานโซลินอยด์จะขึ้นอยู่กับค่าของความชื้นและค่า Holding time เท่านั้น

2.4.6 การตั้งค่าเวลาในการห้ามรดน้ำ (Holding time)

Set holding time ? [Y/N

หมายถึงช่วงระยะเวลาในการไม่ยอมให้รดน้ำต้นไม้ในแต่ละวันถึงแม้ว่าค่าความชื้นขณะนั้นจะต่ำกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ก็ตาม ซึ่งช่วงของระยะเวลานี้จะครอบคลุมได้สูงสุด 1 วัน กับ 1 คืน
กรณีเลือก YES (Y) ที่จอ LCD จะแสดงผลดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lower1 :12:00 [HH:MM
Upper1 :13:00 [HH:MM
Lower2 :18:00 [HH:MM
Upper2 :04:00 [HH:MM

จากค่าที่ตั้งไว้ข้างบนนี้อธิบายได้ว่า จากเวลา 04.01 นาฬิกา เครื่องจะยอมให้ทำการรดน้ำได้ (ถ้าความชื้นในดินน้อยกว่าค่า Upper limit ที่ได้ตั้งไว้ในหัวข้อ "Set Humidity")จนถึงเวลา 12.00 นาฬิกาจะไม่ยอมให้รดน้ำได้ กระทั่งถึงเวลา 13.01 นาฬิกาจึงยอมให้รดน้ำได้อีกครั้งจนถึงเวลา 18.00 นาฬิกา จะห้ามไม่ให้รดน้ำและห้ามรดต่อไปจนกระทั่งถึงเวลา 04.00 นาฬิกาของวันใหม่และจะทำงานในลักษณะวนลูป (loop) เช่นนี้ไปเรื่อยๆ

แต่ถ้าต้องการตั้งค่าเป็นแบบ 1 วัน ก็สามารถทำได้ดังนี้

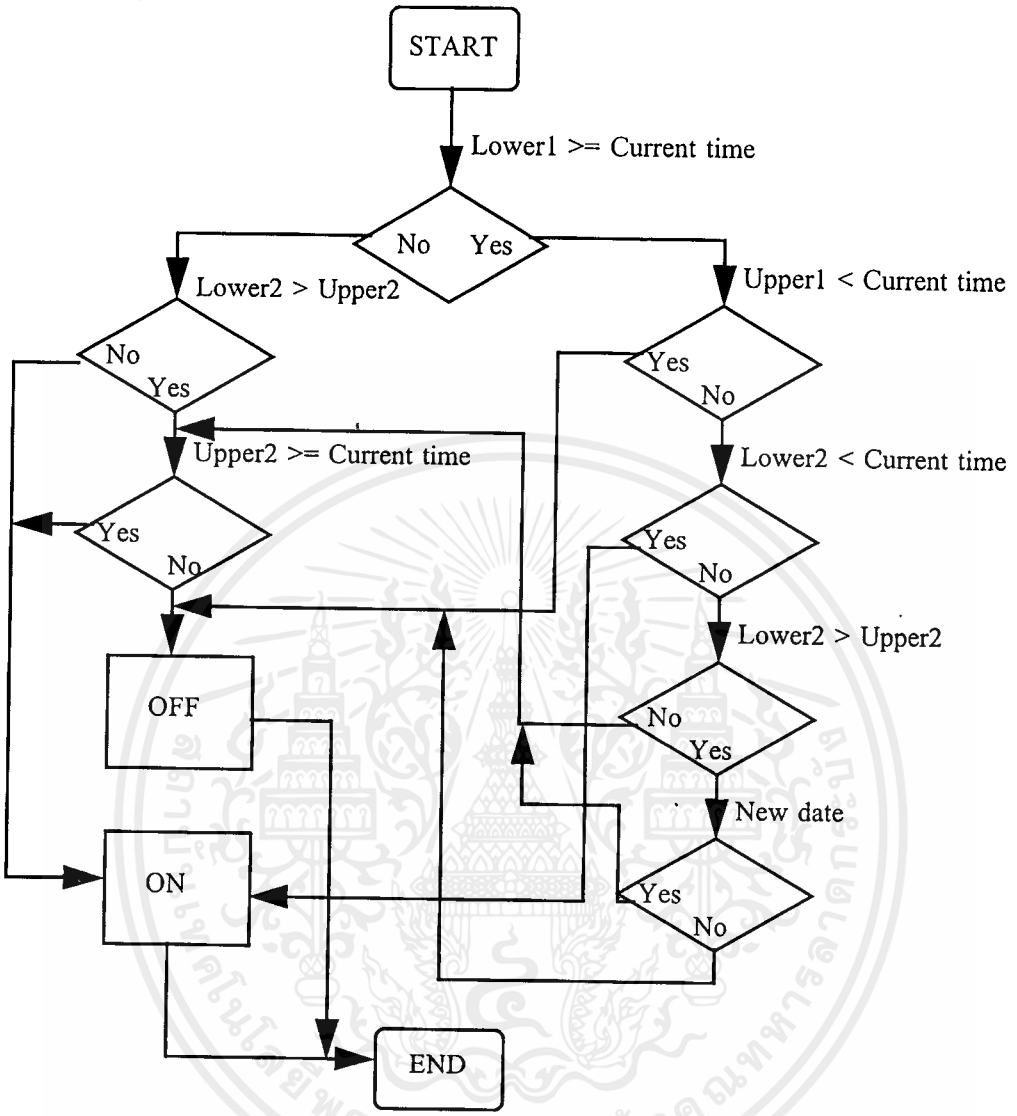
Lower1 :12:00 [HH:MM
Upper1 :13:00 [HH:MM
Lower2 :18:00 [HH:MM
Upper2 :23:00 [HH:MM

ซึ่งค่าเวลาเหล่านี้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามต้องการ โดยต้องยึดถือหลักการความเป็นจริงของเวลาในแต่ละวันดังนี้คือ

- Lower1 < หรือ = Upper1 เสมอ
- Upper1 < หรือ = Lower2 เสมอ
- ทุกค่าจะต้องไม่เกิน 23.59 เสมอ
- จะไม่ยอมรับค่า (error) ถ้าไม่อยู่ในเงื่อนไขข้างบนนี้

ซึ่งมีรายละเอียดของการทำงานตามแผนผังงาน (flow chart) ข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7) แสดงแผนผังการทำงานของ holding time

กรณีเลือก NO (N) หมายถึง ไม่มีเวลาในการห้ามรดน้ำ

2.4.7 การตั้งเวลาปัจจุบัน

Set cur. time ? [Y/N

หมายถึงการตั้งเวลาให้ตรงตามมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเลือก YES (Y) ที่จอ LCD จะแสดงผลดังนี้คือ

DD:MM:YY:29/12/90
hh:mm:ss:23/59/59

เมื่อ

DD = วันที่

MM = เดือน

YY = ปี ค.ศ

hh = ชั่วโมง

mm = นาที

ss = วินาที

กรณีเลือก NO (N) หมายถึง ไม่ต้องการที่จะตั้งเวลาใหม่

2.5 การแสดงผลของการทำงานขณะ RUN

แบ่งเป็น 3 กรณี คือ

กรณีของ Auto mode

เมื่อเข้าสู่ Auto mode จะมีคำว่า Auto mode วิ่งจากขวามือมาทางซ้ายมือแล้วมาหยุดอยู่ที่กลางกึ่งจอของ LCD แล้ววิ่งกลับทางเดิม หลังจากนั้นจะแสดงรายละเอียดของข้อมูลออกมา 3 ลักษณะคือ (Disp1,Disp2,Disp3)

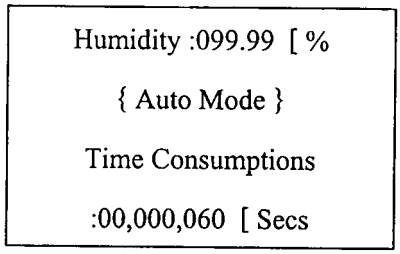
Humidity :099.99 [%
DD:MM:YY:29/12/90
hh:mm:ss:23/59/59

การแสดงผลแบบ Disp1

Humidity :099.99 [%
{ Auto Mode }
Rmn.Days:01 [ON
Rmn.Mins:02 [OFF

การแสดงผลแบบ Disp2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

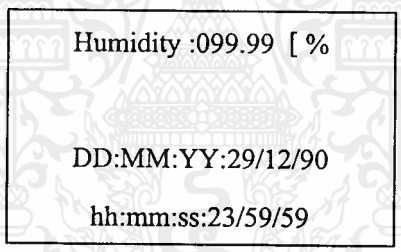


การแสดงผลแบบ Disp3

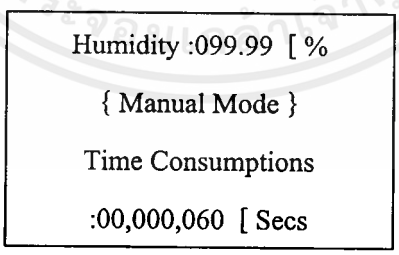
การแสดงผลทั้ง 3 แบบนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงประมาณทุกๆ 10 วินาที เรียงกันตามลำดับไปเรื่อยๆในลักษณะวนลูป (loop)

กรณี Manual mode

เมื่อเข้าสู่ Manual mode จะมีคำว่า Manual mode วิ่งจากขวามือมาทางซ้ายมือแล้วมาหยุดอยู่ที่กลางกึ่งจอของ LCD แล้ววิ่งกลับทางเดิม หลังจากนั้นจะแสดงรายละเอียดของข้อมูลออกมา 2 ลักษณะคือ (Disp1,Disp3)



การแสดงผลแบบ Disp1



การแสดงผลแบบ Disp3

การแสดงผลทั้ง 2 แบบนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงประมาณทุกๆ 10 วินาที เรียงกันตามลำดับไปเรื่อยๆในลักษณะวนลูป (loop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเกิดการผิดพลาดในการทำงาน (fail)

จะมีอยู่ในทั้ง 2 โหมดซึ่งจะแสดงผลบนจอ LCD ดังนี้

บรรทัดที่1 คือ Humidity :100.00 [%

บรรทัดที่2 คือ Level SW. :Failure

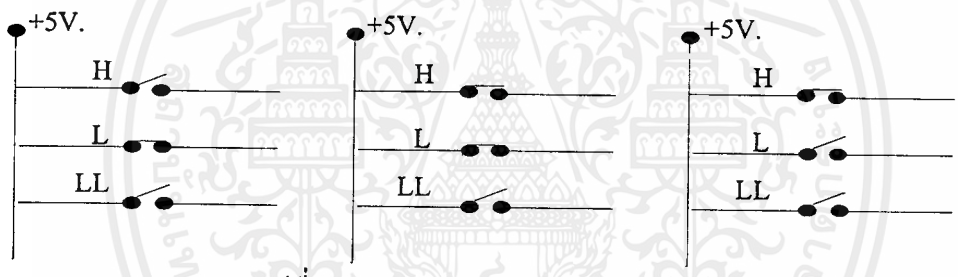
บรรทัดที่3 คือ Pump :Failure

บรรทัดที่4 คือ Solenoid :Failure

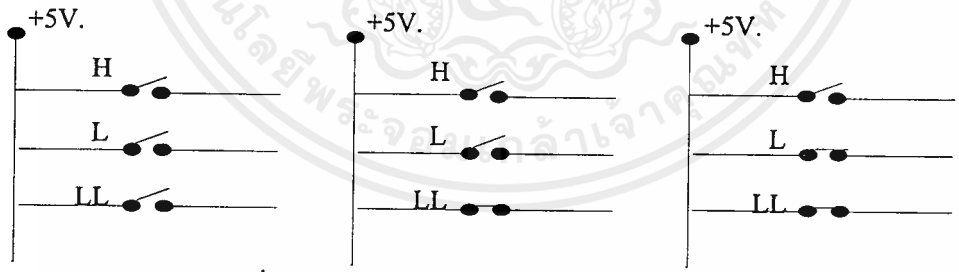
โดยมีเงื่อนไขในการเกิด fail ดังนี้

กรณี Level switches fail

จะเกิด fail ขึ้นเมื่อ Level switch ทำงานไม่เป็นไปตามลำดับความสูง/ต่ำของระดับน้ำในถังเก็บดังแสดงไว้ในรูปข้างล่างนี้



รูปที่2.8) แสดงลักษณะของการเกิด Fail

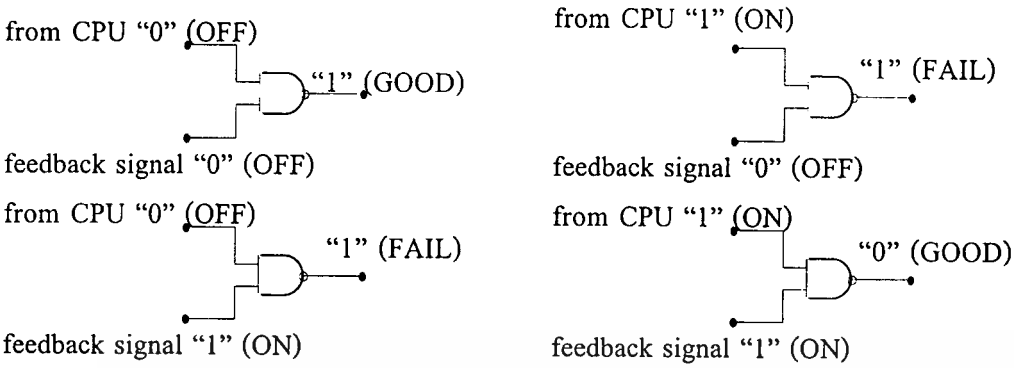


รูปที่2.9) แสดงลักษณะของการทำงานที่ถูกต้อง

กรณี Pump or solenoid fail

จะเกิด fail ขึ้นเมื่อเมื่อ CPU ทำการสั่ง "ON" แต่ Relay ไม่ยอมทำงาน หรือ CPU สั่ง "OFF" แล้ว Relay ก็ยังคง "ON" อยู่ ซึ่งทั้ง 2 กรณีนี้เป็นสาเหตุของการเกิด Fail ได้ทั้งนั้นดังแสดงไว้ในรูปข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.8) แสดงเงื่อนไขการเกิดความผิดพลาดของปัมพ์และโซลินอยด์วาล์ว

การทำงานของ Pump เมื่ออยู่ใน Auto mode

เมื่อระดับน้ำในถังกักเก็บอยู่ที่ระดับต่ำกว่า low low level (LL) นั้น CPU จะสั่งให้ปั้มทำงานต่อจากนั้นจะสั่งให้โซลินอยด์หยุดทำงานปิดน้ำไม่ให้รดน้ำต้นไม้แล้วทำการออกจาก Auto mode ไปยัง Manual mode ทันทีพร้อมกับส่งเสียงเตือนโดย Buzzer แต่ถ้าระดับน้ำอยู่ในระดับเดียวกันหรือสูงกว่าระดับ low low การทำงานจะยังคงอยู่ใน Auto mode ควบคุมระดับน้ำจนกระทั่งถึงระดับ High (H) CPU จึงจะสั่งให้ปัมพ์หยุดทำงานแล้วจะสั่งให้ปัมพ์ทำงานอีกครั้งเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับ low (L) นั้คือการรักษาระดับของน้ำในถังกักเก็บให้อยู่ระหว่างระดับ low กับ high อยู่เสมอ

การทำงานของ Pump เมื่ออยู่ใน Manual mode

การทำงานเมื่ออยู่ในโหมดนี้จะเป็นอิสระจาก Level switches โดยสิ้นเชิง คือ สามารถที่จะสั่งให้ปัมพ์ทำงาน (กด "0") หรือหยุดทำงาน (กด "1") โดยใช้คีย์บอร์ดได้ตลอดเวลา

การทำงานของ Solenoid เมื่ออยู่ใน Auto mode

การทำงานของโซลินอยด์ในโหมดนี้จะขึ้นอยู่กับต่างๆดังต่อไปนี้โดยจะเรียงลำดับความสำคัญจากบนลงล่าง

- Set D_Operation
- Set Holding time
- Set Humidity
- Set M_Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งอธิบายได้ว่า CPU จะสั่งให้โซลินอยด์ทำงาน (ทำการรดน้ำต้นไม้) เมื่อเวลาขณะนั้นจะต้องเป็นเวลาที่อยู่ในช่วงเวลาของ D_Operation (ON) โดยค่าจะถูกลดลงหนึ่งค่าเมื่อวันที่เปลี่ยนแปลงไปหนึ่งวันโดยสังเกตุดูได้ที่ค่า Remainning time (Rmn. Days :xx [ON) จะต้องไม่เท่ากับศูนย์ (0) และเวลานั้นต้องไม่อยู่ในช่วงเวลาของ Holding time (Lower1,Upper1,Lower2,Upper2) และความชื้นในดินจะต้องไม่มากกว่า Upper limit ที่ได้ตั้งค่าไว้และนอกจากนั้นค่า Remainning time ของ M_Operation (Rmn. Mins :xx [ON) จะต้องไม่เท่ากับศูนย์ (0) ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นไปตามที่ได้กล่าวมาข้างบนแล้ว CPU จะสั่งให้โซลินอยด์หยุดการทำงานทันที

การทำงานของ Solenoid เมื่ออยู่ใน Manual mode

การทำงานเมื่ออยู่ในโหมดนี้จะเป็นอิสระจาก D_Operation ,Holding time ,Humidity และ M_Operation โดยสิ้นเชิง คือ สามารถที่จะสั่งให้โซลินอยด์ทำงาน (กด "2") หรือหยุดทำงาน (กด "3") โดยใช้คีย์บอร์ดได้ตลอดเวลา

การทำงานของ Alarm เมื่ออยู่ใน Auto mode

จะเกิดเสียงเตือนทาง Buzzer ทุกครั้งที่เกิด fail ขึ้นเสมอแล้วหยุดเมื่อได้ทำการแก้ไขอุปกรณ์ที่ทำให้เกิด fail เรียบร้อยแล้ว หรือกดคีย์บอร์ดหมายเลข "5"แต่จะหยุดเพียงเสี้ยววินาทีเท่านั้นถ้าหากว่าอุปกรณ์ต่างๆยังทำงานได้ไม่ถูกต้อง

การทำงานของ Alarm เมื่ออยู่ใน Manual mode

จะมีการทำงานเช่นเดียวกับ Auto mode ทุกประการแต่ใน Manual mode นี้สามารถที่จะสั่งให้เกิด Alarm ได้ทางคีย์บอร์ดโดยการกดหมายเลข "4"

การเปลี่ยนโหมดการทำงาน แบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

กรณีอยู่ใน Auto mode แล้ว; เมื่อต้องการเข้าสู่ Manual mode .ให้กด "E" ของคีย์บอร์ดรอประมาณ 2 วินาที แต่ถ้าต้องการที่จะกลับไปตั้งค่าต่างๆใหม่ (return to main menu) ให้กด "F" ของคีย์บอร์ดรอประมาณ 2 วินาที

กรณีอยู่ใน Manual mode แล้ว; เมื่อต้องการเข้าสู่ Auto mode .ให้กด "A" ของคีย์บอร์ดรอประมาณ 2 วินาที แต่ถ้าต้องการที่จะกลับไปตั้งค่าต่างๆใหม่ (return to main menu) ให้กด "F" ของคีย์บอร์ดรอประมาณ 2 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบกับค่าความต้านทาน (Resistors) ที่อุณหภูมิห้อง 26.4 C

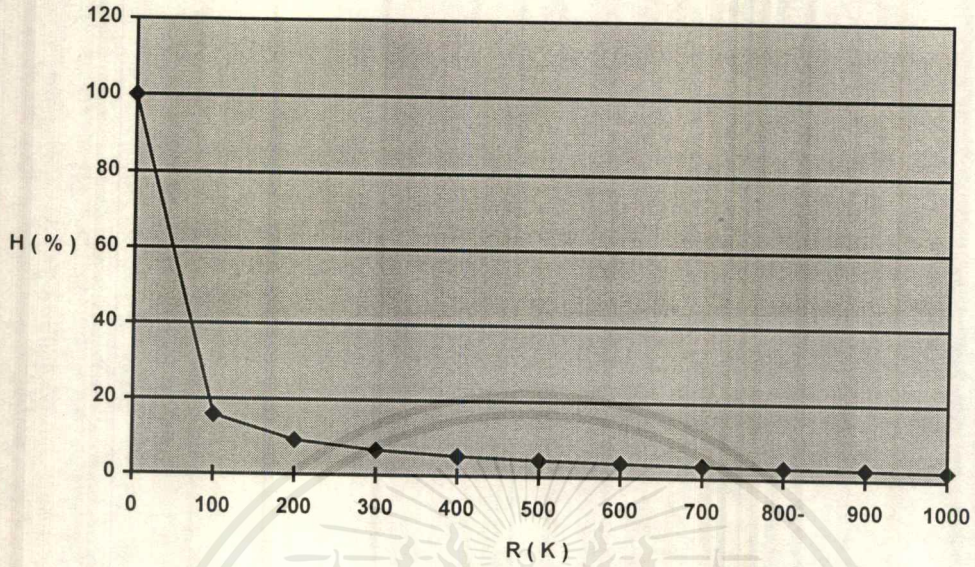
อุปกรณ์ในการทดลอง

Decade resistance box(Type 2793 Yokogawa Electric works,LTD.)

ตารางที่ 3.1) แสดงผลการทดลอง

ค.ต.ท. (K)	ความชื้น (%)	ค.ต.ท. (K)	ความชื้น (%)
0	100.00	1100	2.26
100	15.81	1200	2.10
200	9.21	1300	1.97
300	6.64	1400	1.85
400	5.24	1500	1.74
500	4.36	1600	1.65
600	3.75	1700	1.57
700	3.30	1800	1.49
800	2.95	1900	1.43
900	2.68	2000	1.37
1000	2.45	2100	1.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



* ที่ 110 Mohms อ่านค่าได้เท่ากับ 0.06 %

กราฟที่3.1) แสดงผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองกราฟที่ได้นั้นไม่เป็นเชิงเส้น (non linearity) จากค่าความต้านทาน 0 โอห์ม ถึง 200 กิโลโอห์ม แต่ถ้าค่าความต้านทานมากกว่านั้นไปกราฟค่อนข้างจะมีความเป็นเชิงเส้นดีพอสมควรจึงพอที่จะนำไปใช้ได้แต่เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วมีค่าเพียง 10 % เท่านั้นเองส่วนที่ไม่เป็นเชิงเส้นมีถึง 90 % ดังนั้นเมื่อนำไปใช้งานจริงจึงมีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจึงดูเหมือนว่าวงจรไม่มีเสถียรภาพซึ่งเป็นความจริงที่ไม่อาจที่จะปฏิเสธได้เพราะเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้คือ

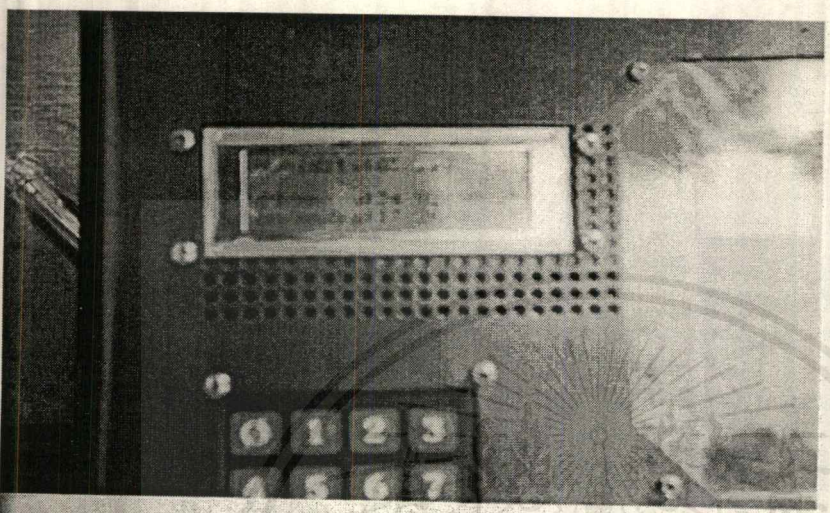
- เนื่องจากดินมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดเช่น ดินร่วน ดินเหนียว ดินปนทราย เป็นต้นซึ่งแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติในการรักษาความชื้นที่แตกต่างกันจึงทำให้ค่าความต้านทานแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดและเป็นค่าที่ไม่คงที่โดยจากการทดลองวัดค่าความต้านทานในดินด้วยมัลติมิเตอร์ได้ค่าการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอซึ่งยากที่จะหาค่าคงที่ได้เนื่องจากดินเปียกกับดินแห้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ต่างกัน (ดินปนทราย ในเขต บางนา กรุงเทพมหานคร) และนอกจากนั้นระดับความลึกของดินก็ทำให้ค่าความต้านทานของดินเปลี่ยนไปอีกด้วยจึงทำให้วงจรดูเหมือนว่าไม่มีเสถียรภาพ

- เนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในตัว IC (MC14046) ซึ่งทำให้ความถี่ที่ผลิตขึ้นมาผิดพลาดไปยิ่งที่ความถี่สูงยิ่งทำให้มีค่าความผิดพลาดมากขึ้นไปอีกจึงทำให้ผลของค่าความชื้นผิดพลาดไป

