ปีการศึกษา 2531

เมน มอร์โนเตอร์

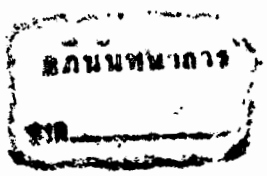
โดย

นางสาวนฤมล ว่องวุฒิพรชัย รหัส 281115

นายวินัย แซ่แต้ รหัส 281222

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.แดเนียล บรีน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023167 -9 ส.ค. 2532

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2531

ภาควิชา อิเล็คทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เมน มอนิเตอร์

ผู้จัดทำ

1. นางสาวนฤมล ว่องวุฒิพรชัย 281115 ภาควิชาอิเล็คทรอนิคส์
2. นายวินัย แซ่แต้ 281222 ภาควิชาอิเล็คทรอนิคส์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.แดเนียล บรีน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023167

เมน มอนิเตอร์ (MIAN MONITOR)

นางสาว นฤมล ว่องวุฒิพรชัย 281115
นาย วินัย แซ่แต้ 281222
อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. แดเนียล บรีน
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ (LINE) ในรูปแบบต่างๆ ล้วนมีผลต่ออุปกรณ์ทางไฟฟ้าทั้งสิ้น เช่น เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าทางการแพทย์ เครื่องมือสื่อสารเหล่านี้เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามา ก็จะมีผลให้การทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ผิดพลาดไป ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่ระบบได้ ดังนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบสภาพของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ เพื่อหาวิธีป้องกัน มิให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ต่อไป

โครงงานนี้เป็นการนำเอา ฟอร์ธ ไมโครการ์ด (FORTH MICROCARD) มาประยุกต์เพื่อใช้เป็น มอนิเตอร์ (MONITOR) สำหรับการตรวจสอบสภาพของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ และให้มีการแสดงผลที่ มอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับการตรวจสอบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบขนาด (AMPLITUDE) ของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์

2. ตรวจสอบความถี่ (FREQUENCY) ของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์

3. ตรวจสอบขนาด และความกว้าง ของสัญญาณที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลาเป็นวินาที ซึ่งปะปนเข้ามาในไลน์

4. ตรวจสอบขนาด และความกว้าง ของสไปค์ (SPIKE) รวมทั้งนับจำนวนลูกของสไปค์ ในช่วงเวลาที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN MONITOR

NARUMOL WONGTHIPORNCHAI 281115

VINAI SAETAE 281222

ADVISOR

DR. DANIEL BREEN

ACADEMIC YEAR 1988

Abstact

All of the changes in the status of the power AC line in many forms have the affect toward the electric machines such as medical instruments, communication system and so on. For the sensitive devices when there is the noise in the power line it will effect the performance and function of the devices which cause the wrong operation of the devices and will lend to the damage in the system. So it has to inspect the status of the line in order to find the protected method before the damage will be occured.

This project is the application of Forth Microcard as a monitor for checking the status of the power line and will display the status by a monitor of computer.

The inspection can be devided to 4 types as follow

1. Inspection of the amplitude of a power line.

2. Inspection of frequency of a power line.

3. Inspection of amplitude and width of power surge.

4. Inspection of amplitude , width of spike and also count the number of spikes within set peroid of time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	1.1 ขอบเขตของโครงงาน	2
	1.1.1 ส่วนตรวจสอบ	2
	1.1.2 ส่วนวิเคราะห์และแสดงผล	3
2	ทฤษฎีและหลักการ	4
	2.1 โครงสร้างของปริญญาพินนธ์	4
	2.2 วงจรอินเตอร์เฟส	5
	2.1.1 วงจรส่วนวัดขนาดของไมโครการ์ด	5
	2.1.2 วงจรส่วนตรวจความถี่	5
	2.1.3 วงจรกรองสัญญาณ	6
	2.1.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณเสิร์ช	7
	2.1.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณสไปค์	8
	2.1.6 วงจรเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์	9
	2.1.7 บล็อคไดอะแกรมของวงจรรวม	10
	2.3 เอสเสด ฟอร์ธ ไมโครการ์ด	11
	2.3.1 ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ของ เอสเสด ฟอร์ธ ไมโครการ์ด	11
	2.3.2 การนำเอสเสด ฟอร์