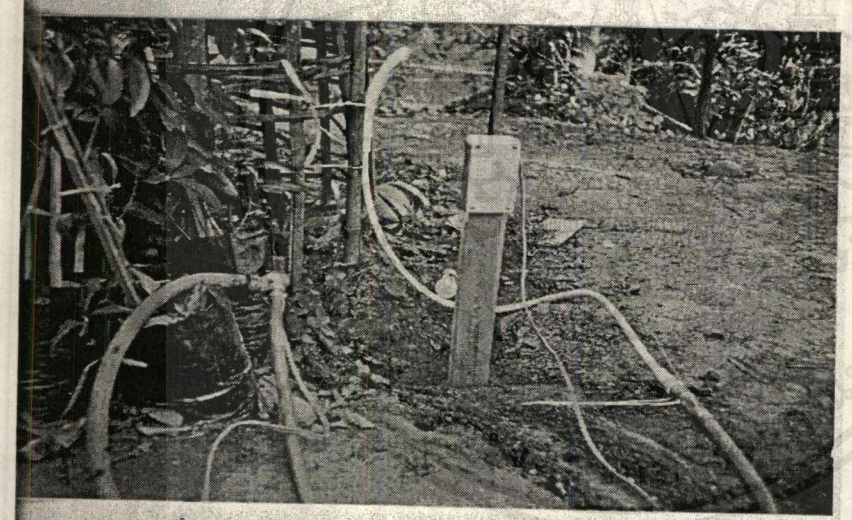
ดังนั้นเครื่องจึงยังมีความสามารถไม่พอที่จะตรวจวัดความชื้นที่ถูกต้องได้แต่ก็ยังสามารถที่ใช้การตั้งเวลาในควบคุมการรดน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

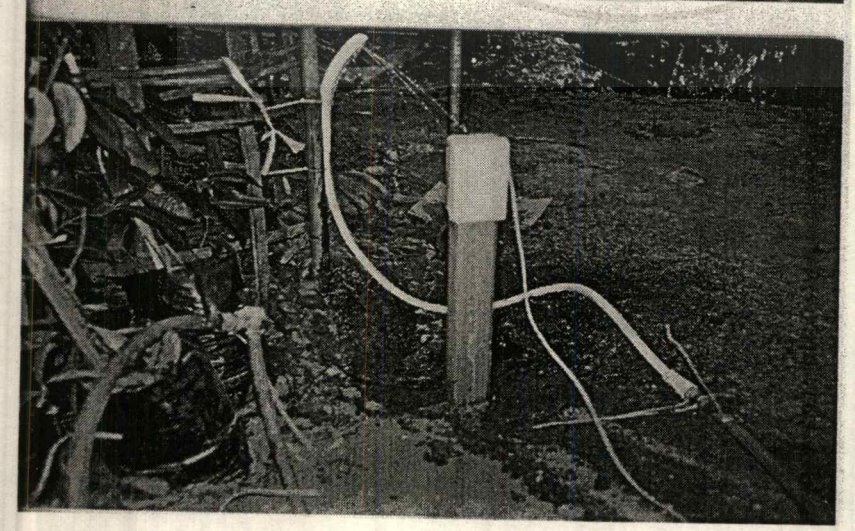
รูปภาพแสดงการใช้งานจริง โดยทดลองที่ บ้าน ท่าทราย ตำบล ท่าทราย อำเภอ เมือง จังหวัด นครนายก



ความชื้น 57.17%



ภาพก่อนทำการรดน้ำ



ภาพขณะทำการรดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น 76.40%

ภาพหลังทำการรดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำ

- ควรทดลองเลือกค่า C ที่น้อยกว่าเดิมลงเพราะจะทำให้วงจรผลิตความถี่ต่ำลงอีกซึ่งจะเป็นผลให้ลดค่าความผิดพลาดลงเนื่องจากอุณหภูมิได้และอาจจะทำให้ต้องใช้ค่าความต้านทานสูงขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้น 0.01 %

- อาจจะทำการลดจำนวนทศนิยมลงจาก 2 ตำแหน่งเป็น 1 ตำแหน่งเพราะจะทำให้ต้องใช้ค่าความต้านทานที่ 20 โอห์มต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นความชื้น 0.1 %

- อาจจะใช้การเปลี่ยนแปลงแรงดัน (voltage) แทนการใช้ค่าความต้านทานในการให้วงจรผลิตออกมา (ถ้าสามารถที่จะทำได้โดยไม่ลำบากมากนัก) เพราะจากการที่ได้ทำการทดลองนั้นการใช้แรงดันทดสอบกับดินนั้นมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไปเพียงเล็กน้อย (ได้ทดลองกับดินปนทรายเท่านั้นเอง ข้าพเจ้าจึงไม่แน่ใจว่าดินชนิดอื่นๆจะให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันหรือไม่) แต่มีปัญหาว่าจะหาเครื่องวัดความชื้นในดิน (เครื่องมาตรฐาน) มาวัดหาค่าเพื่อหาข้อสรุปที่จะนำไปสู่การสร้างวงจรขึ้นมาได้จากที่ไหน

- อาจจะออกแบบหัววัด (probe) ให้เป็นเสมือนตัวเก็บประจุ (capacitor) ตัวหนึ่งเมื่อถูกฝังลงในดิน (ถ้าสามารถที่จะทำได้โดยไม่ลำบากมากนัก)

- หรือ ทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะของการตรวจวัดแบบใหม่ซึ่งเป็นความเชื่อส่วนตัวของข้าพเจ้าเท่านั้นเองไม่สามารถที่จะรับรองว่าเป็นจริงได้ คือ ข้าพเจ้าเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่มีการเจริญเติบโตย่อมรับเอาบางอย่างเข้าไปแล้วปล่อยสิ่งที่ไม่ต้องการออกมา ถ้าพิจารณาที่มนุษย์แล้วเหตุการณ์ดังกล่าวนั้นคือการหิวและการอิ่มเมื่อหิวท้องก็จะร้องเตือนแต่อิ่มนั้นสัญญาณยังไม่ชัดเจนนัก ข้าพเจ้าจึงคิดว่าพืชก็น่าจะเหมือนกับมนุษย์ โดยพืชน่าจะมีสัญญาณบอกว่าหิวหรืออิ่มเพียงแต่ว่าจะสามารถหาเครื่องมือลักษณะใดมาทำการตรวจวัดและจะทำการวัดที่ตำแหน่งใดของพืชซึ่งอาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หรือ สีของใบก็อาจเป็นไปได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

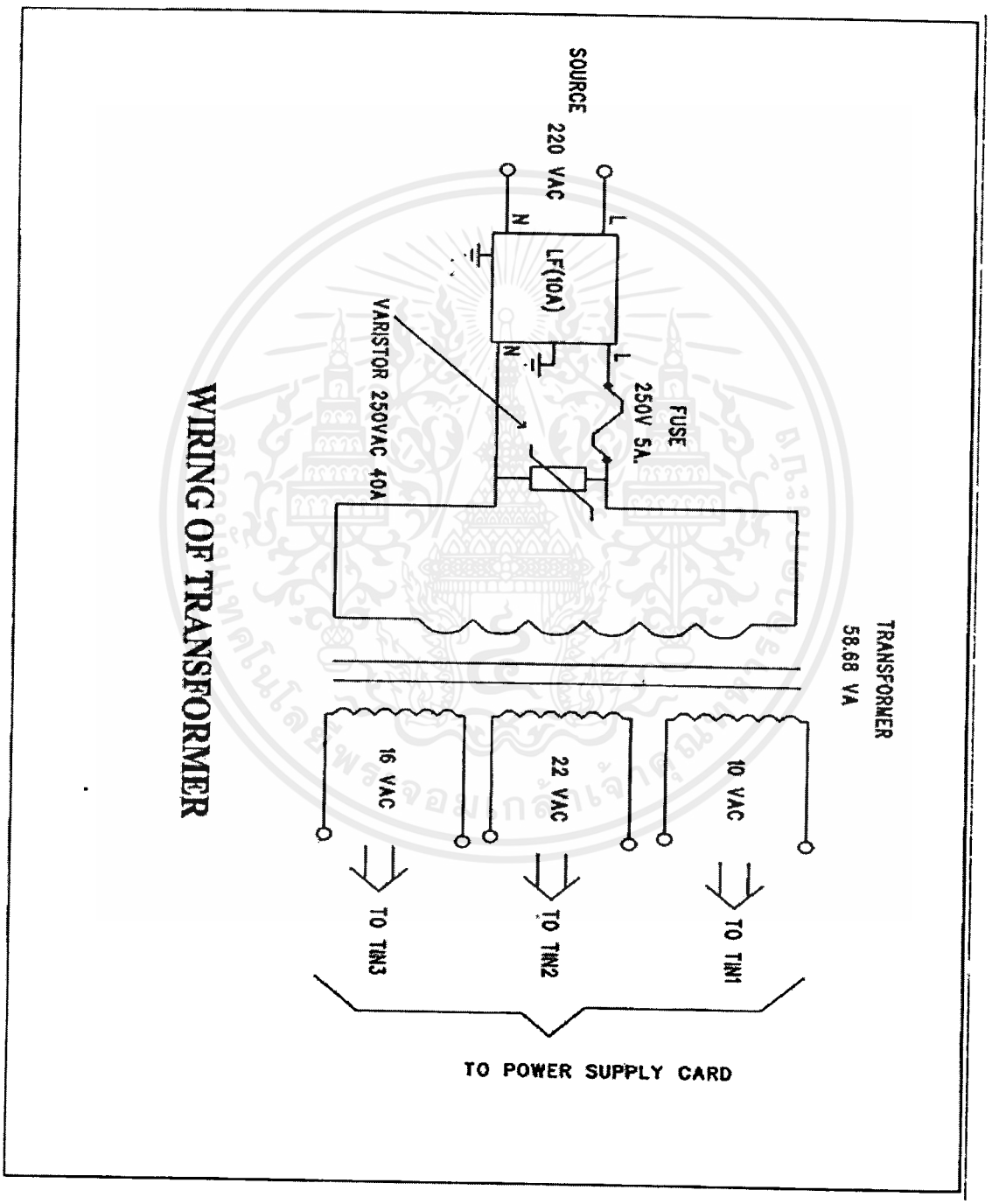
[1] ศจ.ดร. ไพรัช ธัชยพงษ์ "ทฤษฎีและการใช้งาน ไมโครโปรเซสเซอร์" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2530

[2] มงคล ทองสงคราม "ทฤษฎีไมโครโปรเซสเซอร์ II" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2536

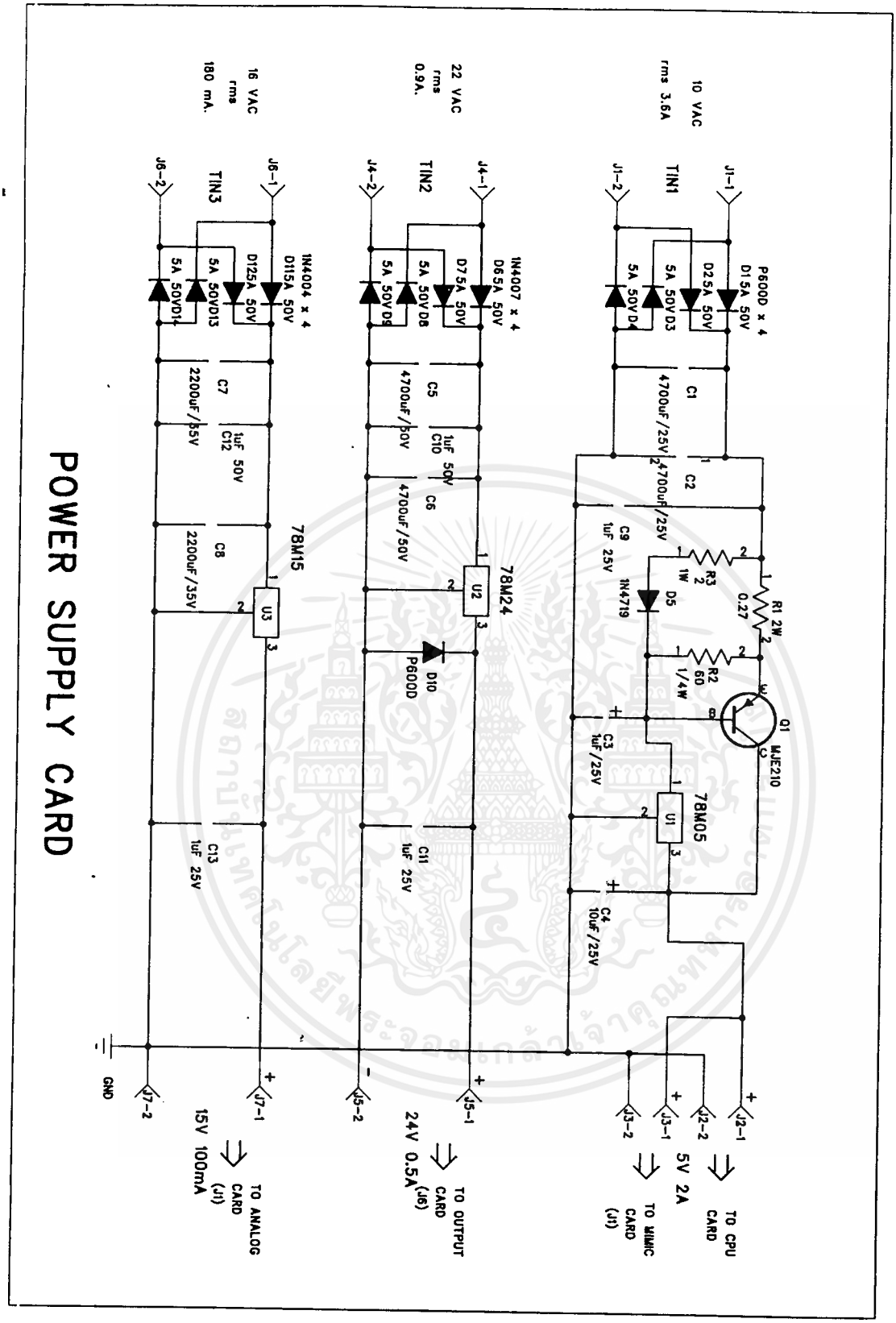
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

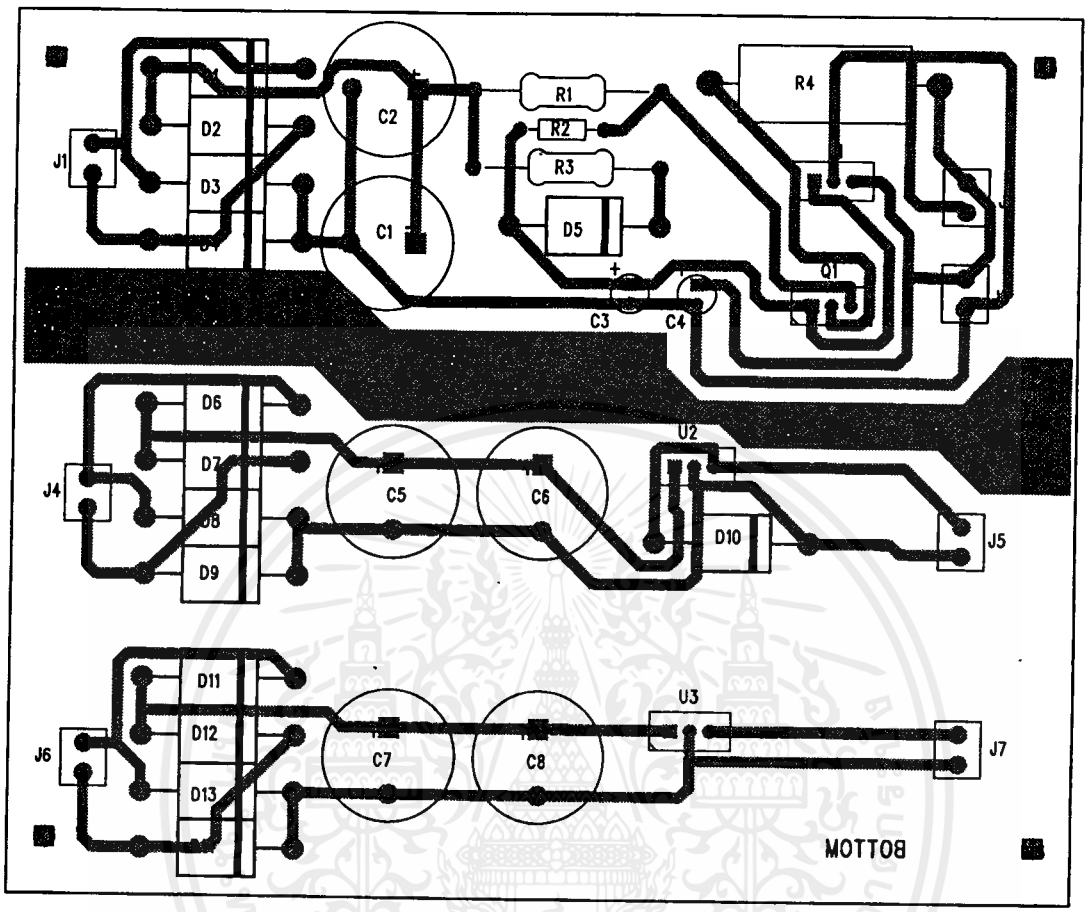
ภาคผนวก นี้จะเป็นวงจรที่ใช้งานจริง แต่ลายปริ้นท์มีการแก้ไขบางส่วน



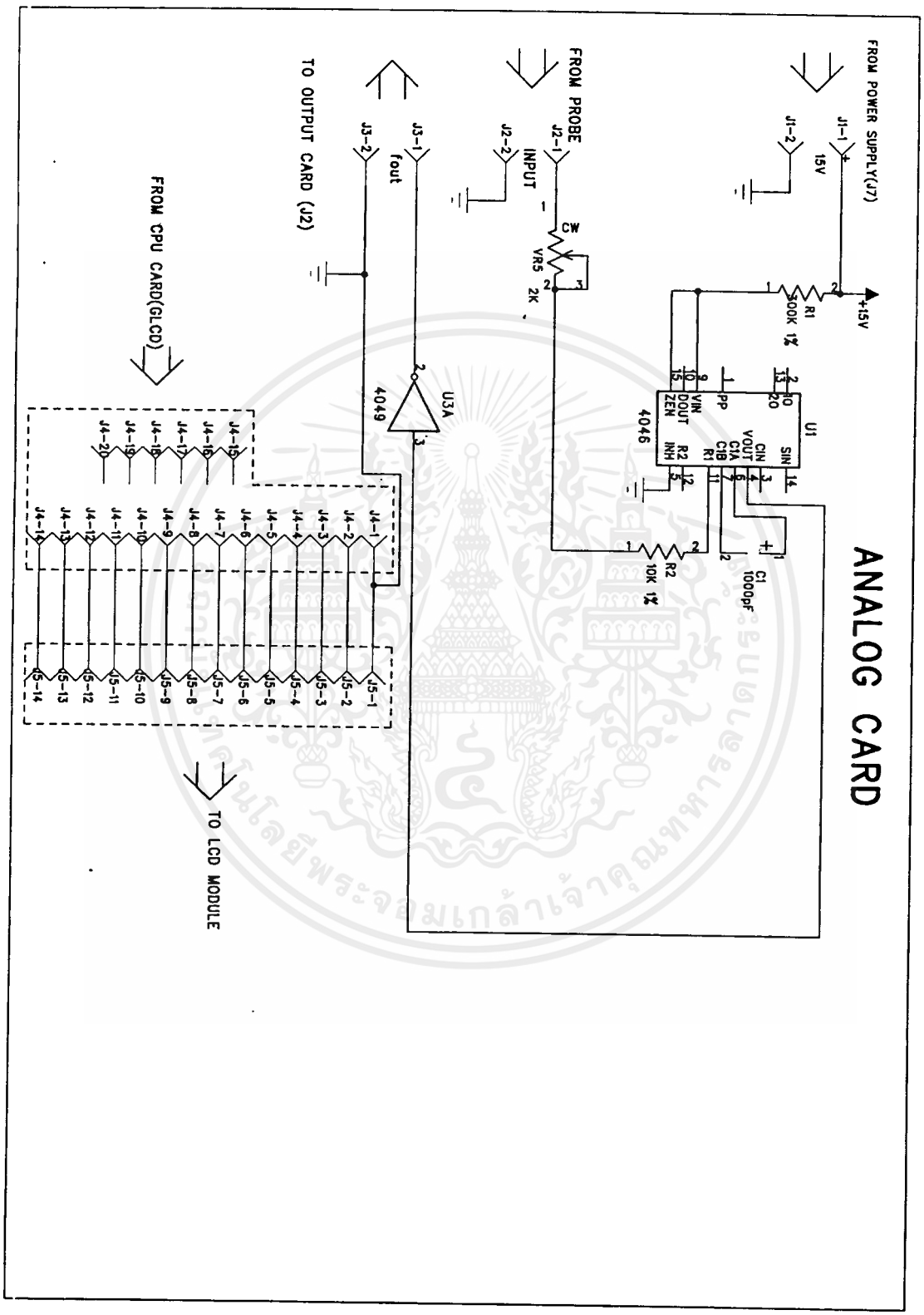
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



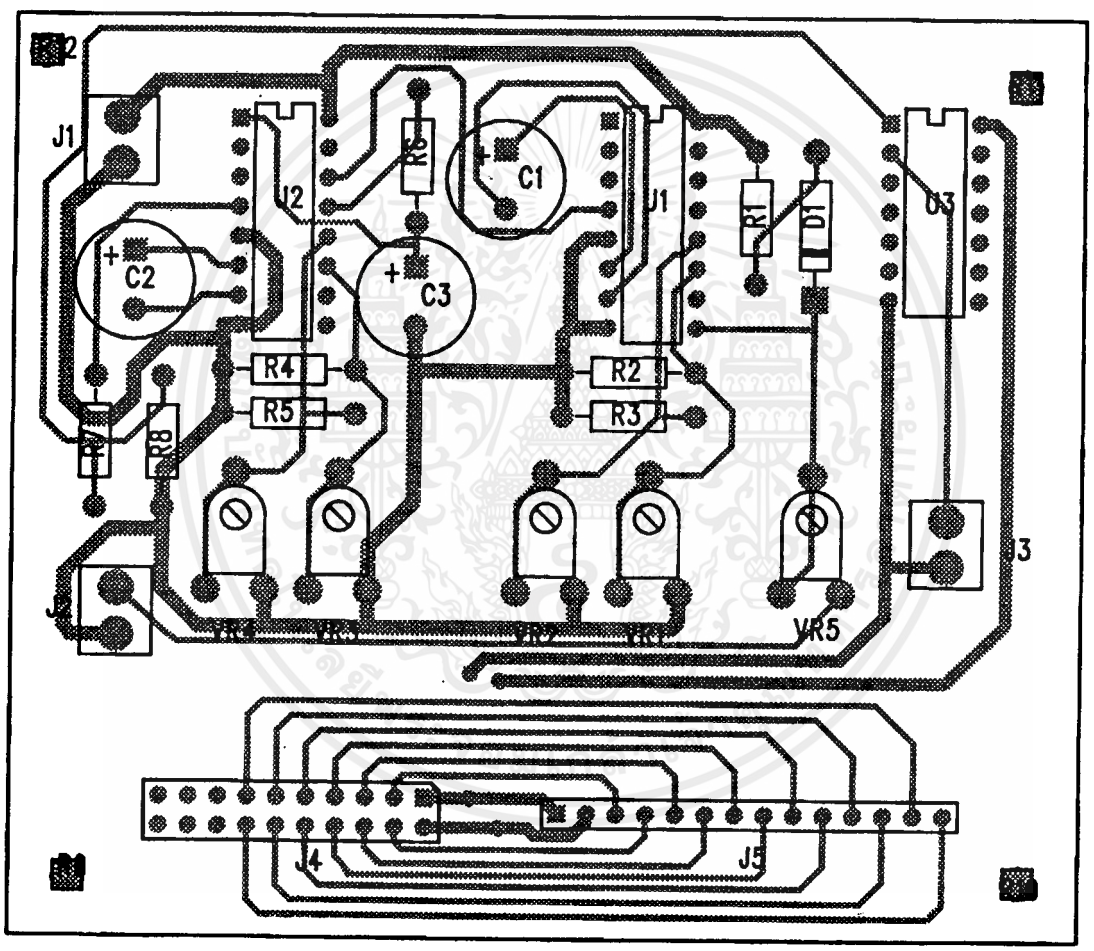
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



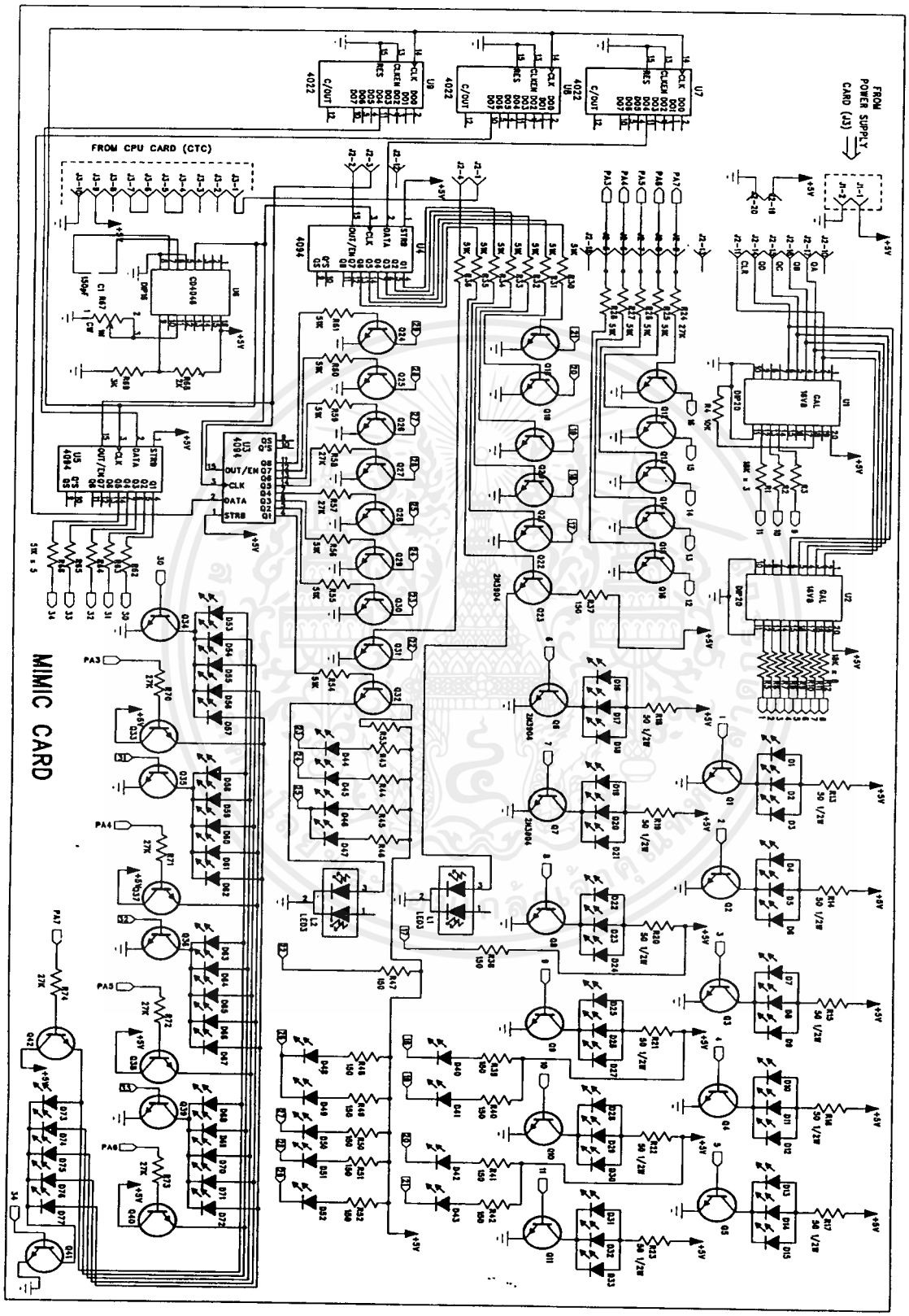
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



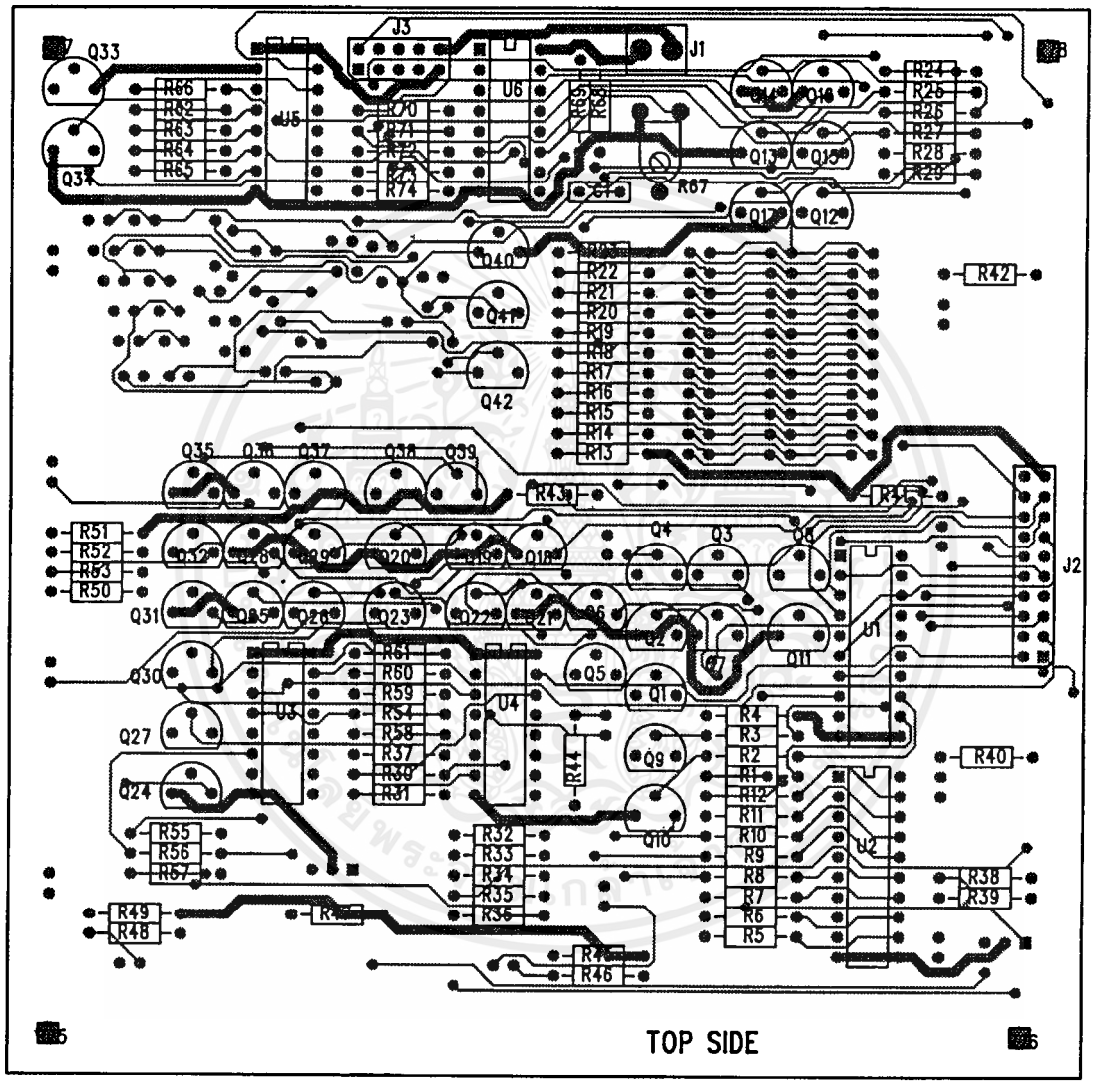
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



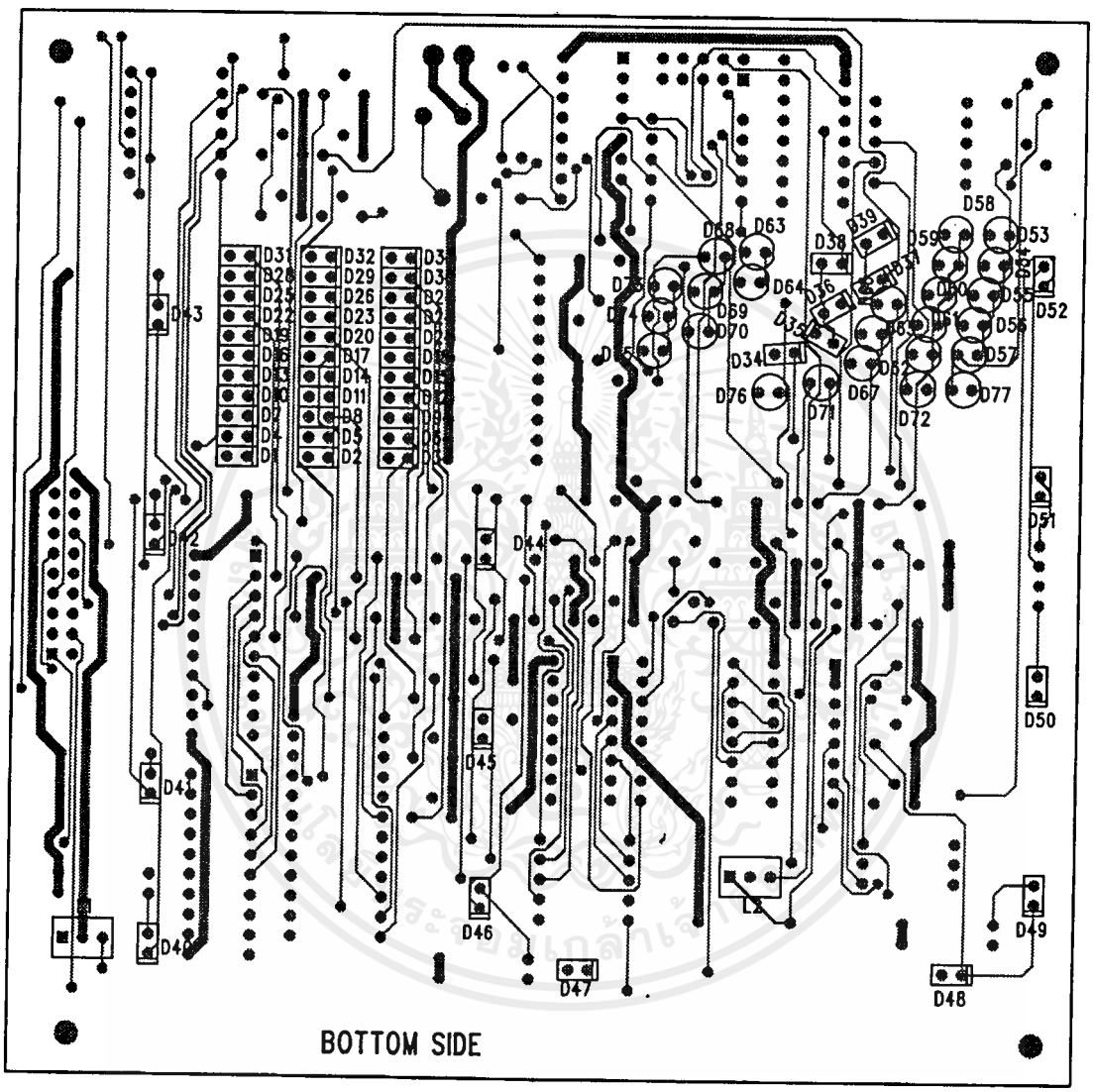
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



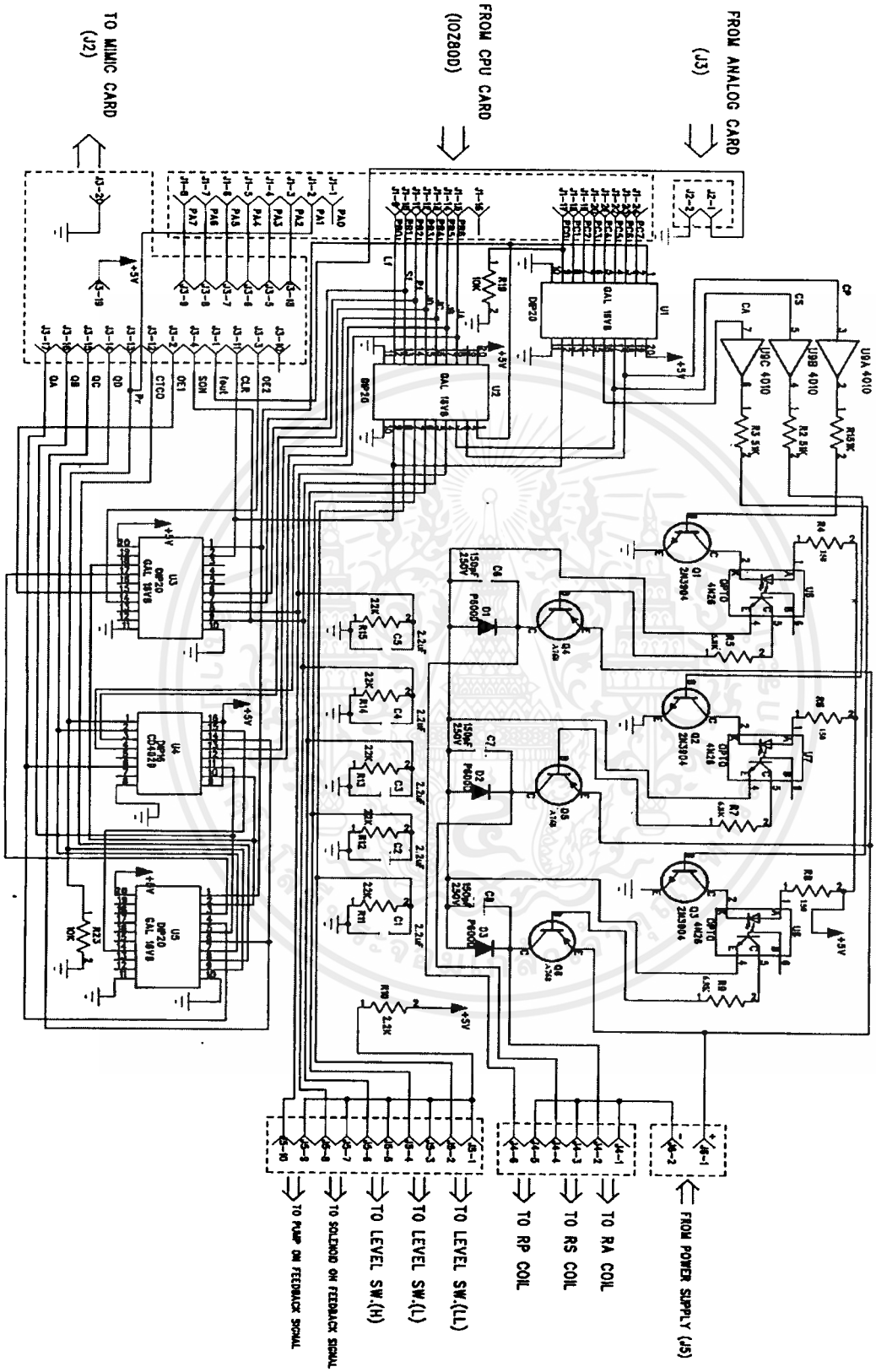
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



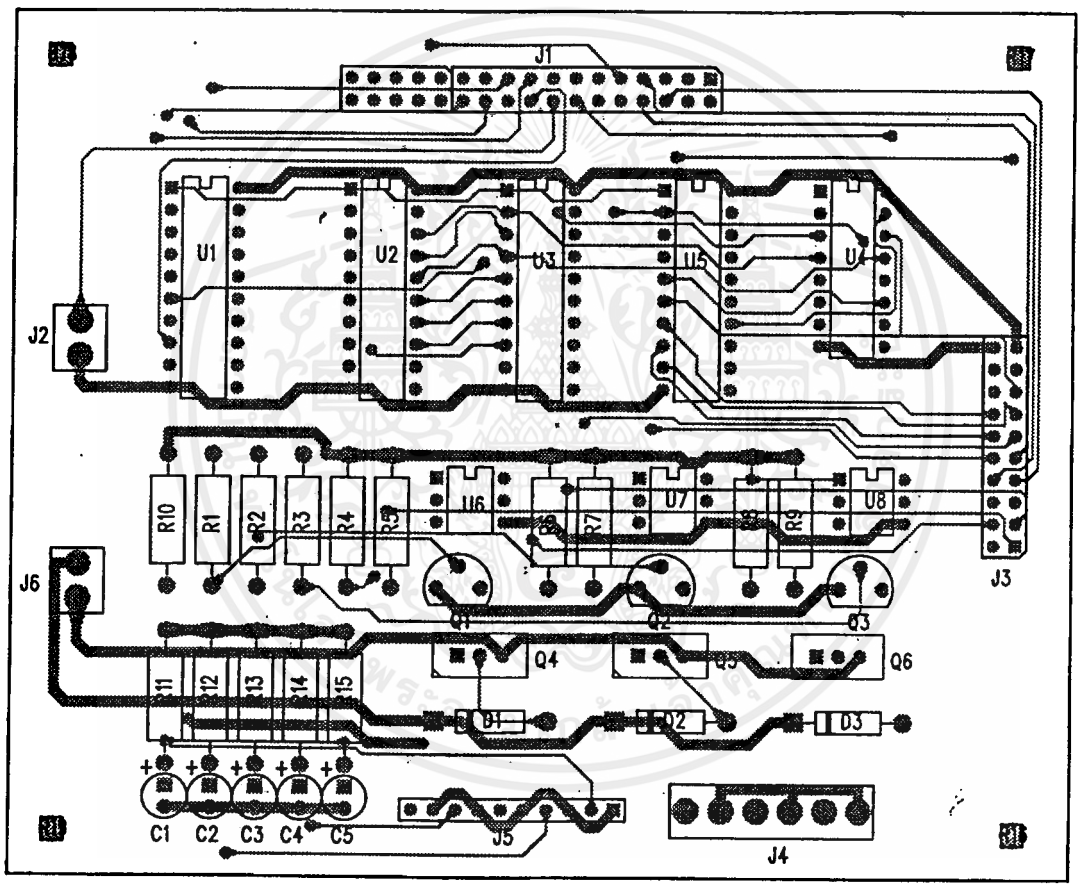
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



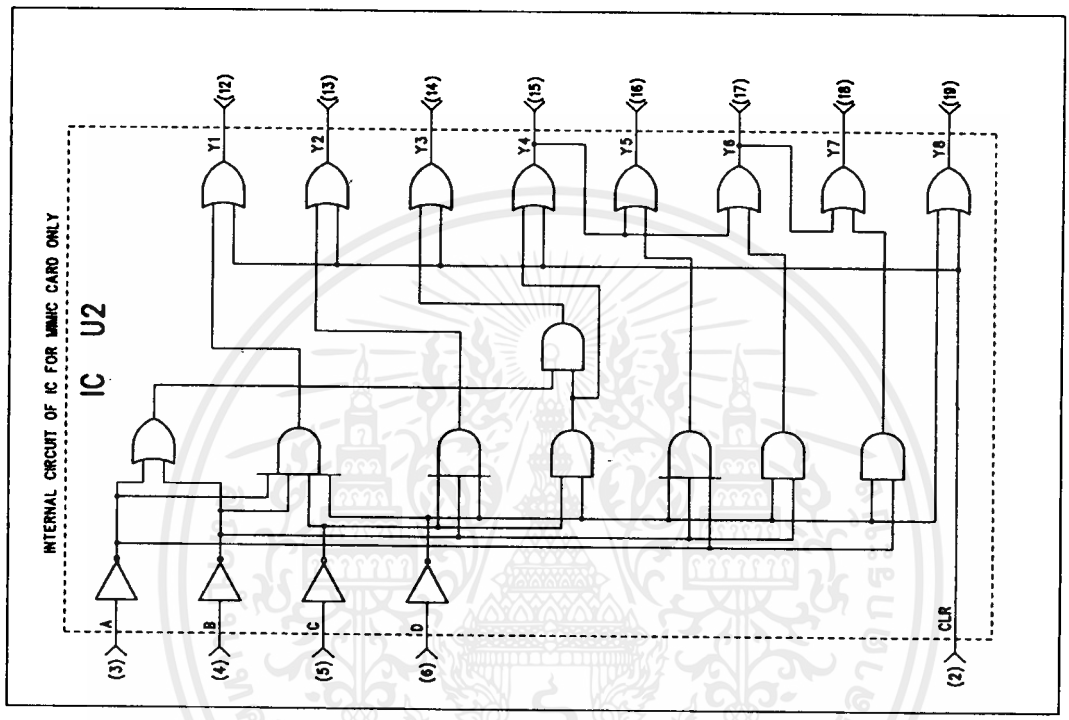
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

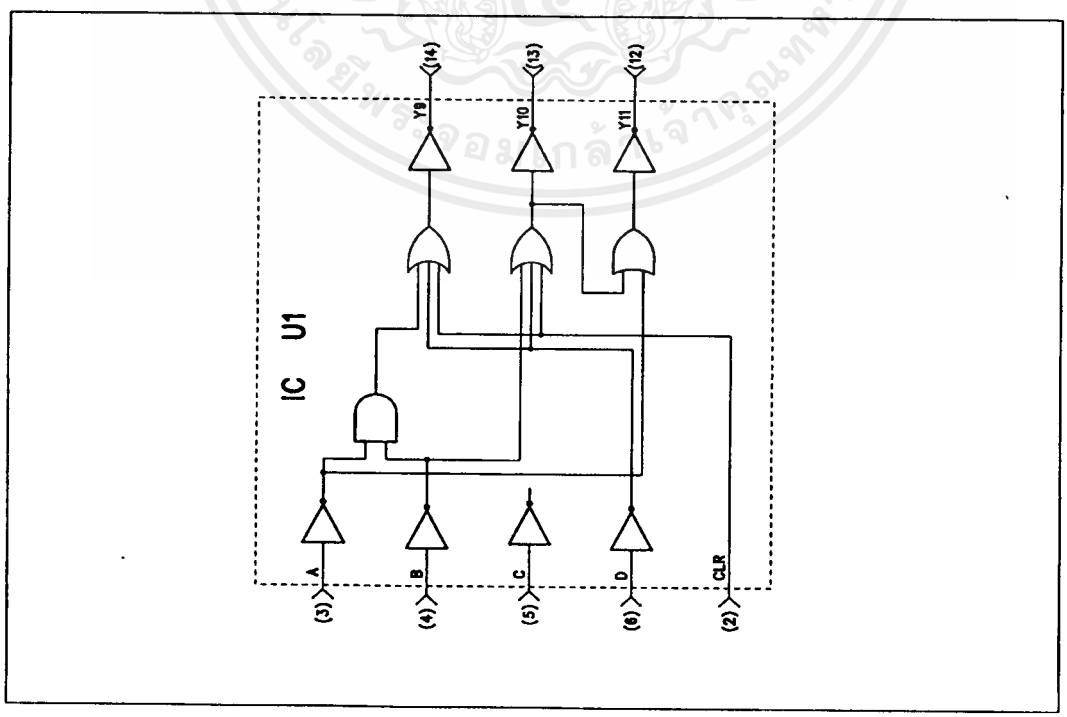


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program PAL ของ Mimic Card

```
PAL16L8
IC1 PALCE16V8  (3/2)
WATER  LEVELS
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
;*************************************************
NC CLR  A   B   C   D   NC  NC  NC  GND
;
/OC  Y11 Y10 Y9  NC  NC  NC  NC  NC  VCC
;*************************************************
IF (OC) /Y9  = /D + /B*/A + CLR
IF (OC) /Y10 = /D + /B + CLR
IF (OC) /Y11 = /D + /B + /A + CLR
;*************************************************
FUNCTION TABLE
/OC  CLR     D C B A   Y9  Y10  Y11
;                              COMMENT
-------------------------------------------------------------------
 H   X     X X X X    Z   Z   Z
;
 L   H     X X X X    L   L   L
;
 L   L     L L L L    L   L   L       0
 L   L     L L L H    L   L   L       1
 L   L     L L H L    L   L   L       2
 L   L     L L H H    L   L   L       3
 L   L     L H L L    L   L   L       4
 L   L     L H L H    L   L   L       5
 L   L     L H H L    L   L   L       6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L  L    LHHH  L  L  L     7
L  L    HLLL  L  L  L     8
L. L    HLLH  H  L  L     9
L  L    HLHL  H  H  L     10
L  L    HLHH  H  H  H     11
L  L    HHLL  X  X  X     12
L  L    HHLH  X  X  X     13
L  L    HHHL  X  X  X     14
L  L    HHHH  X  X  X     15
;
---------------------------------------------------------------
DISCRIPTION
THIS PROGRAM USED TO CONNECT WITH U/D COUNTER .

;*****************************************************
PAL16L8
IC1 PAL16L8  (3/2)
WATER  LEVELS
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
*D2217*
G0*F0*
L0256 11111111111111111111111111111110*
L0288 11111111111011111111111111111111*
L0320 11111111111111111111011111111111*
L0352 11111111111111111111111110111111*
L0384 01111111111111111111111111111111*
L0512 11111111111111111111111111111110*
L0544 11110111111110111011111111111111*
L0576 11110111011110111111111111111111*
L0608 01111111111111111111111111111111*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L1280 11111111111111111111111111111110*

L1312 11111111111111110111111111111111*

L1344 11111111101111111111111111111111*

L1376 11111011111111111111111111111111*

L1408 01111111111111111111111111111111*

L1536 11111111111111111111111111111110*

L1568 11111111111111110111111111111111*

L1600 11111111101111111111111111111111*

L1632 01111111111111111111111111111111*

L1792 11111111111111111111111111111110*

L1824 11111111111111110111111111111111*

L1856 11111011101111111111111111111111*

L1888 01111111111111111111111111111111*

V0001 XXXXXXXXXN1ZZZXXZZXN*

V0002 X1XXXXXXXN0LLLXXLLXN*

V0003 X0000011XN0LLLXXHHXN*

V0004 X01000XXXN0LLLXXLLXN*

V0005 X0010010XN0LLLXXHLXN*

V0006 X01100XXXN0LLLXXLLXN*

V0007 X0001001XN0LLLXXHLXN*

V0008 X0101000XN0LLLXXHLXN*

V0009 X0011001XN0LLLXXHLXN*

V0010 X0111010XN0LLLXXHLXN*

V0011 X0000111XN0LLLXXHHXN*

V0012 X0100111XN0HLLXXHHXN*

V0013 X0010111XN0HHLXXHHXN*

V0014 X01101XXXN0HHHXXLLXN*

V0015 X0001111XN0XXXXXHHXN*

V0016 X0101111XN0XXXXXHHXN*

V0017 X0011111XN0XXXXXHHXN*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
V0018 X0111111XN0XXXXXHHXN*
L2048 00000000*
L2056 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000*
L2120 11111111*
L2128 11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111*
L2192 11*
C4D5D*

;*************************************************
PAL16L8
IC1 PALCE16V8 (3/1)
WATER LEVELS
KMITL. Mr.Kongdet Maneejak code 38013314 3L.
;*************************************************
NC CLR A B C D NC NC NC GND
;    lsb _____msb
/OC Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 VCC
;*************************************************
IF (OC) /Y1 = /D*/C*/B*/A + CLR
IF (OC) /Y2 = /D*/C*/B + CLR
IF (OC) /Y3 = /D*/C*/B + /D*/C*/A + CLR
IF (OC) /Y4 = /D*/C + CLR
IF (OC) /Y5 = /C*/D + /D*/B*/A + CLR
IF (OC) /Y6 = /D*/C + /B*/D + CLR
IF (OC) /Y7 = /Y6 + /D*/A + CLR
IF (OC) /Y8 = /D + CLR
;*************************************************
FUNCTION TABLE
/OC CLR D C B A  Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8
-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 H  X  XXXX  Z Z Z Z  Z Z Z Z
;
 L  H  XXXX  L L L L  L L L L
;
 L  L  LLLL  L L L L  L L L L
 L  L  LLLH  H L L L  L L L L
 L  L  LLHL  H H L L  L L L L
 L  L  LLHH  H H H L  L L L L
 L  L  LHLL  H H H H  L L L L
 L  L  LHLH  H H H H  H L L L
 L  L  LHHL  H H H H  H H L L
 L  L  LHHH  H H H H  H H H L
 L  L  HLLL  H H H H  H H H H
 L  L  HLLH  H H H H  H H H H
 L  L  HLHL  H H H H  H H H H
 L  L  HLHH  H H H H  H H H H
 L  L  HHLL  H H H H  H H H H
 L  L  HHLH  H H H H  H H H H
 L  L  HHHL  H H H H  H H H H
 L  L  HHHH  H H H H  H H H H
;
```

DISCRIPTION

THIS PROGRAM USED TO CONNECT WITH U/D COUNTER .□

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
PAL16L8
IC1 PAL16L8 (3/1)
WATER  LEVELS
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
*D2217*
G0*F0*
L0000 11111111111111111111111111111110*
L0032 11111111111111111011111111111111*
L0064 01111111111111111111111111111111*
L0256 11111111111111111111111111111110*
L0288 11111111110111111111111111111111*
L0320 11111011111111110111111111111111*
L0352 01111111111111111111111111111111*
L0512 11111111111111111111111111111110*
L0544 11111111111110111011111111111111*
L0576 11111111101111111011111111111111*
L0608 01111111111111111111111111111111*
L0768 11111111111111111111111111111110*
L0800 11111111111110111011111111111111*
L0832 11111011101111111011111111111111*
L0864 01111111111111111111111111111111*
L1024 11111111111111111111111111111110*
L1056 11111111111110111011111111111111*
L1088 01111111111111111111111111111111*
L1280 11111111111111111111111111111110*
L1312 11111111101110111011111111111111*
L1344 11111011111110111011111111111111*
L1376 01111111111111111111111111111111*
L1536 11111111111111111111111111111110*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L1568 11111111101110111011111111111111*

L1600 01111111111111111111111111111111*

L1792 11111111111111111111111111111110*

L1824 11111011101110111011111111111111*

L1856 01111111111111111111111111111111*

V0001 XXXXXXXXXN1ZZZZZZZZN*

V0002 X1XXXXXXXN0LLLLLLLLN*

V0003 X00000XXXN0LLLLLLLLN*

V0004 X01000XXXN0HLLLLLLLN*

V0005 X00100XXXN0HHLLLLLLN*

V0006 X01100XXXN0HHHLLLLLN*

V0007 X00010XXXN0HHHHLLLLN*

V0008 X01010XXXN0HHHHHLLLN*

V0009 X00110XXXN0HHHHHHLLN*

V0010 X01110XXXN0HHHHHHHLN*

V0011 X00001XXXN0HHHHHHHHN*

V0012 X01001XXXN0HHHHHHHHN*

V0013 X00101XXXN0HHHHHHHHN*

V0014 X01101XXXN0HHHHHHHHN*

V0015 X00011XXXN0HHHHHHHHN*

V0016 X01011XXXN0HHHHHHHHN*

V0017 X00111XXXN0HHHHHHHHN*

V0018 X01111XXXN0HHHHHHHHN*

L2048 00000000*

L2056 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000*

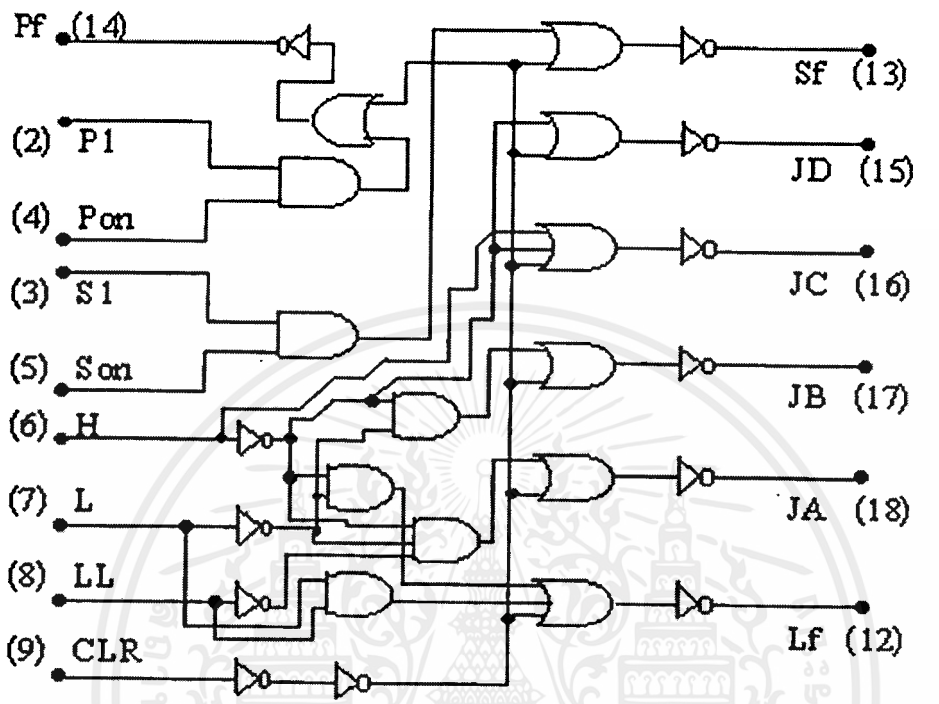
L2120 11111111*

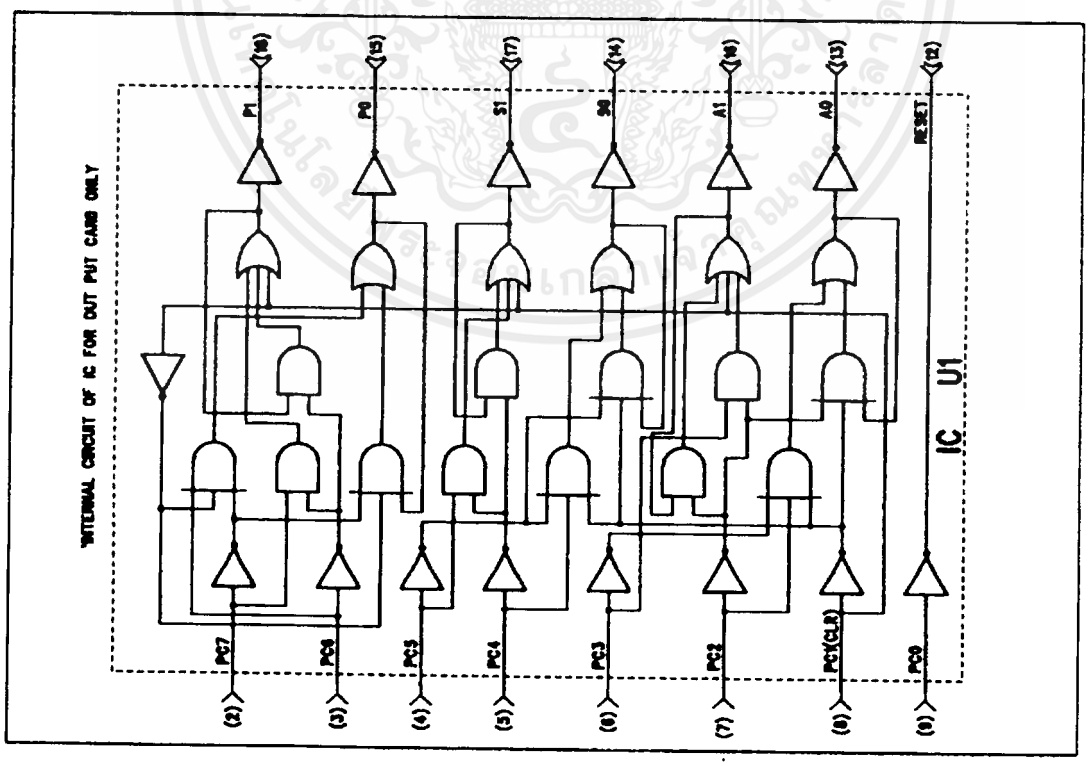
L2128 11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111*

L2192 11*

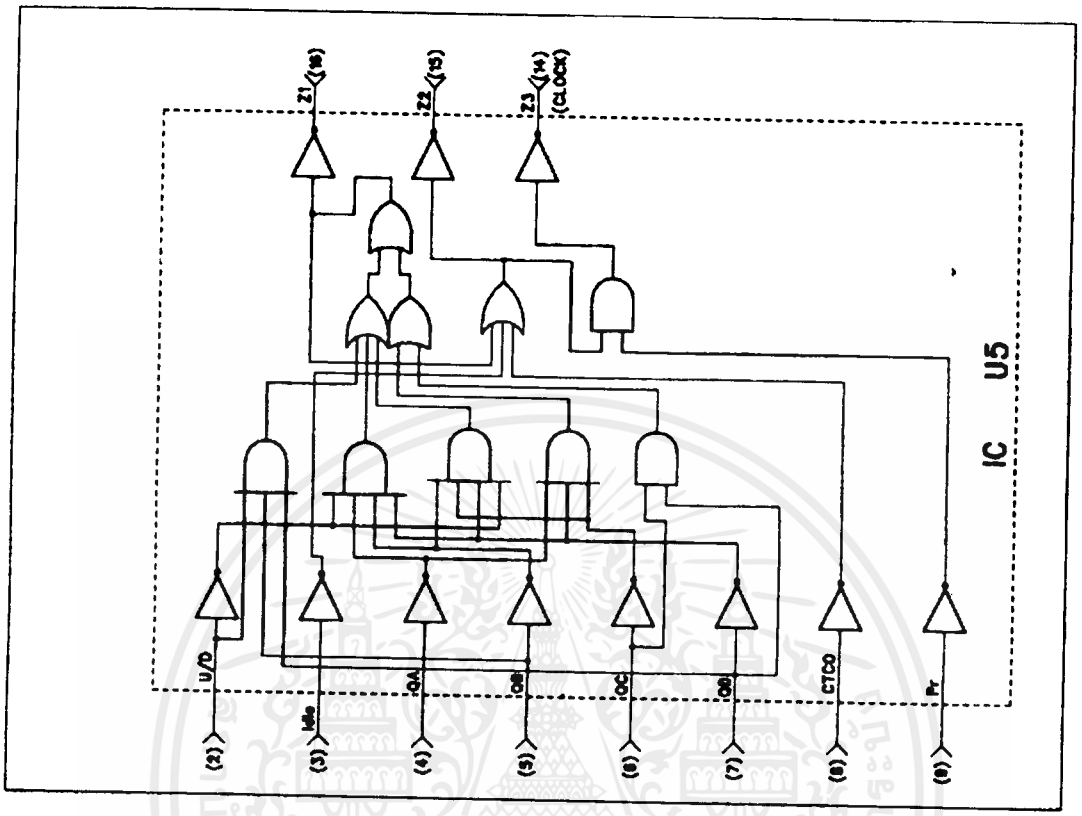
C4D5D*

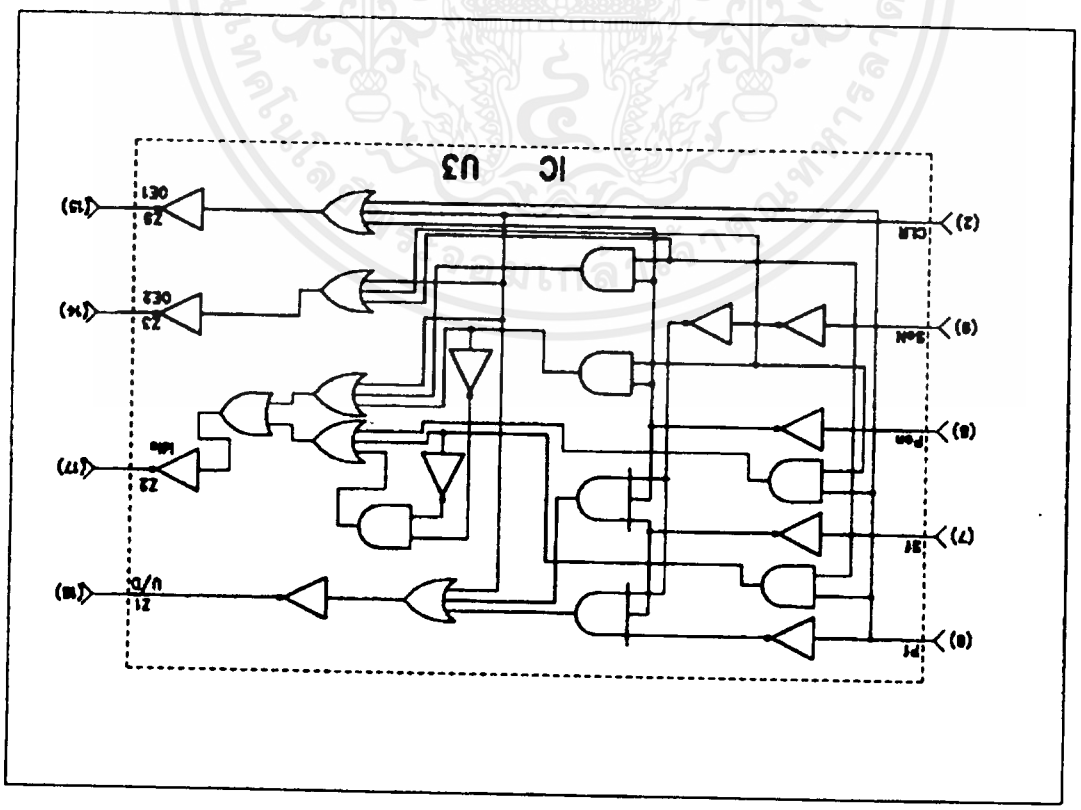
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program PAL ของ Output Card

```
PAL16L8
IC1 PAL16L8
control on/off pump , solenoid and alarm
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
;************************************************
NC  I1  I2  I3  I4  I5  I6  /CLR RE  GND
;   pc0 _____________________________pc7
/OC  RES A0  S0  P0  A1  S1  P1  NC  VCC
;************************************************
IF (OC) /P1  = /P1*/I2 + I1*/I2 + CLR
IF (OC) /P0  = /I1*I2*/CLR + /I1*/P0*/CLR
IF (OC) /S1  = /S1*/I4 + I3*/I4 + CLR
IF (OC) /S0  = /I3*I4*/CLR + /I3*/S0*/CLR
IF (OC) /A1  = /A1*/I6 + I5*/I6 + CLR
IF (OC) /A0  = /I5*I6*/CLR + /I5*/A0*/CLR
IF (OC) /RES = RE
;************************************************
FUNCTION TABLE
/OC  /CLR    RE I6 I5 I4 I3 I2 I1   P1 P0  S1 S0  A1 A0 RES
; /
; OC  CLR     I7 I6 I5 I4 I3 I2 I1   P1 P0  S1 S0  A1 A0 RES     COMMENT
-------------------------------------------------------------------------
 H   X      X X X X X X X   Z Z  Z Z  Z Z  Z
 L   L      X X X X X X X   L H  L H  L H  X     CLEAR
 L   H      L X X X X X X   X X  X X  X X  H
 L   H      H X X X X X X   X X  X X  X X  L
 L   L      X X X X X X X   L H  L H  L H  X
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L  H   X X X X X L L  H L  X X  X X X
L  H   X X X X X L H  L H  X X  X X X
L  H   X X X X X H H  X X  X X  X X X
L  H   X X X X X H L  H L  X X  X X X
L  L   X X X X X X X  L H  L H  L H X
L  H   X X X L L X X  X X  H L  X X X
L  H   X X X L H X X  X X  L H  X X X
L  H   X X X H H X X  X X  X X  X X X
L  H   X X X H L X X  X X  H L  X X X
L  L   X X X X X X X  L H  L H  L H X
L  H   X L L X X X X  X X  X X  H L X
L  H   X L H X X X X  X X  X X  L H X
L  H   X H H X X X X  X X  X X  X X X
L  H   X H L X X X X  X X  X X  H L X
```

DISCRIPTION

THIS PROGRAM BE USED CONTROL THE OUT PUT CARD.

```
;*************************************************
PAL16L8
IC1 PAL16L8  (IC4)
control on/off pump , solenoid and alarm
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
*D2217*
G0*F0*
L0256 11111111111111111111111111111110*
L0288 10110111111111111111111110111111*
L0320 10111011111111111111111101111111*
L0352 11011111111111111111111111111111*
L0512 11111111111111111111111111111110*
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L0544 11111111101101111111111110111111*

L0576 11111111101110111111111101111111*

L0608 11011111111111111111111111111111*

L0768 11111111111111111111111111111110*

L0800 11111111111111111011011110111111*

L0832 11111111111111111011101101111111*

L0864 11011111111111111111111111111111*

L1024 11111111111111111111111111111110*

L1056 01111011111111111111111110111111*

L1088 11011111111111111111111111111111*

L1280 11111111111111111111111111111110*

L1312 11111111011110111111111110111111*

L1344 11011111111111111111111111111111*

L1536 11111111111111111111111111111110*

L1568 11111111111111111011101110111111*

L1600 11011111111111111111111111111111*

L1792 11111111111111111111111111111110*

L1824 11111111111111111111111111111011*

L1856 11011111111111111111111111111111*

V0001 XXXXXXXXXN1ZZZZZZZXN*

V0002 1XXXXXXXXN0LLLLLLLXN*

V0003 000XXXX00N0LXXXXXXXN*

V0004 010XXXX01N0HXXLXXHXN*

V0005 001XXXX0XN0XXXHXXLXN*

V0006 011XXXX0XN0XXXXXXXXN*

V0007 000XXXX1XN0XXXHXXLXN*

V0008 010XXXX1XN0XXXXXXXXN*

V0009 001XXXX1XN0XXXXXXXXN*

V0010 011XXXX1XN0XXXXXXXXN*

V0011 1XXXXXXXXN0LLLLLLLXN*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
V0012 0XX00XX0XN0XXXXXXXXN*
V0013 0XX10XX0XN0XXLXXHXXN*
V0014 0XX01XX0XN0XXHXXLXXN*
V0015 0XX11XX0XN0XXXXXXXXN*
V0016 0XX00XX1XN0XXHXXLXXN*
V0017 0XX10XX1XN0XXXXXXXXN*
V0018 0XX01XX1XN0XXXXXXXXN*
V0019 0XX11XX1XN0XXXXXXXXN*
V0020 1XXXXXXXXN0LLLLLLLXN*
V0021 0XXXX000XN0XXXXXXXXN*
V0022 0XXXX100XN0XLXXHXXXN*
V0023 0XXXX010XN0XHXXLXXXN*
V0024 0XXXX110XN0XXXXXXXXN*
V0025 0XXXX001XN0XHXXLXXXN*
V0026 0XXXX101XN0XXXXXXXXN*
V0027 0XXXX011XN0XXXXXXXXN*
V0028 0XXXX111XN0XXXXXXXXN*
C5AD6*
C82B

;*************************************************
PAL16L8
IC1 PALCE16V8  (IC1)
control preset of updown counter and oe1
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
;*************************************************
NC  I1  I2  I3  I4  I5  I6  I7  CLR GND
;   p0  s0  Pon Son H   L   LL
/OC  LF  SF  PF  JD  JC  JB  JA  NC  VCC
;*************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IF (OC) /JA  = /I7*/I6*/I5 + CLR
IF (OC) /JB  = /I5*/I6 + CLR
IF (OC) /JC  = /I5 + I5 + CLR
IF (OC) /JD  = /I5 + CLR
IF (OC) /PF  = /I1*I3  + CLR
IF (OC) /SF  = /I2*I4  + CLR
IF (OC) /LF  = /I5*/I6 + I6*I7 + CLR
;*****************************************************
FUNCTION TABLE
/OC  CLR     I2 I4 I1 I3 I5 I6 I7   LF SF  PF JD  JC JB JA
; /
; OC  CLR     I2 I4 I1 I3 I5 I6 I7   LF SF  PF JD  JC JB JA     COMMENT
-------------------------------------------------------------------------
 H  X     X X X X X X X  Z Z  Z Z  Z Z Z
 L  H     X X X X X X X  L L  L L  L L L    CLEAR
 L  L     X X X X L L L  L X  X L  L L L
 L  L     X X X X L L H  L X  X L  L L H
 L  L     X X X X L H L  H X  X L  L H H
 L  L     X X X X L H H  L X  X L  L H H
 L  L     X X X X H L L  H X  X H  L H H
 L  L     X X X X H L H  H X  X H  L H H
 L  L     X X X X H H L  H X  X H  L H H
 L  L     X X X X H H H  L X  X H  L H H
 L  H     X X X X X X X  L L  L L  L L L    CLEAR
 L  L     X X L L X X X  X X  H X  X X X
 L  L     X X L H X X X  X X  L X  X X X
 L  L     X X H L X X X  X X  H X  X X X
 L  L     X X H H X X X  X X  H X  X X X
 L  L     L L X X X X X  X H  X X  X X X
 L  L     L H X X X X X  X L  X X  X X X
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L L H L X X X X X X H X X X X X

L L H H X X X X X X H X X X X X

DISCRIPTION

THIS PROGRAM BE PRESET SIGNAL AND FAIL.

;

;**********

PAL16L8

IC1 PAL16L8 (IC1)

control preset of updown counter and oe1

KMITL. Mr.Kongdet Maneejak code 38013314 3L.

D2217

G0*F0*

L0256 11111111111111111111111111111110*

L0288 11111111111111110111011101111111*

L0320 11011111111111111111111111111111*

L0512 11111111111111111111111111111110*

L0544 11111111111111110111011111111111*

L0576 11011111111111111111111111111111*

L0768 11111111111111111111111111111110*

L0800 11111111111111110111111111111111*

L0832 11111111111111110111111111111111*

L0864 11011111111111111111111111111111*

L1024 11111111111111111111111111111110*

L1056 11111111111111110111111111111111*

L1088 11011111111111111111111111111111*

L1280 11111111111111111111111111111110*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L1312 10111111011111111111111111111111*

L1344 01111111101111111111111111111111*

L1376 11011111111111111111111111111111*

L1536 11111111111111111111111111111110*

L1568 11111011111101111111111111111111*

L1600 11110111111111011111111111111111*

L1632 11011111111111111111111111111111*

L1792 11111111111111111111111111111110*

L1824 11111111111111111011101111111111*

L1856 11111111111111111111011101111111*

L1888 11011111111111111111111111111111*

V0001 XXXXXXXXXN1ZZZZZZZXN*

V0002 1XXXXXXXXN0LLLLLLLXN*

V0003 0XXXX000XN0LXXLLLLXN*

V0004 0XXXX001XN0LXXLLLHXN*

V0005 0XXXX010XN0HXXLLHHXN*

V0006 0XXXX011XN0LXXLLHHXN*

V0007 0XXXX100XN0HXXHLHHXN*

V0008 0XXXX101XN0HXXHLHHXN*

V0009 0XXXX110XN0HXXHLHHXN*

V0010 0XXXX111XN0LXXHLHHXN*

V0011 1XXXXXXXXN0LLLLLLLXN*

V0012 00X0XXXXXN0XXHXXXXXN*

V0013 00X1XXXXXN0XXLXXXXXN*

V0014 01X0XXXXXN0XXLXXXXXN*

V0015 01X1XXXXXN0XXHXXXXXN*

V0016 0X0X0XXXXN0XHXXXXXXN*

V0017 0X0X1XXXXN0XLXXXXXXN*

V0018 0X1X0XXXXN0XLXXXXXXN*

V0019 0X1X1XXXXN0XHXXXXXXN*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L2048 00000000*
L2056 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000*
L2120 11111111*
L2128 11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111*
L2192 11*
C4D5D*
```

```
;*****************************************************
PAL16L8
IC2 PALCE16V8  (2/1)
Control U/D & OE of shift
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
;*****************************************************
NC  CLR  NC  NC  NC  I5  I6  I7  I8 GND
;   Ja  Jb  Jc  Jd  Pf  Sf  Pon Son
/OC  NC  NC  Z3  Z5  NC  Z2  Z1  NC VCC
;          OE2 OE1    IDLE U/D
;*************************************************
IF (OC) /Z1  =  /I6*/I7*I8 + I5*/I6*I8 + CLR
IF (OC) /Z2  = I6*I5 + /I7*/I8 + /I8*I5 + /I7*I6 + /I5*/I6*I7*I8 + CLR
IF (OC) /Z3  = I6 + /I8 + CLR
IF (OC) /Z5  =  I5 + /I7 +  CLR
;*****************************************************
FUNCTION TABLE
/OC CLR  I5 I6 I8 I7    Z1 Z2     Z3 Z5
;                                COMMENT
-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H	X X X X X	Z Z	Z Z	
L	H X X X X	L L	L L	
L	H X X X X	X L	L L	0
L	L L L L L	X L	L L	1
L	L L L L H	X H	L H	2
L	L L L H L	X H	H L	3
L	L L L H H	X L	H H	4
L	L L H L L	X L	L L	5
L	L L H L H	X H	L H	6
L	L L H H L	X L	L L	7
L	L L H H H	X H	L H	8
L	L H L L L	X L	L L	9
L	L H L L H	X L	L L	10
L	L H L H L	X H	H L	11
L	L H L H H	X H	H L	12
L	L H H L L	X L	L L	13
L	L H H L H	X L	L L	14
L	L H H H L	X L	L L	15
L	L H H H L	X L	L L	16
L	H X X X X	X X	X X	17
L	L L L L L	X X	X X	18
L	L L L L H	H X	X X	19
L	L L L H L	L X	X X	20
L	L L L H H	X X	X X	21
L	L L H L L	X X	X X	22
L	L L H L H	H X	X X	23
L	L L H H L	X X	X X	24
L	L L H H H	H X	X X	25
L	L H L L L	X X	X X	26
L	L H L L H	X X	X X	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L L H L H L L X X X 28

L L H L H H L X X X 29

L L H H L L X X X X 30

L L H H L H X X X X 31

L L H H H L X X X X 32

L L H H H L X X X X 33

DISCRIPTION

THIS PROGRAM USED TO CONNECT WITH U/D COUNTER & OUT PUT ENABLE

;**********

PAL16L8

IC2 PAL16L8 (2/1)

Control U/D & OE of shift

KMITL. Mr.Kongdet Maneejak code 38013314 3L.

D2217

G0*F0*

L0256 11111111111111111111111111111110*

L0288 11111111111111111111111110111111*

L0320 11111111111111101111111111111111*

L0352 11011111111111111111111111111111*

L0512 11111111111111111111111111111110*

L0544 11111111111111101110111111111111*

L0576 11111111111111111111111110111011*

L0608 11111111111111101111111111111011*

L0640 11111111111111111110111110111111*

L0672 11111111111111111011101101110111*

L0704 11011111111111111111111111111111*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L1280 11111111111111111111111111111110*

L1312 11111111111111111111011111111111*

L1344 11111111111111111111111111111011*

L1376 11011111111111111111111111111111*

L1536 11111111111111111111111111111110*

L1568 11111011111101111111111111111111*

L1600 10110111111111111111111111111111*

L1632 11111111011111111111111111111111*

L1664 11011111111111111111111111111111*

V0001 XXXXXXXXXN1XZZXXZZXN*

V0002 XXXXXXXXXN1XZZXXZZXN*

V0003 1XXXXXXXXN0XLLXXLLXN*

V0004 000000000N0XHLXXLXXN*

V0005 010000010N0XHLXXHHXN*

V0006 001000001N0XLHXXHLXN*

V0007 011000011N0XHHXXLHXN*

V0008 000100100N0XLLXXLXXN*

V0009 010100110N0XLLXXHHXN*

V0010 001100101N0XLLXXLXXN*

V0011 011100111N0XLLXXHHXN*

V0012 000011000N0XLLXXLXXN*

V0013 010011010N0XLLXXLXXN*

V0014 001011001N0XLHXXHLXN*

V0015 011011011N0XHHXXHLXN*

V0016 000111100N0XLLXXLXXN*

V0017 010111110N0XLLXXLXXN*

V0018 001111101N0XLLXXLXXN*

V0019 011111111N0XLLXXLXXN*

L2048 00000000*

L2056 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L2120 11111111*
L2128 11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111*
L2192 11*
C4D5D*

;*****************************************************
PAL16L8
IC2 PALCE16V8  (2/2)
Control U/D
KMITL.  Mr.Kongdet Maneejak  code 38013314 3L.
;*****************************************************
NC  I1  I2  I3  I4  I5  I6  I7  I8 GND
;   Z1  Z2  a    b   c   d ctc1 preset
/OC  NC  NC  Z3  Z2  Z1  NC  NC  NC VCC
;          clk      nc  nc
;*************************************************
IF (OC) /Z1  = /I3*/I5*/I6 + /I6*/I1*/I4*/I3 + /I1*/I5*/I4*/I6
      + I5*I6 + I1*I4*I6
IF (OC) /Z2  =  /Z1 + /I2 + /I7
IF (OC) /Z3  =  /I8*/Z1 + /I2*/I8 + /I7*/I8
;*****************************************************
FUNCTION TABLE
/OC   I8 I7 I2 I1 I6 I5 I4 I3   Z1 Z2 Z3
;                                  COMMENT
-------------------------------------------------------------------
H   X X X X X X X X   Z Z Z
L   X X X L L L L L   L X X          0
L   X X X L L L L H   L X X          1
L   X X X L L L H L   L X X          2
L   X X X L L L H H   H X X          3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L X X X L L H L L L X X	4
L X X X L L H L H H X X	5
L X X X L L H H L H X X	6
L X X X L L H H H H X X	7
L X X X L H L L L H X X	8
L X X X L H L L H H X X	9
L X X X L H L H L H X X	10
L X X X L H L H H H X X	11
L X X X L H H L L L X X	12
L X X X L H H L H L X X	13
L X X X L H H H L L X X	14
L X X X L H H H H L X X	15
L X X X H L L L L L X X	16
L X X X H L L L H H X X	17
L X X X H L L H L L X X	18
L X X X H L L H H H X X	19
L X X X H L H L L H X X	20
L X X X H L H L H H X X	21
L X X X H L H H L H X X	22
L X X X H L H H H H X X	23
L X X X H H L L L H X X	24
L X X X H H L L H H X X	25
L X X X H H L H L L X X	26
L X X X H H L H H L X X	27
L X X X H H H L L L X X	28
L X X X H H H L H L X X	29
L X X X H H H H L L X X	30
L X X X H H H H H L X X	31
L X L L H H H L L L L X	32
L X L H H H H L H L L X	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L X H L H H H H L L L X 34

L X H H H H H H H L L X 35

L X L L H L H L L H L X 36

L X L H H L H L H H L X 37

L X H L H L H H L H L X 38

L X H H H L H H H H H X 39

L L L L H H H L L L L L 40

L H L H H H H L H L L H 41

L L H L H H H H L L L L 42

L H H H H H H H H L L H 43

L L L L H L H L L H L L 44

L H L H H L H L H H L H 45

L L H L H L H H L H L L 46

L H H H H L H H H H H H 47

;

DISCRIPTION

THIS PROGRAM USED TO CONNECT WITH U/D COUNTER & OUT PUT ENABLE

;**********

PAL16L8

IC2 PAL16L8 (2/2)

Control U/D

KMITL. Mr.Kongdet Maneejak code 38013314 3L.

D2217

G0*F0*

L0512 11111111111111111111111111111110*

L0544 11111111101111111011101111111111*

L0576 10111111101110111111101111111111*

L0608 01111111101101111011111111111111*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L0640 11011111111111111111111111111111*

L0768 11111111111111111111111111111110*

L0800 11111111110111111111111111111111*

L0832 11111011111111111111111111111111*

L0864 11111111111111111111111110111111*

L0896 11011111111111111111111111111111*

L1280 11111111111111111111111111111110*

L1312 11111111111111101111111111111011*

L1344 11011111111111111111111111111111*

V0001 1XXXXXXXXXNXXX0X00XXN*

V0002 0XXXXXXXXN1XXZXZZXXN*

V0003 000000000N0XXLXLLXXN*

V0004 001100000N0XXLXLHXXN*

V0005 000010010N0XXLXLLXXN*

V0006 001110010N0XXHXHHXXN*

V0007 000001001N0XXHXLLXXN*

V0008 001101001N0XXHXLHXXN*

V0009 000011011N0XXHXLHXXN*

V0010 001111011N0XXHXHHXXN*

V0011 000000100N0XXLXLHXXN*

V0012 001100100N0XXLXLHXXN*

V0013 000010110N0XXLXLHXXN*

V0014 001110110N0XXHXHHXXN*

V0015 000001101N0XXHXLHXXN*

V0016 001101101N0XXHXLHXXN*

V0017 000011111N0XXHXLHXXN*

V0018 001111111N0XXHXHHXXN*

V0019 010000000N0XXLXLLXXN*

V0020 011100000N0XXLXLHXXN*

V0021 010010010N0XXLXLLXXN*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V0022 011110010N0XXHXHHXXN*

V0023 010001001N0XXHXLHXXN*

V0024 011101001N0XXHXLHXXN*

V0025 010011011N0XXHXLHXXN*

V0026 011111011N0XXHXHHXXN*

V0027 010000100N0XXLXLHXXN*

V0028 011100100N0XXLXLHXXN*

V0029 010010110N0XXLXLLXXN*

V0030 011110110N0XXHXHHXXN*

V0031 010001101N0XXHXLHXXN*

V0032 011101101N0XXHXLHXXN*

V0033 010011111N0XXHXLHXXN*

V0034 011111111N0XXHXHHXXN*

L2048 00000000*

L2056 00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000*

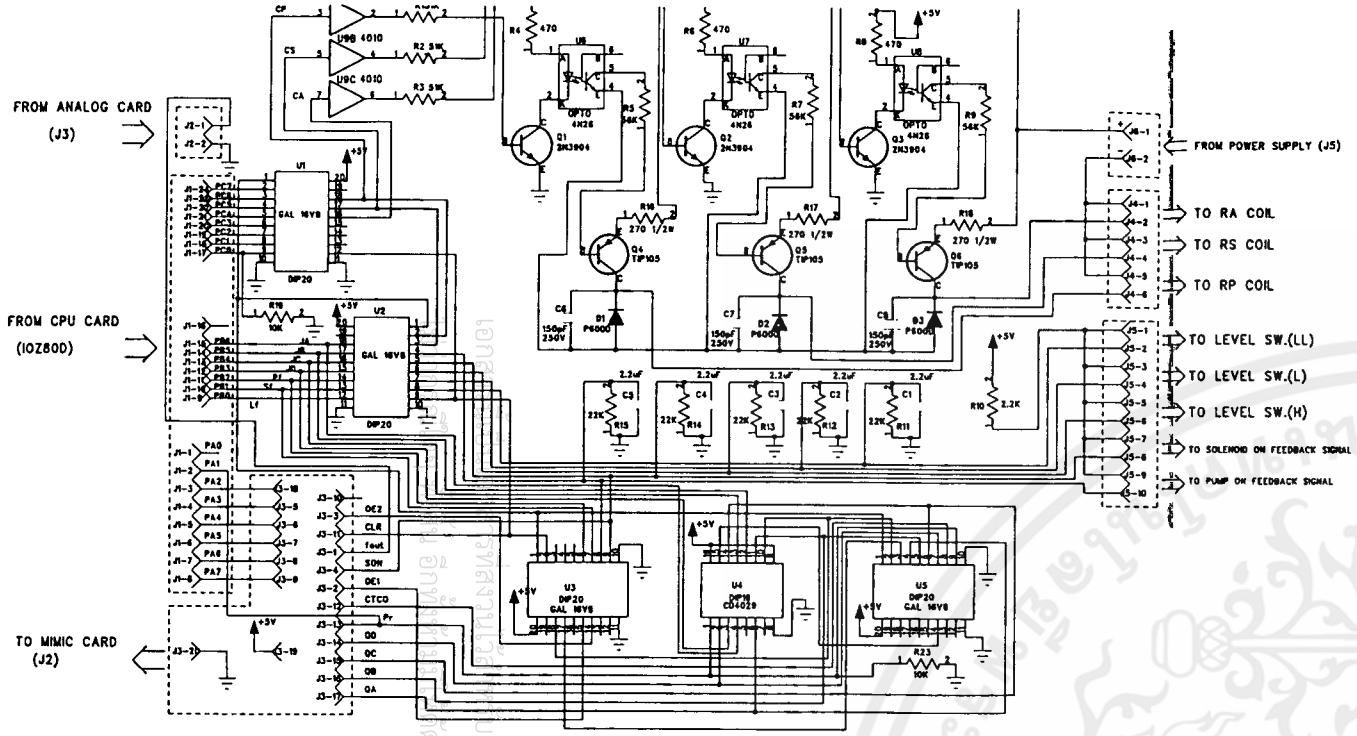
L2120 11111111*

L2128 1111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111*

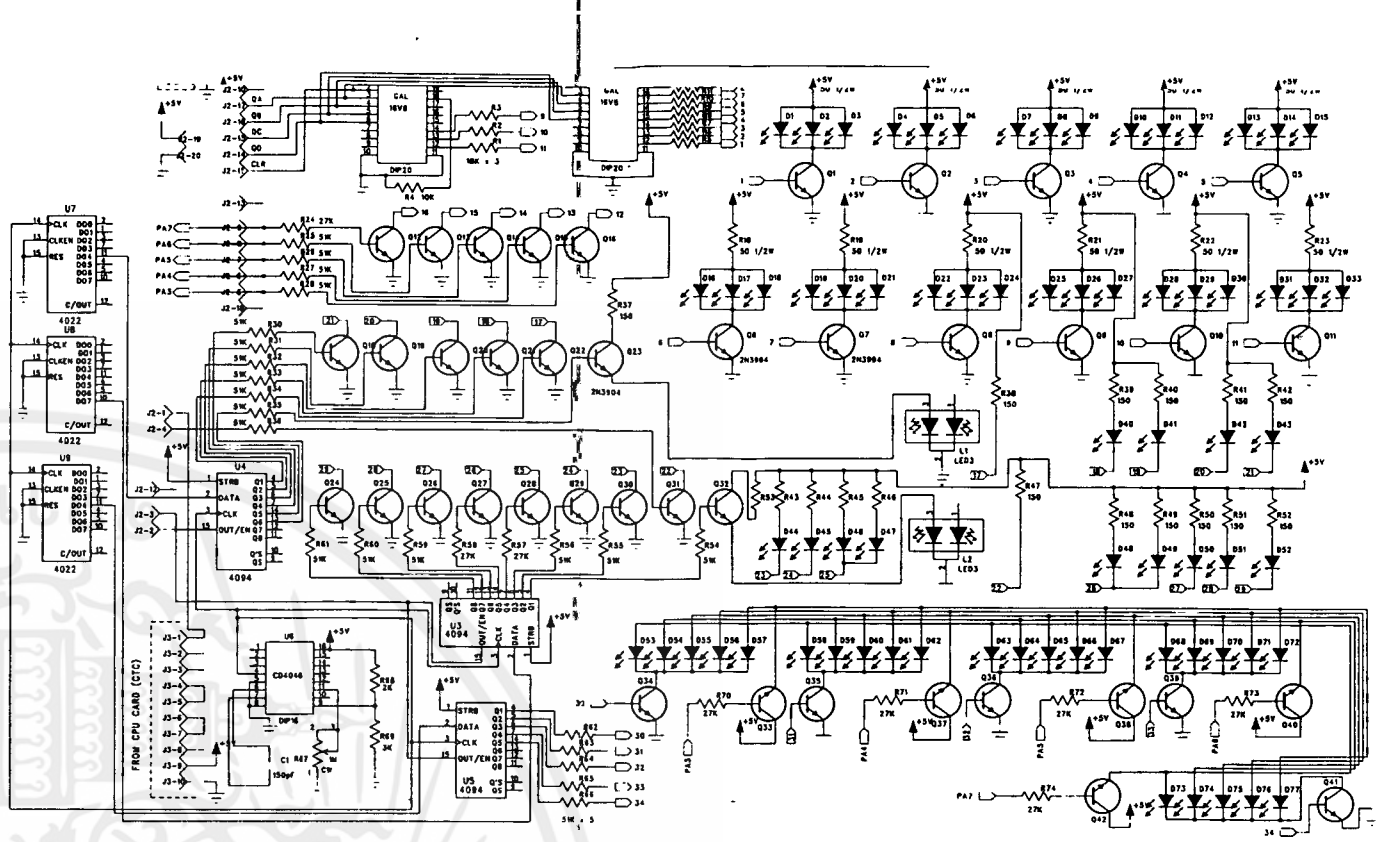
L2192 11*

C4D5D*

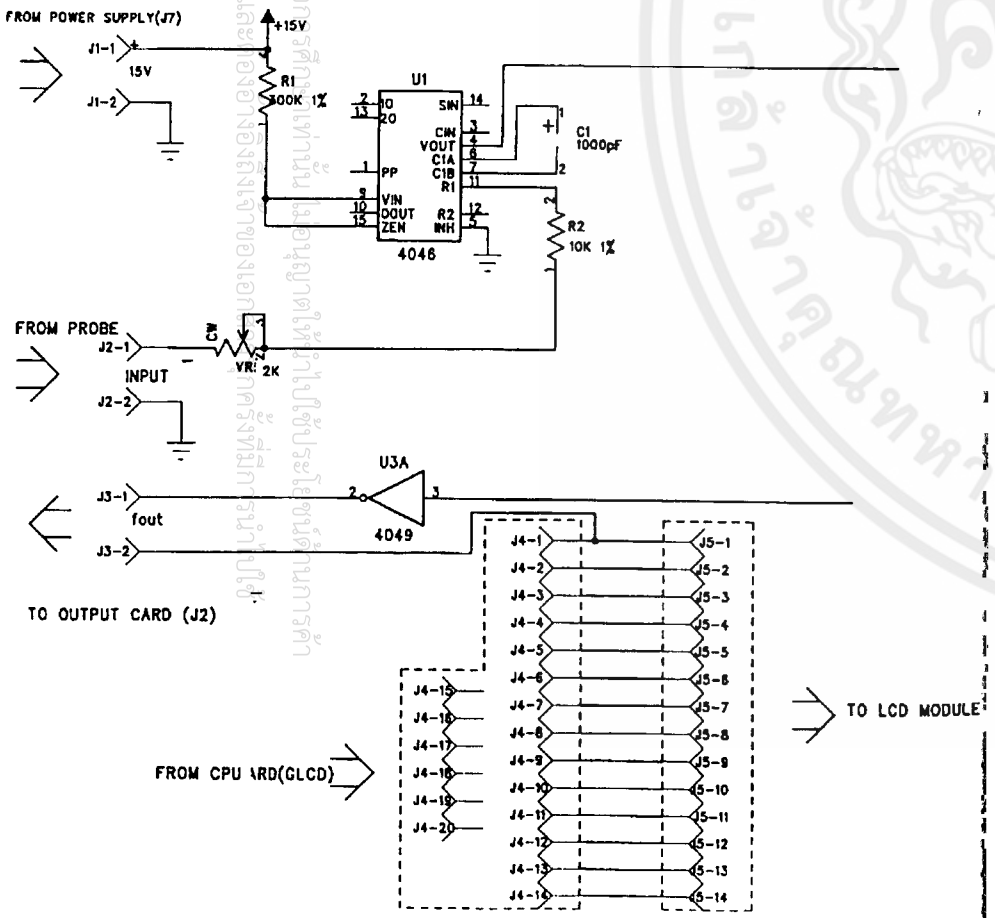
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



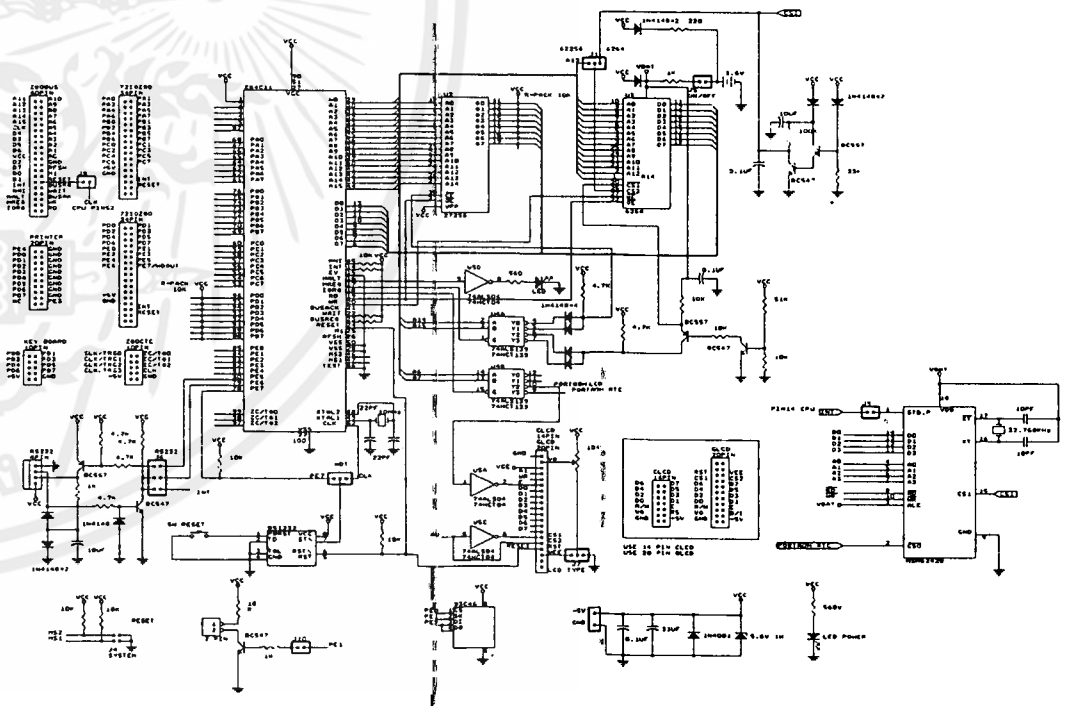
OUTPUT CARD



MIMIC CARD



ANALOG CARD



Z84C11-PLUS

ภาคผนวก ข

CP - Z84C11 PLUS

บทนำ

บอร์ด CP-Z84C11 PLUS พัฒนาต่อจากบอร์ด CP-Z84C11 เพิ่มในส่วนของวงจร RTC เข้าไปอีกเป็นบอร์ดที่ใช้ CPU Z84C11 ของบริษัท ZILOG มาเป็น CPU ประจำบอร์ด RUN ที่ SPEED 10 MHz CPU Z84C11 นี้ก็คือ CPU ที่รวบรวมเอาชิพวงจรต่าง ๆ ของ ZILOG เข้าด้วยกัน คือ :-

- Z84C00 เป็น CPU Z80 แบบ CMOS RUN ที่ 10 MHz
- Z84C30 เป็น Z80 CTC แบบ CMOS RUN ที่ 10 MHz
- CGC เป็น CLOCK GENERATOR CONTROL CIRCUIT
- WDT เป็น วงจร WATCH DOG TIMER
- POWER ON RESET เป็น วงจร RESET CPU เมื่อ VOLT VCC ต่ำกว่า 2..2V
- 40 BIT PARALLEL PORT เป็น PORT 8 BIT จำนวน 5 PORT ใช้งาน

(* รายละเอียดของ CI Z84C11 โดยละเอียดจะหาอ่านได้จากคู่มือ ZILOG DATA ของทางบริษัท อีทีที)

จะเห็นว่าบอร์ด CP-Z84C11 PLUS ก็คือ บอร์ดที่มี CPU เป็น Z80 พร้อมด้วยวงจรต่าง ๆ เพิ่มเข้ามาเหมาะสำหรับผู้ที่ใช้งาน Z80 ที่ต้องการขีดความสามารถสูง ๆ ขึ้นอีกประมวลผลได้รวดเร็วขึ้น พร้อมทั้งบอร์ด CP-Z84C11 นี้ยังสามารถต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั่วไปได้อีก เช่น LCD , PRINTER , KEYBOARD , EEPROM ,หรือต่อลำโพงด้วยก็ได้เหมาะเป็นบอร์ดใช้ในงาน CONTROL เป็นอย่างยิ่ง

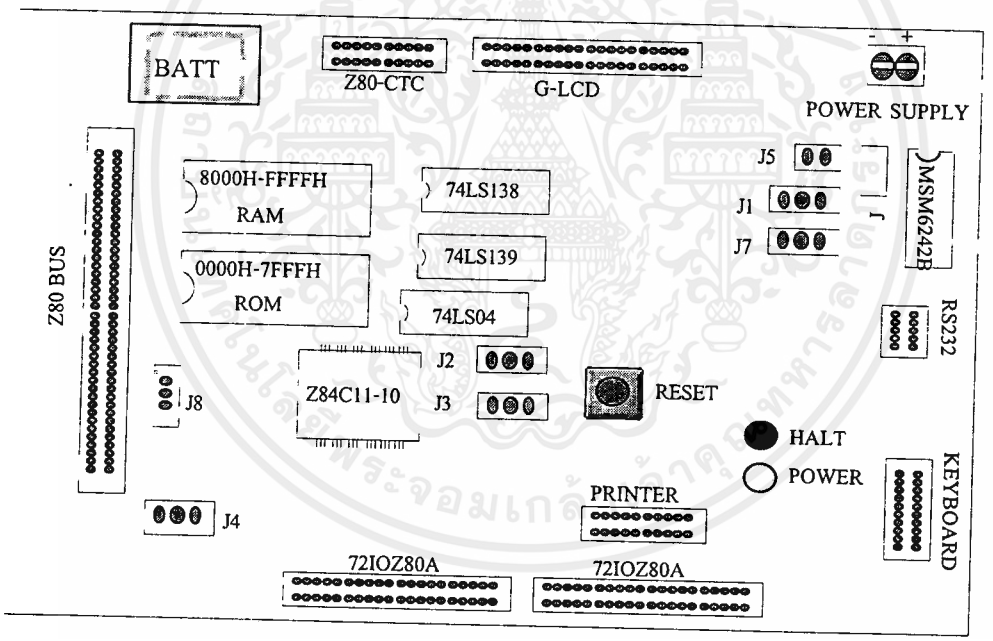
นอกจากนี้บอร์ด CP-Z84C11 PLUS ยังสามารถต่อร่วมกับ ET-DEBUGGER Z84C11 ทำให้สามารถพัฒนาระบบ Z84C11 นี้รวมกับเครื่อง PC ผ่านทาง RS232 PORT ได้ โดยสามารถสั่ง RUN สั่ง RUN SINGLE STEP , ดูค่า RESIGTER , LOAD FILE จากเครื่อง PC , หรือทำ ONE LINE ASM , DASM ได้ด้วย และยังมี SYSTEM CALL ให้สามารถเรียกใช้โปรแกรมใน DEBUGGER ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของ BOARD CP-Z84C11 PLUS

CPU

Z84C11 ของบริษัท ZILOG โดยเป็น HIGH SPEED OPERATION โดยมีให้เลือก 2 รุ่น คือ RUN ที่ความถี่ 6 MHz , และที่ RUN 10 MHz ในบอร์ดนี้เราใช้ CPU รุ่น RUN 10 MHz CPU เบอร์นี้ของ ZILOG จะเป็นแบบ CMOS ทำให้กินกระแสต่ำมากในขณะที่เรา SET ให้อยู่ใน STOP MODE จะกินกระแสเพียง 50 UA ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของ CPU ตัวนี้ก็คือ ถึงแม้จะ RUN 10 MHz ก็ตามเราก็สามารถ SET ให้ RUN เพียงครึ่งเดียวก็ได้คือ 5 MHz ในกรณีที่ใช้ RAM หรือ ROM ที่มี ACCESS TIME ต่ำ ๆ โดยเมื่อ POWER ON แล้ว CPU จะ RUN เพียง 5 MHz เท่านี้ตอนเริ่มต้น และเมื่อเราต้องการ RUN 10 MHz ก็สามารถ SET ได้ด้วยโปรแกรม รูปแบบลักษณะของ CPU จะเป็น PACKAGE แบบ 100 PIN QFP



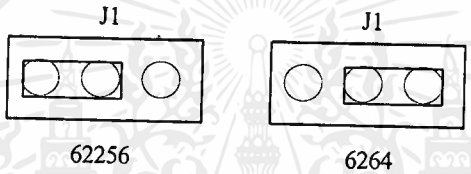
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY

CP-Z84C11 สามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 64 KBYTE โดยแบ่งเป็น

SOCKET 1 EPROM สามารถใส่ EPROM ขนาด 32 KBYTE ได้โดยเป็นเบอร์ 27256 มีหน่วยความจำเริ่มจาก ADDRESS OOOOH ถึง ADDRESS 7FFFH

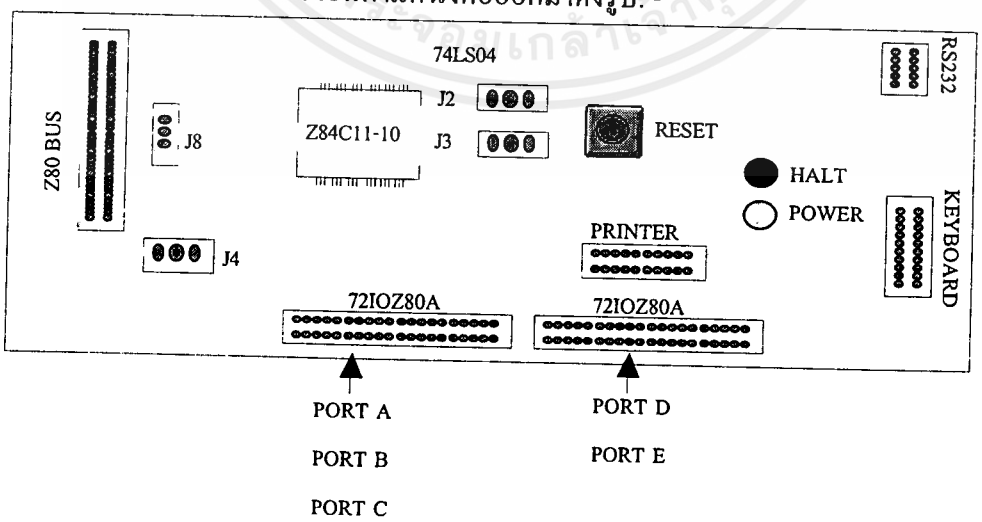
SOCKET 2 RAM สามารถใส่ RAM ขนาด 8-32 KBYTE ได้โดยเป็นเบอร์ 6264 หรือ 62256 มีหน่วยความจำเริ่มจาก ADDRESS 8000H ถึง FFFFH โดย SET ตำแหน่ง JUMPER ในการกำหนดเบอร์ไอซีดังรูป : -



หน่วยความจำ RAM ส่วนนี้เราสามารถต่อ BATTERY 3.6V ใช้ BACKUP ข้อมูลของหน่วยความจำนี้ได้ด้วย

PORT

CP-Z84C11 จะมี PORT ใช้งาน 40 BIT I/O หรือ 5 PORT ด้วยกัน โดย 5 PORT นี้จะเป็น PORT ในตัว CPU โดยจะมีตำแหน่งต่อออกมาดังรูป: -

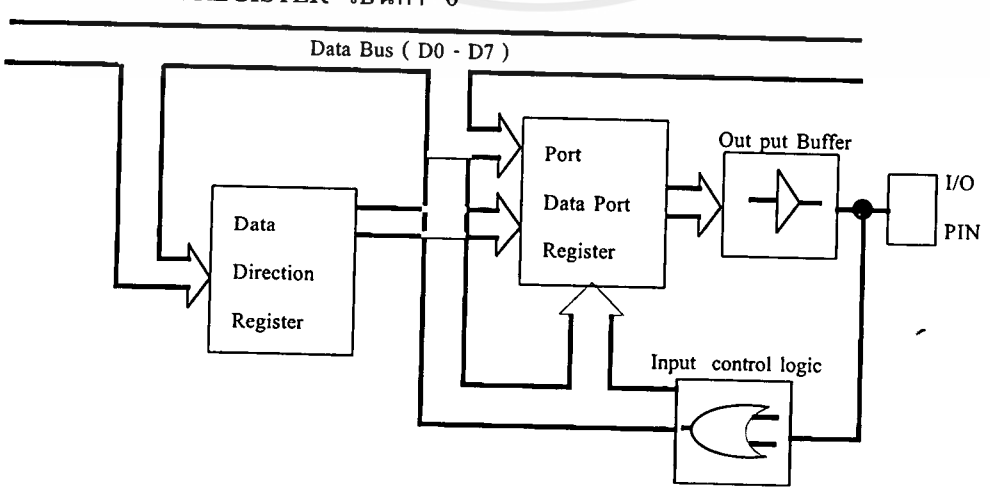


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORT ที่ต่อออกมานี้จะอยู่เป็น CONNECTOR 34 PIN (72IOZ80) สามารถต่อร่วมใช้กับอุปกรณ์สนับสนุนต่าง ๆ ของทาง อีทีที ได้มากมาย เช่น ชุด ET-SSRAC , ชุด ET-AD เป็นต้น

CHANNEL PROT	ADDRESS PORT
PORT A DATA PORT	50 H
PORT B DATA PORT	51 H
PORT C DATA PORT	52 H
PORT D DATA PORT	30 H
PORT E DATA PORT	40 H
CHANNEL CONTROL PORT	ADDRESS PORT
PORT A DATA DIRECTION REGISTER	54 H
PORT B DATA DIRECTION REGISTER	55 H
PORT C DATA DIRECTION REGISTER	56 H
PORT D DATA DIRECTION REGISTER	34 H
PORT E DATA DIRECTION REGISTER	44 H

เราสามารถสั่งให้ PORT ของ Z84C11 เป็นINPUT หรือ OUTPUT ได้โดยอิสระ BIT ต่อ BIT โดยถ้าเรา SET ต่อออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER ถ้าให้ BIT ใดเป็น "1" ก็คือให้ PORT DATA ของ BIT นั้น ๆ เป็น OUTPUT PORT (ถ้า SET PORT นั้นเป็น OUTPUT PORT : ค่าเริ่มต้นจะเป็นศูนย์) และถ้าเราต้องการให้เป็น INPUT PORT ก็ SET ค่าออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER เป็นค่า "0"

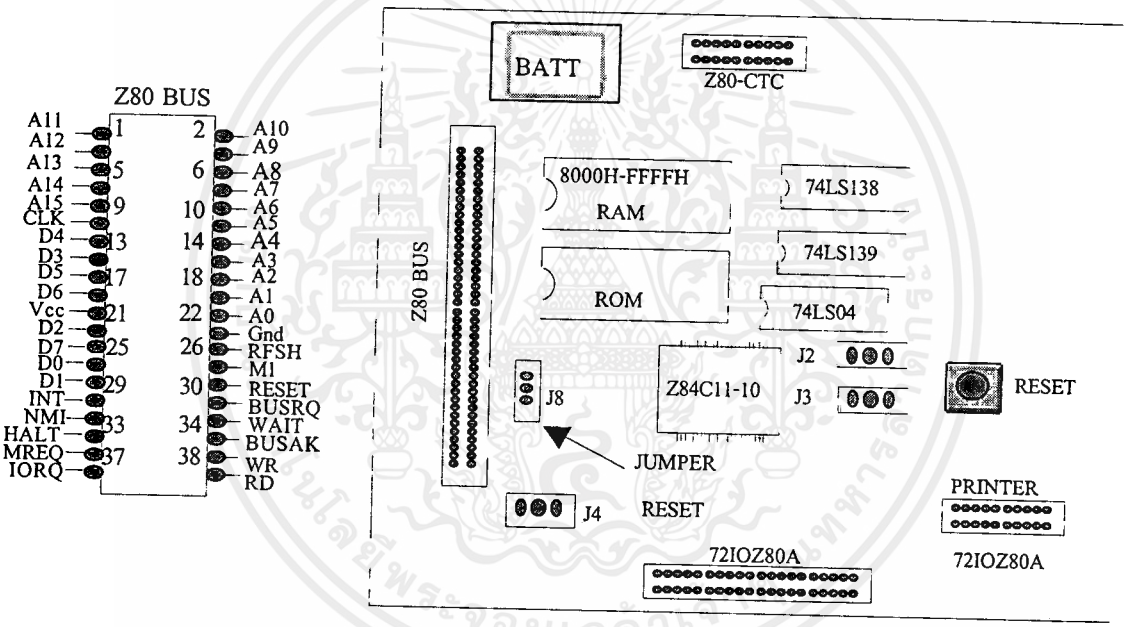


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80 BUS

CP-Z84C11 จะมีส่วนขยายระบบได้ทาง Z80 BUS โดยมีลักษณะขาเหมือนกัน CPU Z80 40 PIN ทำให้เราสามารถต่อขยายบอร์ดได้ เช่น ต่อขยาย PORT 8255 ได้อีกโดยใช้ บอร์ด 72IOZ80 เป็นต้น

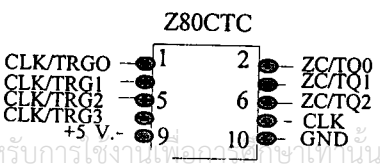
มีข้อพิเศษคือเนื่องจาก CPU Z84C11 นี่มีส่วนวงจร POWER ON RESET ในตัวอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องใช้วงจร POWER ON RESET ต่อจากภายนอก เช่น CPU เบอร์อื่น ๆ ฉะนั้นถ้าเราไปต่อรวมกับ Z80 BUS อื่น ๆ ที่มี R , C ที่ REST PIN ภายนอกก็ให้ถอด JUMPER RESET ออก



CTC

CP-Z84C11 จะมีวงจรZ84C30 (Z80 CTC) ต่อร่วมกันอยู่ในตัวเรียบร้อยแล้วโดย บอร์ด CP-Z84C11 จะต่อขาใช้งานของ CTC ออกมาที่ CONNECTOR 10 PIN แล้วดังรูป ส่วนขา INT ของ CTC นั่นจะต่อกับขา INT ของZ80 ในตัวโดยเป็นแบบ WIRED-OR เรียบร้อยในตัวแล้ว รายละเอียดของ CTC ในบอร์ดนี้จะเหมือนกับ Z80 CTC ทั่วไป

--



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CTC ADDRESS PORT

CHANNEL	ADDRESS PORT
CH 0	10 H
CH 1	11 H
CH 2	12 H
CH 3	13 H

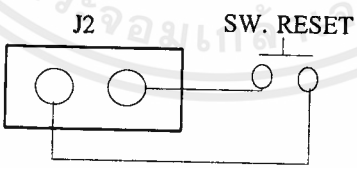
MS1 , MS2 (J4)

MS1 , MS2 จะเป็นขา INPUT ของ CPU Z84C11 โดยเป็นการ SET ให้ CPU ถ้าอยู่ในคำสั่ง HALT แล้วจะให้อยู่ในสภาพใด (RUN , IDLE1 , IDLE2 , STOP)

MS1	MS2	HALT STATE
1	1	RUN MODE
0	0	IDLE1 MODE
0	1	IDLE2 MODE
1	0	STOP MODE

RESET (J2)

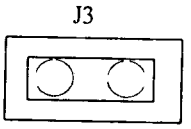
เป็น INPUT ต่อเข้ากับขา RESET CPU Z84C11 ห้ามต่อกับวงจรประเภท R , C RESET



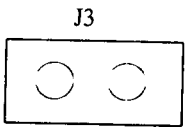
WDTOUT (J3)

เป็น PIN จาก PORT PE BIT 7 ซึ่งทำหน้าที่ 2 อย่างคือเป็น DATA PORT ทั่ว ๆ ไปแล้วก็ยังเป็น WATCH DOG TIMER OUTPUT ด้วย โดยจะเป็น OPEN-DRAIN I/O เมื่อถูก SET ให้เป็น WDTOUT โดย PIN นี้จะถูกต่อโดยตรงเข้ากับ PIN RESET ของ CPU โดยปกติถ้าเราไม่มีการ SET WDTOUT แล้วให้ถอด JUMPER ออกห้ามต่อถ้าไม่มีการใช้ WDTOUT เพราะเมื่อเราใช้ PORT PE 7 จะทำให้ CPU ถูก RESET ตามคำสั่ง OUT PORT PE 7 นั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SET USER WDTOUT

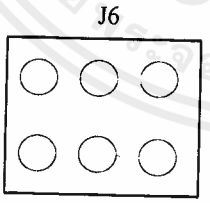


SET USER PORT

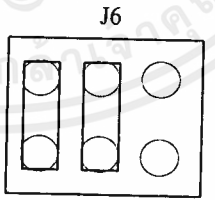
(* WATCH DOG เป็นลักษณะวงจรที่จะทำการ RESET CPU อยู่เสมอตามค่าเวลาที่เรากำหนด ซึ่งถ้าเราไม่ทำการ DISABLE WATCH DOG ภายในเวลากำหนด CPU นั้นก็จะถูก RESET เช่นในโปรแกรมทำงานปกติเราจะ CALL DISABLE WATCH DOG อยู่เสมอ แต่ถ้า CPU กำลัง RUN อยู่นั้นเกิดมีสัญญาณรบกวนขึ้น ทำให้ไม่อาจสามารถมา RUN โปรแกรมปกติที่มีการเรียกใช้โปรแกรม CALL DISABLE WATCH DOG ได้ CPU ก็จะเกิดการ RESET ขึ้นทันทีเพื่อให้กลับไปเริ่ม RUN ใหม่อีก)

TX , RX , INT (J6)

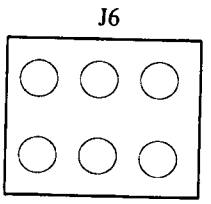
เป็น CONNECTER 6 PIN ที่ต่อจากวงจร RS-232 ที่ใช้เปลี่ยนระดับสัญญาณต่อเข้า PORT PE 6 , PE 5, และเข้าขา INT ของ Z84C11 โดยถ้าเราไม่ใช้ PORT RS -232 ก็ใช้ถอด JUMPER ออก เพื่อจะใช้ PE 6 , PE 5 ได้อย่างอิสระ และอีกส่วนหนึ่งคือ JUMPER ของ INT นั้นเราสามารถ SET ให้ PORT RS-232 รับข้อมูลในรูปแบบของขบวนการ INTERRUPT เช่นเดียวกับการ INTERRUPT จาก RS-232 PORT ได้



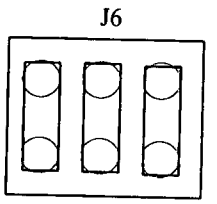
TX RX INT



USER RS232



USER PORT E

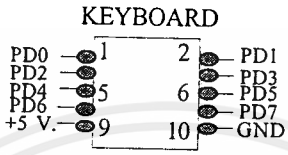


USER RS232 INT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KEYBOARD

เป็น CONNECTOR ขนาด 10 PIN PD โดยมี R-PULL-UP 10K ต่ออยู่ด้วยโดย CONNECTOR 10 PIN นี้จะสามารถต่อเป็นรูปแบบ KEY ขนาด 4X4 คือ 16 KEY โดยเขียนโปรแกรม SCAN KEY ขึ้นหรือจะนำไปใช้เป็น PORT อิสระในงานอื่น ๆ ก็ได้



BAT ON/OFF (J5)

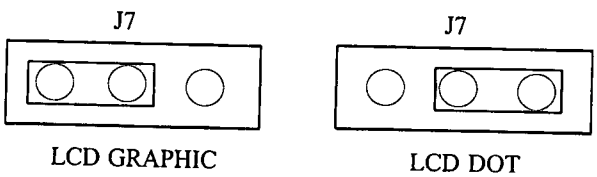
เป็นCONNECTOR 2 PIN โดยเราใช้ JUMPER ในการ ปิด , เปิดไฟจาก BATTERY 3.6V ถ้ามีการต่อใช้งาน BATTERY

64256 (J1)

เป็น CONNECTOR 3 PIN ใช้ JUM เลือกว่าหน่วยความจำ RAM ของเราจะใช้หน่วยความจำไอซีเบอร์อะไร 6264 (8 KBYTE) หรือ 62256 (32 KBYTE)

LCD J7

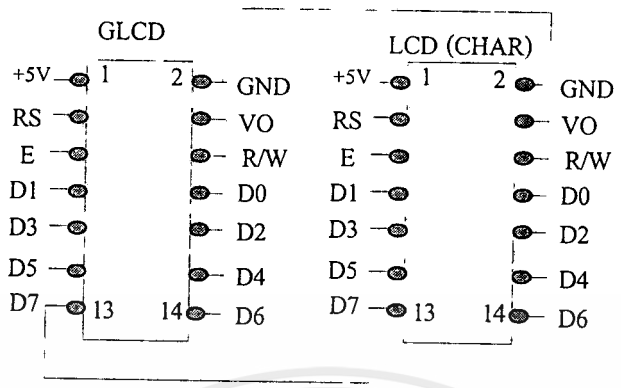
เป็น CONNECTOR 3 PIN ใช้เลือกว่าเราจะต่อ LCD MODULE ประเภทใดคือ LCD MODULE แบบตัวอักษรหรือ LCD MODULE แบบ GRAPHIC



GL/CD

เป็น CONNECTOR ขนาด 20 PIN โดยสามารถต่อ LCD ได้ 2 แบบคือ DOT TYPE หรือ GRAPHIC TYPE โดยเราเลือกต่อได้ถ้าเป็น DOT TYPE คือ ตัวอักษรก็จะใช้ 14 PIN ต่อได้ดังรูป หรือถ้าจะเลือกต่อแบบ GRAPHIC TYPE ก็จะต่อใช้งาน 18 PIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เราสามารถปรับความคมชัดของ LCD ได้ด้วยการปรับ VR 10 K ในบอร์ดหรือถ้าต้องการให้ชัดสุดก็จะต่อ JUM VR ตามรูปเลยก็ได้

LCD ADDRESS PORT

CHANNEL PORT	ADDRESS POTR
WRITE DATA INSTRUCTION	80 H
WRITE DATA TO CG OR DD RAM	82 H
READ BUSY FLAG AND ADDRESS	84 H

SP

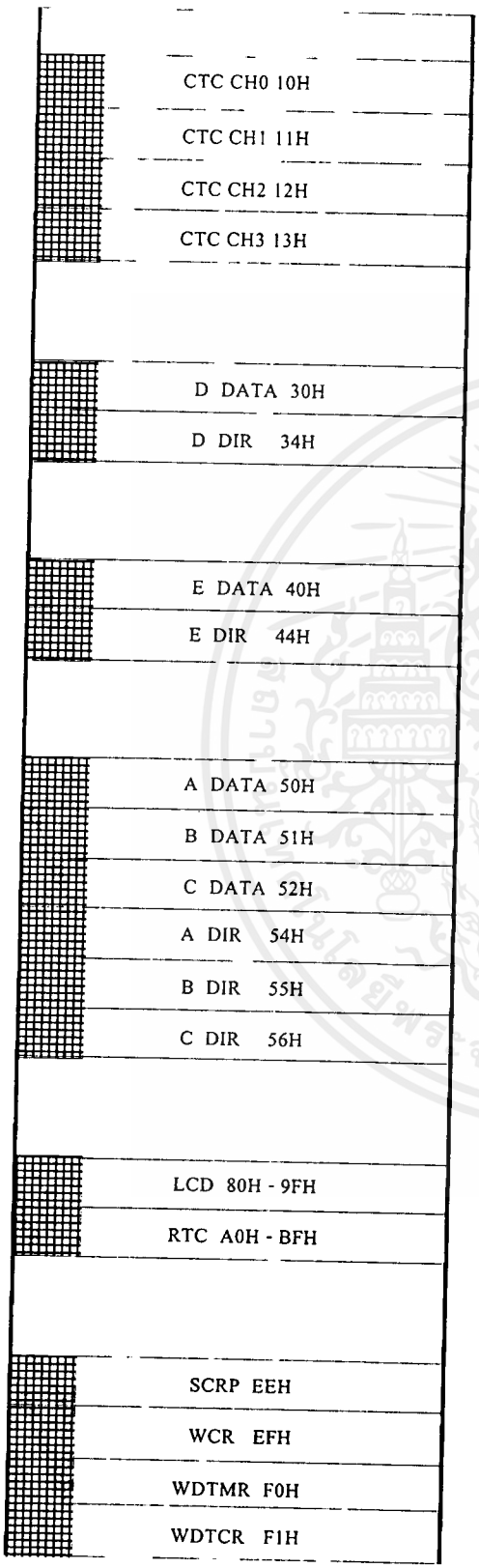
เราสามารถต่อลำโพงเข้ากับชั้น SP นี้ได้ด้วยโดยสัญญาณจะมาจาก PE1 โดย SET JUMPER J10

MEMORY MAP ADDRESS

CP-Z84C11 จัก MEMORY ออกเป็น 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O CP-Z84C11PLUS



MEMORY CP Z84-C11PLUS

EPROM (27256)

0000H - 7FFFH

32K

RAM (6264)
(62256)

8000H - FFFFH

32K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DOT MATRIX LCD MODULE

อุปกรณ์ในปัจจุบันนี้ในส่วนแสดงผลนั้นจะใช้ LCD เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น VEDIO, เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องมือวัดคุมต่าง ๆ , เครื่องคอมพิวเตอร์ เราพอจะแบ่ง DOT MATRLX LCD MODULJE นี้ออกได้เป็นพวก ๆ ดังนี้:-

1. CHARACTER LCD MODULE
2. GRAPHIC LCD MODULE
3. SEGMENT DISPLAY TYPE LCD MODULE

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ ๆ แบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลัก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลัก LCD อีกทีหนึ่งโดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H, MSM5259

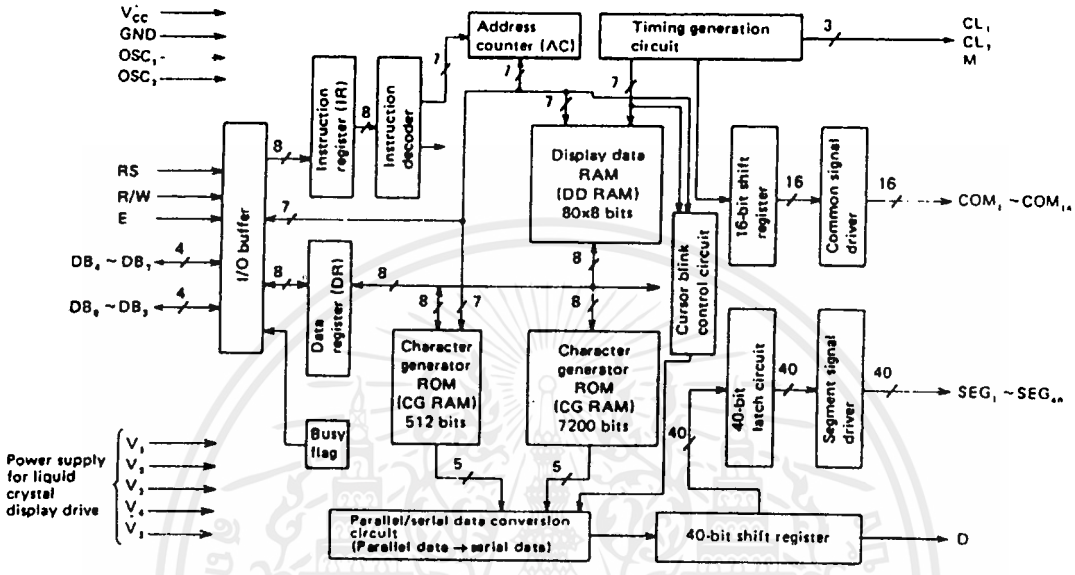
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร ,เป็นต้น โดยีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD4478 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่และเบอร์ IC HD61830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

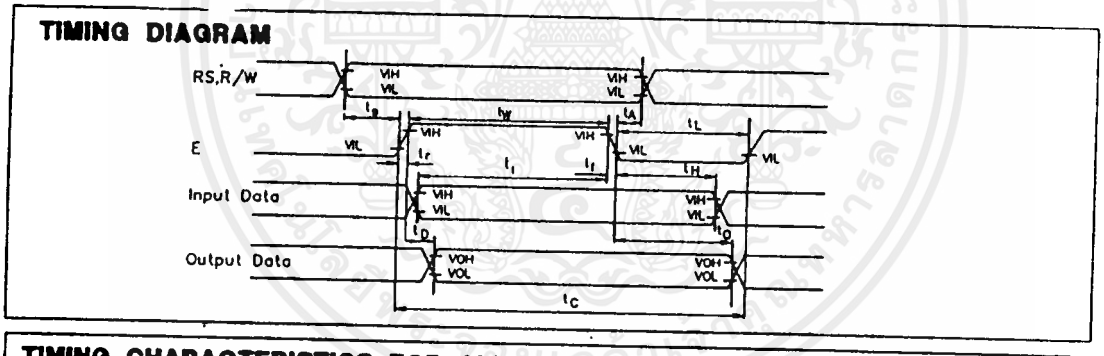
ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน LCD MODULE นั้นไม่ใช่เรื่องยากเลยถ้าเราสามารถทำความเข้าใจในส่วนของ CONTROLLER ได้ก็เพียงพอแล้วและโดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือน ๆ กันเป็นส่วนใหญ่และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้มาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่น ๆ ด้วย

HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตัวมันเองสามารถต่อใช้งานแบบ 4 BIT หรือ 8 BIT ก็ได้ โดยถ้าเราต่อแบบ 4 BIT จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4 เท่านั้นโดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD 44780 จะถือเป็นข้อมูล 4 BIT บน และข้อมูลที่ส่งต่อมานั้นเป็นข้อมูล 4 BIT ล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block diagram of HD44780 interior





TIMING CHARACTERISTICS FOR ALL COMPATIBLE CONTROLLER CHIPS.

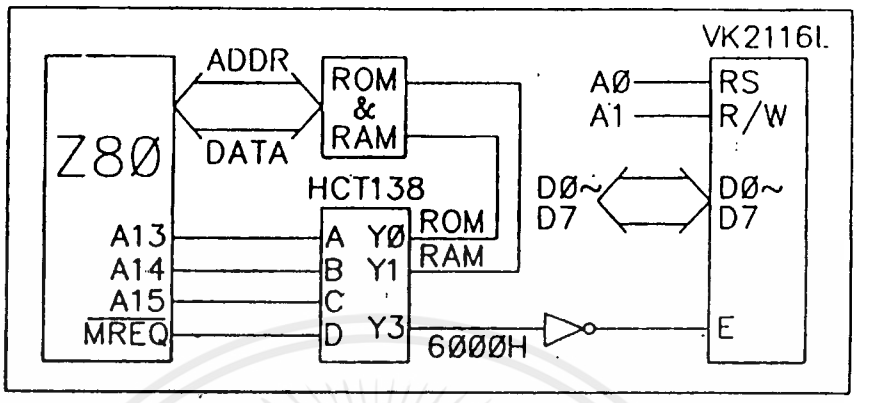
PARAMETERS \ CONTROLLERS CHIPS		SAMSUNG KS0066	HITACHI HD44780	SANYO LC7985NA	EPSON SED1278	OKI MSM6222	RECOMMENDED TIMING	UNIT
Enable Cycle Time	tC (min)	1000	1000	1000	500	667	1000	nS
Enable Pulse Width High Level	tW (min)	450	450	450	220	280	450	nS
Enable Pulse Width Low Level	tL (min)	450	450	450	220	280	450	nS
E Raise Time	tr (max)	25	25	25	25	25	25	nS
E Fall Time	tf (max)	25	25	25	25	25	25	nS
Set-up Time	tSB (min)	140	140	140	40	140	140	nS
Data Set-up Time	tS (min)	195	195	195	60	180	195	nS
Data Delay Time	tD (max)	320	320	320	150	320	320	nS
Address Hold Time	tH (min)	10	10	10	10	10	10	nS
Hold Time								
Input Data	tH (min)	10	10	10	10	10	10	nS
Output Data	tD (min)	20	20	20	20	20	20	nS

NOTE :

1. INITIALIZATION BY POWER ON RESET INCLUDES MANY UNKNOWN FACTORS CAUSED BY POWER SUPPLY FLUCTUATIONS. THEREFORE, INITIALIZING BY INSTRUCTIONS IS STRONGLY RECOMMENDED.
2. MODULE INITIALIZATON DOES NOT AFFECT BY USING HD44100 OR KS0065, OR LC7930, OR MSM5259, OR MSM5839, OR MSM5260 DRIVER CHIPS

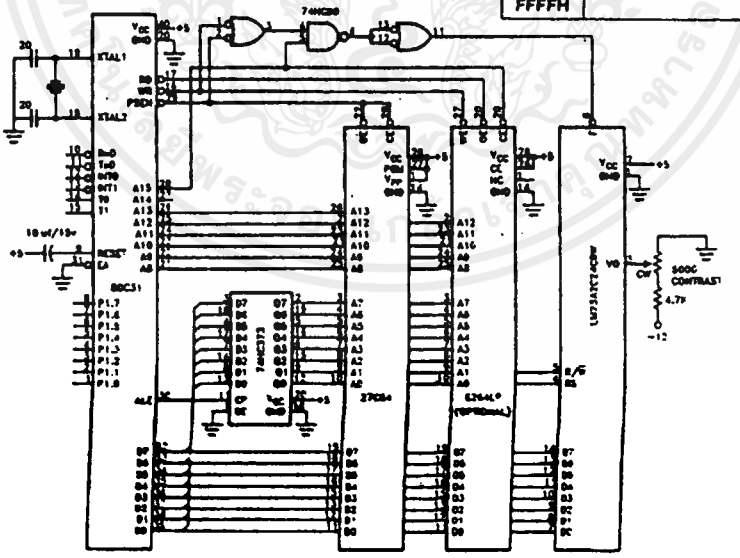
เราสามารถต่อ LCD MODULE (HD44780 เป็น CONTROLLER) เข้ากับระบบไมโครได้หลายรูปแบบดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




```
; Example of interfacing to Z80 MPU running at 2 Mz
; AØ is connected to RS of module
;     where AØ = 1 : Instruction register is selected
;     where AØ = Ø : Data register is selected
; A1 is connected to R/W of module
;     where A1 = Ø : Module in Write mode
;     where A1 = 1 : Module in Read mode
;
WRINST    EQU     6000H     ;write instruction
WRDATA    EQU     6001H     ;write data
RDBUSY    EQU     6002H     ;read busy
```

Address	Function	Read/Write?
8000H	Write Command to LCD	Write Only
8001H	Write Data to LCD	Write Only
8002H	Read Status from LCD	Read Only
8003H	Read Data from LCD	Read Only
8004H to FFFFH	No Access	



Connecting directly to the 8 bit MPU bus line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

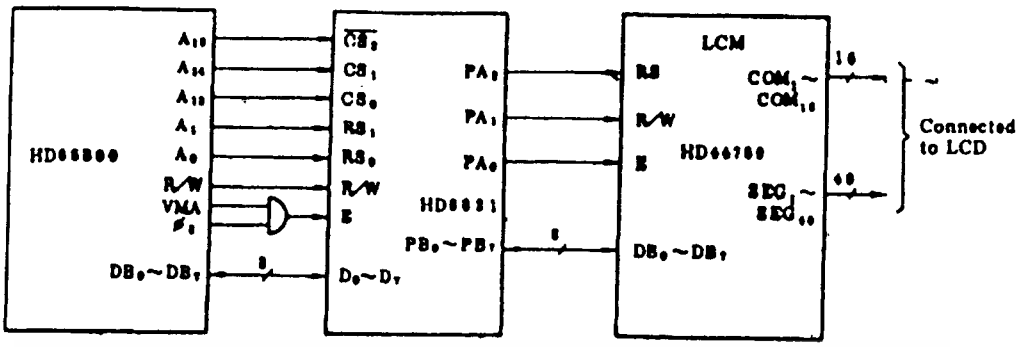
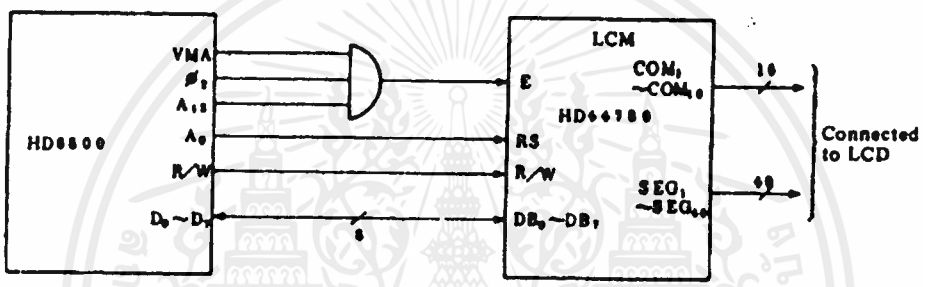
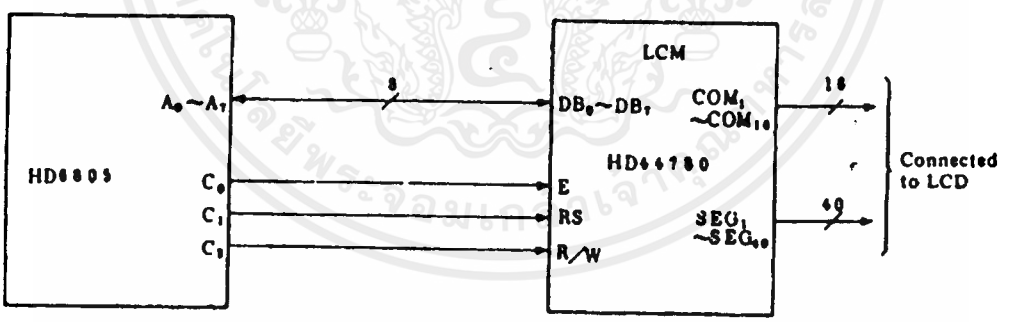


Fig. 4 Example of interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

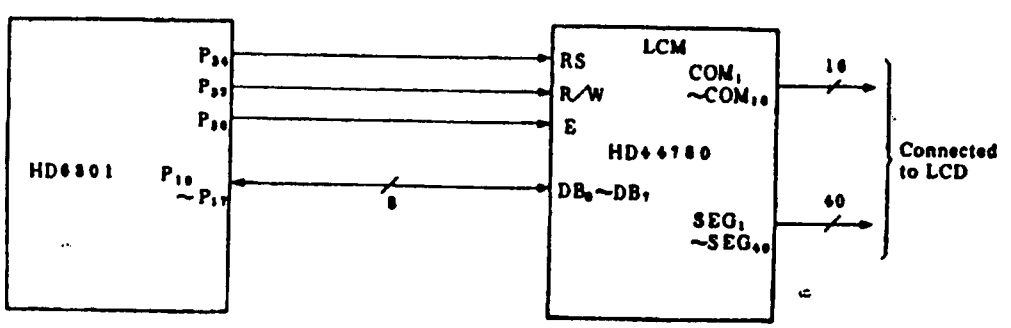
Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



Example of interfacing to the HD6805

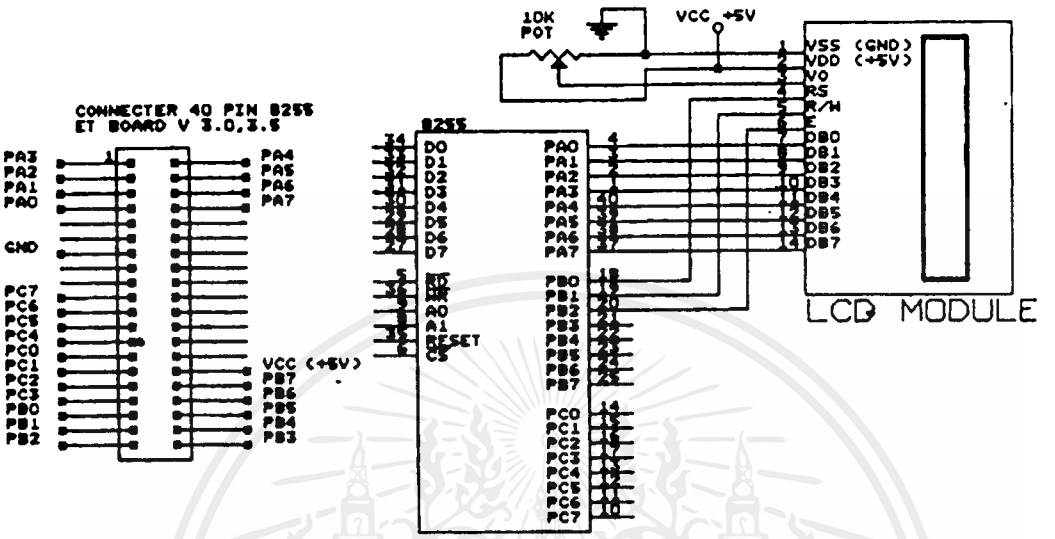


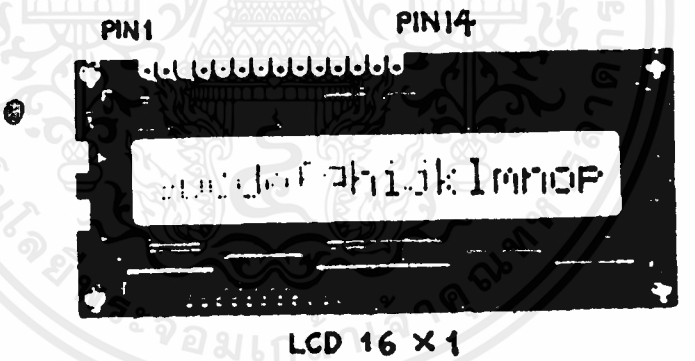
Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการต่อใช้งานกับ ET-BOARD V 3.0 , ET-BOARD V3.5





จากวงจรเป็นการต่อ 8255 ให้เข้าใช้กับ LCD โดยเราจะจำลองสัญญาณต่าง ๆ ขึ้นมาโดยการใช้ PORT A และ PORT B โดย PORT A นั้นเราให้เป็น DATA PORT และ PORT B นั้นเราให้เป็นสัญญาณควบคุมไปใช้เมื่อเราเริ่มเปิดไฟป้อนให้ HD47780 นั้นก็จะทำการ RESET ตัวมันเองโดยจะใช้เวลาประมาณ 10 ms หลังจากไฟ VDD ถึง 4.5 VOLT แล้ว โดยจะ SET ตัวเองดังนี้ : -

1. DISPLAY CLEAR จะทำการลบข้อมูลจอภาพ LCD
2. FUNCTION SET โดยจะ SET ค่าภายใน

DL= 1 : เป็นการ SET ให้การติดต่อแบบ 8 BIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N = 0 : SET เป็น 1 บรรทัดการแสดงผล

F = 0 : 5X7 DOT ต่อหนึ่งต่ออักษร

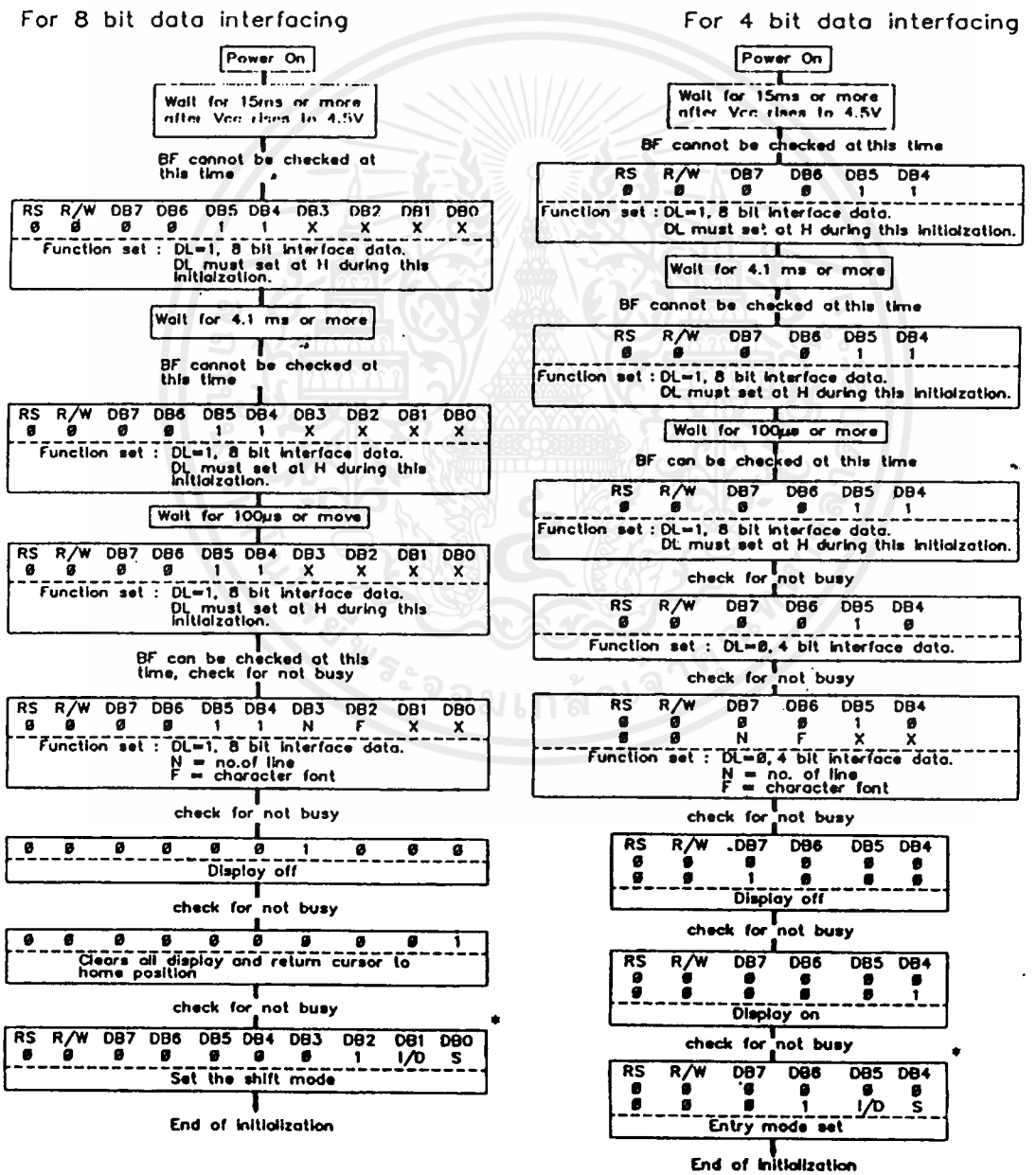
3. DISPLAY ON/OFF D = 0 : DISPLAY OFF

C = 0 : CURSOR OFF

B = 0 : BLINK OFF

4. ENTRY MODE SET I/D = 1 : +1 (เพิ่มค่า COUNTER ขึ้น 1)

เมื่อเราเริ่มเปิดเครื่องทำงานแล้วก็จะต้องส่งคำสั่งควบคุมให้มันเริ่มทำงานดังตาราง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่ง HD 44780

Instructions

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when fcp or fosc is 250 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DD RAM address 0 in address counter.	1.64 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Sets DD RAM address 0 in address counter. Also returns display being shifted to original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies shift of display. These operations are performed during data write and read.	40μs
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of entire display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents.	40μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40μs
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG						Sets CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD							Sets DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40μs
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0μs
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40μs
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40μs
	I/D=1: Increment I/D=0: Decrement S =1: Accompanies display shift S/C=1: Display shift S/C=0: Cursor move R/L=1: Shift to the right R/L=0: Shift to the left DL=1: 8 bits, DL=0: 4 bits N =1: 2 lines, N=0: 1 line F =1: 5×10 dots, F=0: 5×7 dots BF=1: Internally operating BF=0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM Acc: CG RAM address Add: DD RAM Address: Corresponds to cursor address AC: Address counter used for both DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes Example: When fcp or fosc is 270 kHz: $40\mu s \times \frac{250}{270} = 37\mu s$

* No effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมด และทำการ

SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอ

ภาพ SET I/D = 1 , S ไม่มีการเปลี่ยน

2. RETURN HOME

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	*

คำสั่งนี้จะทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพข้อมูลในภาพไม่เปลี่ยน

3. ENTRY MODE SET

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	0	0	0	0	I/D	S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย

1 = เพิ่ม

0 = ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นกำหนดแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

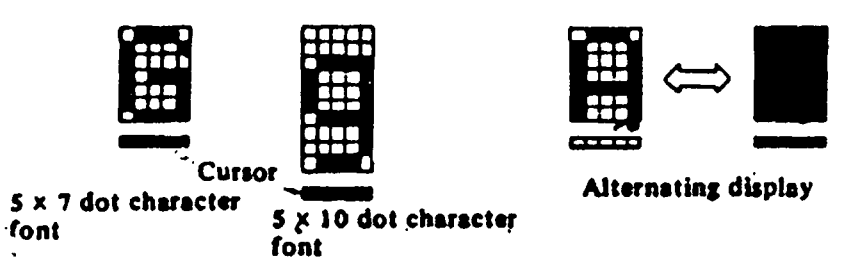
BIT D: เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า

D = 1 จะ ON และ

D = 0 จะ OFF

BIT C : จะให้แสดง CURSOR ให้ BIT C = 1 และถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR BIT C = 0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5X7 DOT และจะอยู่ที่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5X10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B = 1 ไม่มีการกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms



(g) Cursor Display Example (h) Blink Display Example

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวามือ

6. FUNCTION SET

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT หรือ 4 BIT โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 BIT DL = 0 และ 8 BIT = 1

N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด

N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัดก็ให้ SET N = 1

F : เป็นการ SET ขนาด DOT การแสดงผล 5x10 โดย

F = 0 เป็นแบบ 5X7 และ F = 1 เป็นแบบ 5X10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. SET CG RAM ADDRESS

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุด คือ DISPLAY DATA RAM (DD RAM) จำนวน 80X8 และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้จะเป็นการ SET ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS

8. SET DD RAM ADDRESS

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

เป็นคำสั่ง SET ค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือ ส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับ SET ค่า N ด้วย

N = 0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-4FH

N = 1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

แบบการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ,16 ตัวอักษร 4 บรรทัด , 20 ตัวอักษร 1 บรรทัด , 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด และ 40 ตัวอักษร 2 บรรทัด

16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

01	02	03	04	05	06	07	40	41	42	43	44	45	46	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 ตัวอักษร 4 บรรทัด

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
40	41	41	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS

RS	R/W	DB_7							DB_0
0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่า HD44780 นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูลโดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายใน ไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

RS	R/W	DB7							DB0
1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. READ DATA FROM CG OR DD RAM

RS	R/W	DB_7							DB_0
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก DD RAM หรือ CG RAM นี้ควรจะใช้คำสั่ง SET ADDRES ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM จากตารางการทำงานจะเห็นว่าการใช้งาน LCD MODULE นั้นง่ายเพียงแต่เราส่งคำสั่งเริ่มแรกและ SET ความต้องการในขนาดตัวอักษร CURSOR หลังจากนั้นเราก็สามารถเขียนตัวอักษรเข้าไปใน DD RAM ตามตารางตัวอักษรที่ให้มานั้นก็จะเกิดอักษรในจอภาพ LCD เรายังสามารถกำหนดตำแหน่งตัวอักษรที่จะให้เกิดบนจอได้โดยการ SET DD RAM ADDRESS ตามตารางที่ให้มาในหัวข้อ SET DD RAM ADDRESS ขอให้ทดสอบทำความเข้าใจกับตัวโปรแกรมที่ใช้กับ ET-BOARD V3.0 ,V3.5 นี้ที่ให้มาจะเห็นว่าจะมีส่วนเริ่มต้นก็คือ ส่วนการ INITIAL LCD เพื่อกำหนดหน้าที่การทำงานต่าง ๆ

ส่วนประกอบของโปรแกรม

EPLUSE จะเป็นส่วนกำเนิดสัญญาณ ENABLE SIGNAL โดยการใช้ PORT B BIT ที่ 2 กำเนิด PLUSE สัญญาณ ENABLE ขึ้น

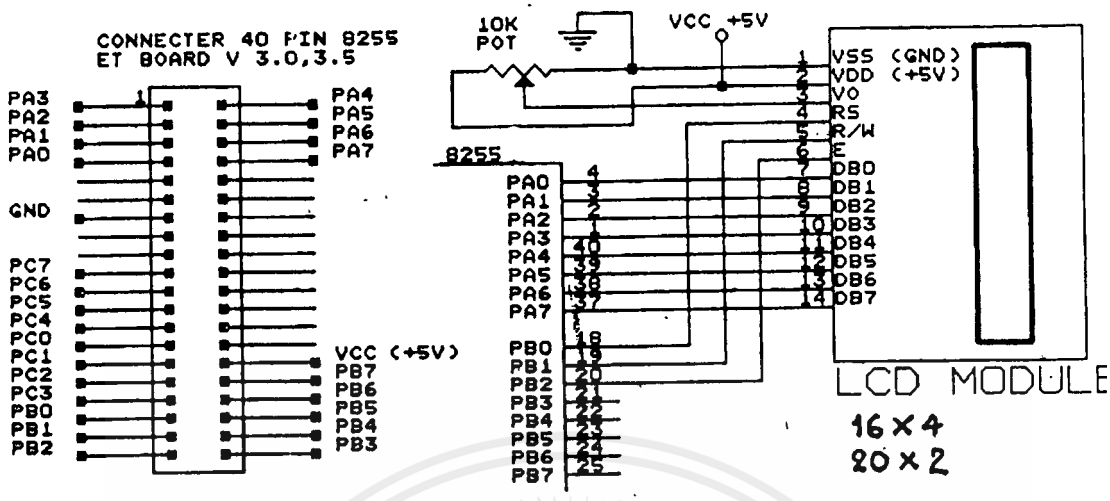
GOTO จะเป็นส่วนกำหนดตำแหน่งของส่วน DD RAM ADDRESS ที่จะเขียนข้อมูล โดยจากโปรแกรม INITIAL ที่เรา SET ไว้ เมื่อเขียน ข้อมูลเข้าไปใน DD RAM แล้ว ADDRESS ของ DD RAM จะเพิ่มขึ้น 1 โดยทันที

WRBYTE เป็นส่วนเขียนข้อมูล 1 BYTE เข้าไปในตำแหน่ง ADDRESS ของ DD RAM ขณะนั้นๆ

WRLINE เป็นส่วนในการเขียนข้อมูลที่ละ 1 LINE เพราะตำแหน่ง DD RAM ที่เกิดบนจอภาพ LCG นั้นแต่ละตำแหน่งจะไม่ต่อกันในแต่ละบรรทัด

จากตัวอย่างที่ให้จะมี LCD แบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด และ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



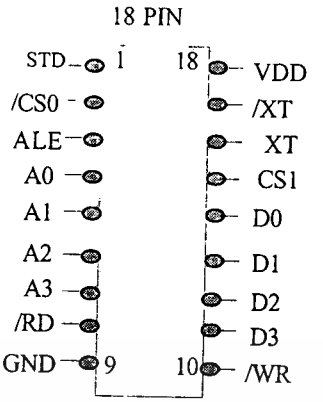
ET-RTC V4.0

ในการนำไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้ในงานที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องของเวลานั้น RTC เหมาะที่จะใช้กับงานลักษณะนี้เพราะสามารถบอกได้ทั้ง วัน , เดือน , ปี ,วันในรอบสัปดาห์ ,ชั่วโมง , นาที , วินาที ในการติดต่อกับ RTC นั้นเปรียบเสมือนกับการติดต่อกับพอร์ตอินพุท/เอาท์พุท คือ เราสามารถเขียนข้อมูลเกี่ยวกับเวลาไปที่เบอร์พอร์ตของ RTC ตัวนับเวลาภายในก็จะเดินตามเวลาที่เราตั้งให้และเราก็สามารถอ่านข้อมูลจาก RTC ได้เช่นกัน

MSM 6242B สามารถที่จะปรับวันที่ให้ถูกต้องกับเดือนได้ไม่ว่าจะเป็นเดือนที่ลงท้ายด้วย “คม “ ลงท้ายด้วย “ยน” หรือแม้กระทั่งเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งปกติจะมี 28 วัน แต่ในปีอธิกสุรทิน เดือนกุมภาพันธ์จะมี 29 วัน MSM 6242B ก็สามารถปรับวันที่ได้อย่างถูกต้อง

MSM 6242B เป็นไอซี REAL TIME CLOCK / CALENDAR ชนิด CMOS ใช้ต่อกับบัสของ MISCROPROCESSOR / MICROCOMPUTER ได้โดยตรงมี ADDRESS BUS และ DATA BUS ขนาด 4 บิท มี CONTROL REGISTER ขนาด 4 บิท 3 ตัว คือ CD , CE , CF MSM 6242B โดยปกติจะทำงานที่ 5V + 10% ที่ - 30 ถึง 25 C มี PACKAGE 3 แบบคือ 18 PIN PLASTIC DIP , 24 PIN PLASTIC FLAT PACKAGE และแบบ 12 PIN PLCC PACKAGE การจัดขาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การจัดขาและหน้าที่ของขาต่างๆ

MSM6242B ได้ถูกออกแบบมาให้อินเตอร์เฟสเข้ากับ CPU ในตระกูล 8050 , MCS48 และ Z80 ได้ด้วย สำหรับหน้าที่ของขาต่างๆมีดังนี้

D0-D3 (DATA BUS) เป็นบัสข้อมูลอินพุท / เอาท์พุท สามารถต่อเข้ากับบัสของ MICROCONTROLLER ได้โดยตรงใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลของรีจิสเตอร์ภายในที่เป็นนาฬิกา / ปฏิทิน และรีจิสเตอร์ควบคุมโดย D0 = LSB และ D3 = MSB

A0-A3 (ADDRESS BUS) เป็นบัสแอดเดรสสำหรับติดต่อกับรีจิสเตอร์ภายในของ RTC เพื่อที่จะเขียนหรืออ่านข้อมูลในตำแหน่งนั้น ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ดูได้ในตารางดังรูปที่ 2. A9-A3 จะใช้ร่วมกับ ALE สำหรับการอ้างตำแหน่งรีจิสเตอร์

ALE (ADDRESS LATCH ENABLE) เมื่อ CS0 = 0 และ ALE เปลี่ยนจากลอจิก " 1 " ไปเป็น ลอจิก "0 " แอดเดรสจะถูกแลตซ์เอาไว้ภายในตัวของ RTC MICROCONTROLLER / MICROPROCESSORS ที่มีขา ALE เป็นเอาท์พุทควรจะต่อเข้ากับขา ALE ของ RTC ด้วย แต่ถ้าไม่มีขา ALE ให้ต่อขา ALE ของ MSM 6242B เข้ากับ VDD

WR (WRITE ENABLE)ใช้เขียนข้อมูลจากรีจิสเตอร์ของ RTC แอคตีฟที่ลอจิก "0" โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0

RD (READ ENABLE) ใช้อ่านข้อมูลจากรีจีสเตอร์ของ RTC แอคตีฟที่ลอจิก "0 " โดยที่ CS1 = 1 และ CS0 = 0 และ RD กับ WR จะต้องไม่แอคตีฟพร้อมกัน

CS0 , CS1 (CHIP SELECTS 0 , 1) เป็น CHIP SELECT ทำหน้าที่ ENABLE / DISABLE การทำงานของ ALE , RD และ WR โดยที่ CS0 และ ALE จะทำงานร่วมกันส่วน CSI กับ ALE จะทำงานแยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STD.P (STANDARD PULSE OUTPUT) เป็นขาเอาท์พุทชนิด N-CH OPEN DRAIN ใช้ต่อเข้ากับขา INTERRUPT ของ CPU รายละเอียดของสัญญาณเอาท์พุทนี้จะกล่าวถึงภายหลัง

XT , XT (XTAL OSCILLATOR INPUT / OUTPUT) ต่อเข้ากับตัวคริสตอล 32.768 kHz ถ้าต้องการป้อนความถี่จากภายนอก 32.768 kHz ทำได้โดยป้อนความถี่เข้า ที่ขา XT ถ้าความถี่มาจากเอาท์พุทของไอซี TTL ควรต่อ R PULL-UP ไว้ด้วย ส่วนขา XT ควรปล่อยลอยไว้

VDD เป็นขา POWER SUPPLY + 2 + 6V

GND ขา GROUND

REGISTER ต่าง ๆ

S1 , S10 , MI1 , MI 10 , H1 , H10 . D1 , D10 , MO1 , MO10 , Y1 , Y10 , W

กลุ่มอักษรเหล่านี้เป็นชื่อย่อของรีจีสเตอร์ตามลำดับคือ SECOND1 , SECOND10 , MINUTE1 , MINUTE 10 , HOUR 1 , HOUR10 , DAY1 , DAY10 , MONTH , MONTH1 , YEAR1 , YEAR10 , และ WEEK ในการกำหนดค่าให้รีจีสเตอร์เหล่านี้จะต้องให้เป็นรหัส BCD ตัวอย่างเช่นรีจีเตอร์ S1 (S8 , S4 , S2 , S1) = 1001 ซึ่งจะหมายถึง 9 วินาที

PM/AM, h20 , h10 ในโหมด 24 ชม. บิท PM /AM จะไม่ใช้และบิทนี้จะอ่านได้เป็น "0 " ตลอดในขณะที่อยู่ในหมด 12 ชม. บิท h20 จะถูกเซทในการอ่าน ถ้าบิท h0 ถูกเขียนด้วย "0" บิดนี้จะอ่านค่าได้เป็น "0" ตลอด ถ้าไม่มีการเขียน "1" เข้าไปที่บิทนี้

MSM 6242B ได้ถูกออกแบบมาสำหรับปีคริสต์ศักราชและยังสามารถจัดการเกี่ยวกับปีอธิกสุรทิน (LEAP YEAR)ได้อย่างอัตโนมัติ

ส่วนรีจิสเตอร์ W สามารถมีข้อมูลได้ตั้งแต่ 0-6 (ตารางที่ 1. แสดงข้อมูลที่เป็นไปได้)

ตารางที่ 1

W4	W2	W1	DAY OF WEEK
0	0	0	SUNDAY
0	0	1	MONDAY
0	1	0	TUESDAY
0	1	1	WEDNESDAY
1	0	0	THURSDAY
1	0	1	FRIDAY
1	1	0	SATURDAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD REGISTER (CONTROL D REGISTER)

HOLD (DO) เมื่อเซทบิทนี้เป็น "1" สัญญาณ CLOCK 1 HZ ที่จะเข้ามาที่ S1 จะถูกหยุดไว้ในเวลานี้เองบิท D1 (BUSY) ซึ่งเป็นบิทสถานะจะสามารถอ่านได้ เมื่อ BUSY เท่ากับ "0" รีจีสเตอร์ S1 Wสามารถอ่านหรือเขียนได้ ถ้าในช่วงเวลานี้มีตัวทดเกิดขึ้นที่วงจรนับของ S1 จะมีผลทำให้หลักหน่วยของวินาทีมีค่าเพิ่มขึ้นอีก 1 วินาที หลังจากที่ HOLD = 0 เมื่อ CS1 = 0 โดยไม่สนใจสภาวะการณ์อื่นๆ

BUSY (D1) เป็นบิทที่แสดงสถานะของการอินเตอร์เฟสกับ MICROCONTROLLER MICROPROCESSORS บิทนี้สามารถอ่านได้อย่างเดียวเท่านั้น เมื่อบิท BUSY = 0 หมายถึงพร้อมที่จะให้อ่านหรือเขียนกับรีจิสเตอร์ S1 W (ADDRESS 0 C)

IRQ FLAG (D2) บิทสถานะนี้จะสัมพันธ์กับระดับสัญญาณของเขา STD.P = 0 แล้ว IRQ FLAG จะเท่ากับ "1" บิทIRQ FLAG จะเท่ากับ "0" IRQ FLAG จะเป็นตัวบอก MICROCOMPUTER ว่าการ INTERRUPT เกิดจาก MSM 6242B (เมื่อ IRQ FLAG = 1) บิทสถานะ IRQ FLAG จะทำงานร่วมกับรีจิสเตอร์ตัวอื่นอีกดังต่อไปนี้:-

-รีจิสเตอร์ CE บิท DO (MASK) เมื่อ DO (MASK) = 1 STD.P จะเปิด ในทางตรงกันข้าม ถ้า DO (MASK) = 0 STD.P จะเป็น OUTPUT MODE และจะทำให้ STD.P เปลี่ยนสถานะตามเวลาที่กำหนดโดย D3 (T1) และ D2 (TO) ของรีจิสเตอร์ E

- เมื่อบิท D1 (INTRPT/STND) ของรีจิสเตอร์ E = 1 (INTERRUPT MODE) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้น STD.P จะเป็น LOW จนกว่า IRQ FLAG จะถูกเขียนด้วย "0" และถ้า IRQ FLAG เป็น "1" อยู่ และเกิดการอินเตอร์รัพท์ใหม่ขึ้นจะไม่มีผลต่อ STD.P (เป็น LOW เหมือนเดิม)

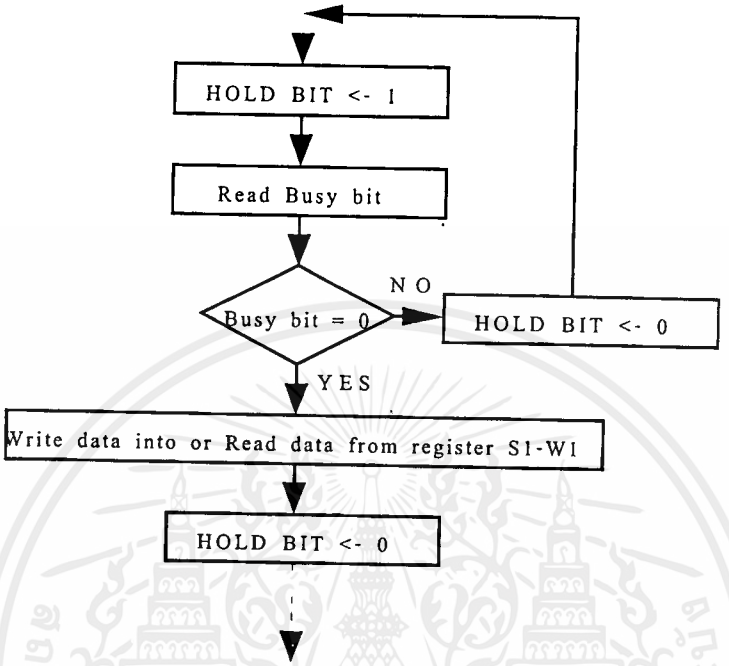
- เมื่อบิท D1 (INTRPT/STND) ของรีจิสเตอร์ E = 0 (STANDARD PULSE OUTPUT MODE) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์ STD.P จะยังคงเป็น LOW จนกระทั่งบิท IRQ FLAG ถูกเขียนด้วย "0" หรือเมื่อเวลาผ่านไป 78125 ms STD.P จะกลับเป็น HI โดยอัตโนมัติ

- เมื่อมีการเขียนไปที่บิท HOLD หรือ 30 SEC ADJUST ของรีจิสเตอร์ D จำเป็นจะต้องเขียน " 1 " ไปที่บิท IRQ FLAG

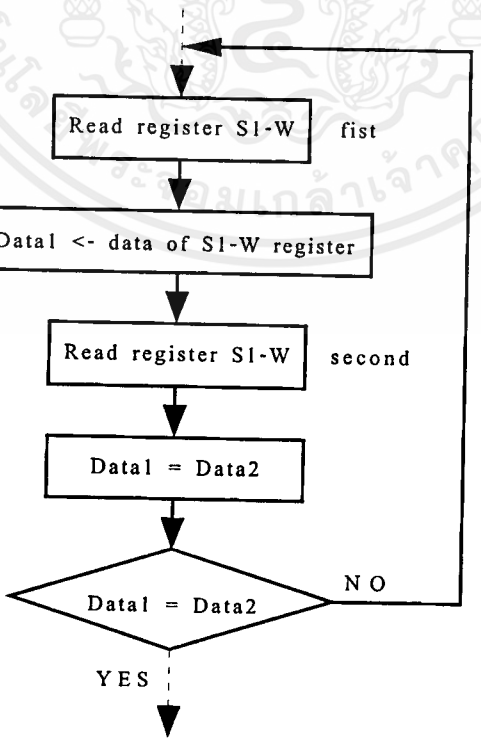
- 30 ADJ (D3) ถ้าเซทบิทนี้ให้เป็น " 1 ."ในขณะที่เราเซทเวลานั้น ถ้าหลักวินาทีนับไปได้น้อยกว่า 30 วินาทีจะมีผลทำให้หลักวินาทีถูกเซทเป็น " 00" วินาทีแต่ถ้าเกิดว่าหลักวินาทีนับไปได้มากกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาทีจะมีผลทำให้หลักนาทีเพิ่มค่าขึ้นอีก 1 นาที แล้วหลักวินาทีก็จะถูกเซทให้เป็น " 00 " วินาที ในขณะที่เซทบิทนี้เป็น " 1" นั้นไม่ควรที่จะอ่านหรือเขียนในเวลา 125 us หลังจากนั้นบิทนี้จะถูกเซทเป็น "1" มันจะเปลี่ยนกลับมาเป็น "0" อย่างอัตโนมัติหลังจากนั้นก็สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USING HOLD BIT

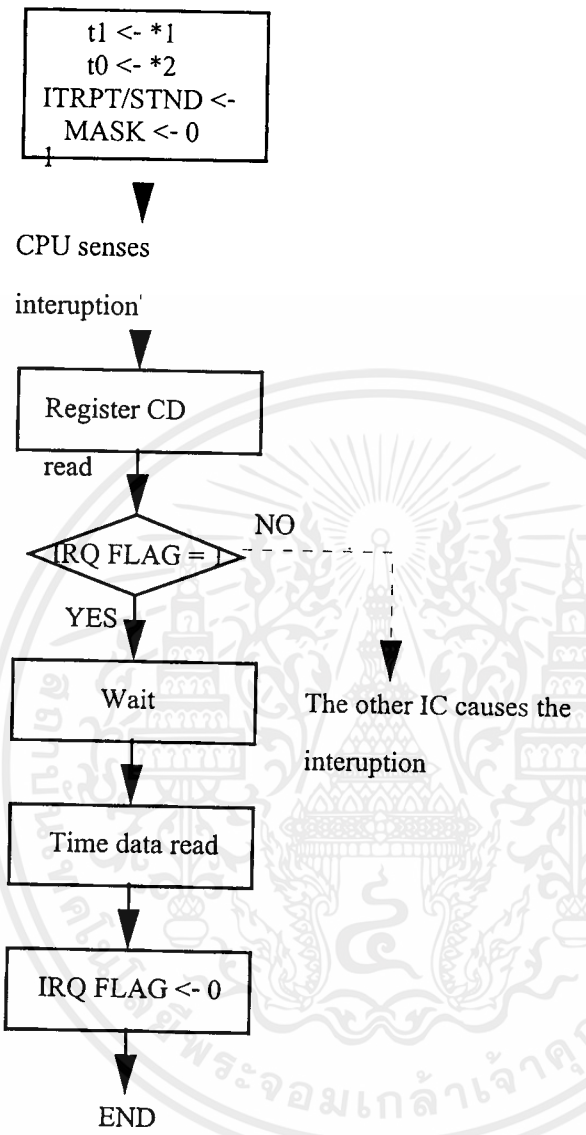


NOT USING HOLD BIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reading Method 2 when not using hold bit



CE REGISTER (CONTROL E REGISTER)

-MASK (D0) เป็นบิทที่ใช้ควบคุมเอ้าท์พุทของ STD.P เมื่อ MASK = 1 จะมีผลทำให้ STD.P = 1 (OPEN) คือ ไม่สามรถใช้บิทอื่นมาเปลี่ยนสภาวะของ STD.P ได้ และเมื่อให้ MASK = 0 ก็จะทำให้ STD.P = OUTPUT MODE นั่นคือบิทอื่น ๆ สามารถควบคุมเอาท์พุท ของ STD.P ได้ตามต้องการความสัมพันธ์ระหว่าง MASK บิทกับเอาท์พุทของ STD.P ดังแสดงในรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-INTRPT/STND (D1) ใช้เป็นตัวเลือกสัญญาณเอาท์พุทของ STD.P ได้ 2 โหมดคือ INTERRUPT กับ STANDARD TIMING WAVEFORMS (ผลิตพัลซ์ออกมาด้วยควบเวลาที่แน่นอน)

ถ้า INTRPT/STND = 1 และ MASK = 0 เมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์จาก RTC เอาท์พุทของ STD.P จะให้ลอจิก LOW จนกว่าจะเขียน "0" ไปที่ IRQ FLAG ในรีจิสเตอร์ C

ถ้า INTRPT/STND = 0 และ MASK = 0 จะส่งพัลซ์ออกไปที่ขาเอาท์พุทของ STD.P โดยมี t1 และ to เป็นตัวกำหนดควบเวลาในการอินเตอร์รัพท์ และมี LOW-LEVEL PULE WIDTH ออกมาที่ขา STD.P ถ้าไม่มีการเขียนลอจิก "0" ไปที่ IRQ FLAG ความก้วางของพัลซ์จะเท่ากับ 7.8125 ms

-TO (D2) ,T1 (D3) บิททั้ง 2 นี้จะเป็นตัวกำหนดคาบเวลาของสัญญาณเอาท์พุทของ STD.P ทั้ง 2 โหมด คือ INTERRUPT และ FIXED TIMING WAVEFORM ตารางข้างล่างจะแสดงถึงคาบเวลาซึ่งมี to และ t1 เป็นบิทอินพุทซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับ STD.P กับ INTRPT/STND

T1	T0	PERIOD	DUTY CYCLE OF " 0 " LEVEL INTRPT/STND BIT IS " 0 "
0	0	1/64 SECOND	1/2
0	1	1 SECOND	1/128
1	0	1 MINUTE	1/7680
1	1	1 HOUR	1/460800

CF REGISTER (CONTROL F REGISTER)

- REST (DO) บิทนี้จะใช้ในการ CLEAR CLOCK ภายในที่ใช้ในการนับ/หาของวินาที เมื่อ REST = 1 จะทำให้ STD.P = 1 และวงจรนับภายในจะถูก RESET และเมื่อต้องการให้วงจรนับภายในทำงานต่อ (ออกจากการ RESET) จำเป็นจะต้องให้ REST = 0 ถ้า CS1 = 1 ดังนั้น REST = 1 อย่างอัตโนมัติ

- STOP (D1) จะใช้ในการหยุดตัวทดที่จะเข้าไปในวงจรหารความถี่ 8192 HZ และจะมีการหน่วงเวลาไป 122 us ก่อนที่เวลาจะทำการเดินหรือหยุดเดิน หลังจากที่มีการเปลี่ยนสภาวะของ FLAG นี้เป็น "1" = STPO / เป็น "0" = RUN ในขณะที่จะเซทเวลาให้ RTC นั้นควรให้บิทนี้เป็น "1" เพื่อไม่ให้ตัวทดเข้ามาที่หลักวินาที หลังจากเซทเวลาให้ RTC เสร็จแล้วจึงให้บิทนี้เป็น "0" เพราะว่าในขณะที่เราเซทเวลานั้นเกิดมีตัวทดเข้ามาจะทำให้หลักวินาทีเพิ่มค่าขึ้นอีก 1 นาที หลังจากที่เราเซทเวลาเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-24/12 (D2) บิทนี้จะเป็นการเลือกว่าจะให้เวลาเดินแบบ 24 ชม. หรือ 12 ชม. (มี AM/PM) ถ้าเลือกโหมด 1-24 ชม. บิท PM/AM จะไม่ถูกนำมาใช้ (มีค่าเป็น "0") แต่ถ้าเลือกโหมด 0-12 ชม. บิท PM/AM จะมีการเปลี่ยนสภาวะไปด้วยสำหรับการเซทบิทนี้มีขึ้นตอนดังนี้ :-

1. ต้องให้ REST BIT = 1

2. 24/12 HOUR BIT = 0 หรือ 1; ถ้าเป็น "0" หมายถึงโหมด 24 ชม. ถ้าเป็น " 1" หมายถึงโหมด 12 ชม.

3. REST BIT = 0

หมายเหตุ REST จะต้องเป็น "1" ถึงจะเขียนบิท 24/12 ได้

-TEST (D3) เมื่อบิทนี้เป็น "1" อินพุทของวงจรนับในหลักวินาทีจะมาจากวงจรนับ/หาร แทนที่จะมาจากภาคหาร 15 ดังนั้นวงจรนับหลักวินาทีจะนับความถี่ที่ 5.4163 KHZ แทน (ปกติจะนับที่ความถี่ 1HZ) เมื่อ TEST = 1 (TEST MODE) บิท STOP และบิท REST จะต้องไม่ถูกเซท ในขณะที่อยู่ใน TEST MODE (TEST = 1) ถ้าHOLD = 1 วงจรนับภายในจะถูกหยุดไว้ แต่เมื่อ HOLD กลับมาเป็น "0" จะไม่รับรองว่าเวลาที่ได้จะถูกต้อง

โปรแกรมตัวอย่างที่ 1

เป็นโปรแกรมง่าย ๆ เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มต้นศึกษาตัว RTC เมื่อ RUN โปรแกรมจะแสดงเวลาในขณะนั้นซึ่งมีเฉพาะหลักวินาทีเท่านั้น และเวลาก็จะเดินไปเรื่อย ๆ หลักการก็คือ ตัว RTC จะส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์มาทุก ๆ 1 วินาที เมื่อ CPU ได้รับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ ก็จะไปอ่านเวลาบน RTC มาเก็บไว้ใน BUFFER เมื่อสิ้นสุดการอินเตอร์รัพท์ก็จะนำข้อมูลที่อยู่ใน RUFFER มาแสดงผลเป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ การออกจากโปรแกรมทำได้โดยกดคีย์ DEC ให้เลือก JUMPER ไปที่พอร์ต AOH และ INT

```
;Example Program # 1

;RTC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG 2000H
RTC     EQU 0A0H
SEC1    EQU RTC
SEC10   EQU RTC+1
CREG_D  EQU RTC +0DH
CREG_E  EQU RTC +0EH
CREG_F  EQU RTC +0FH
BUFFER  EQU 3FEFH
RST38   EQU 3FD6H
        LD A, 03H
        RST 10H
        DI
        IM 1
        LD HL, INT
        LD (RST38), HL
        LD A, 04H
        OUT (CREG_D),A      ;set STND mode 1 sec
        XOR A
        OUT (CREG_F),A      ;set TEST bit = 0
        OUT (CREG_D),A      ;set HOLD bit = 0
MAIN    EI
        LD IX,(3FE7H)
        LD A, 04H           ;scan display
        LD B, 10H
        RST 10H
        LD A, 05H           ;scan key
        RST 10H
        LD A, (3FFBH)
        CP 11H              ;dec key
        JR Z,STOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JR MAIN
STOP    IN A,(CREG_F)       ;MASK = 1
        SET 0,A                     ;STD.P = 1
        OUT (CREG_E),A
        XOR A               ;return MONITOR
        RST 10H
INT     PUSH AF
        PUSH BC
        PUSH DE
        PUSH HL
        IN A,(CREG_D)               ;read bit IRQ
        RES 2,A                     ;give bit IRQ = 0
        OUT (CREG_D),A      ;STD.P = 1
        CALL READTIME       ;read time from RTC
        LD A,D                      ;REG D = second
        LD (BUFFER+1),A     ;REG C = minute
        LD A,07H            ;call unpack
        RST 10H
        LD A,40H
        LD (IX+2),A         ; " - " -> (IX+2)
        LD A,6DH
        LD (IX+3),A         ; "S"-> (IX+3)
        LD A,79H
        LD (IX+4),A         ; "E"-> (IX+4)
        LD A,0B9H
        LD (IX+5),A         ; "C"-> (IX+5)
        POP HL
        POP DE
        POP BC
        POP AF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        EI
        RETI
READTIME PUSH AF
        IN A,(SEC1)          ; second -> REG D
        AND 0FH
        LD D,A
        IN A,(SEC10)
        CALL SHIFT
        AND 0F0H
        ADD A,D
        LD D,A
        POP AF
        RET
SHIFT   RLCA
        RLCA
        RLCA
        RLCA
        RET
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้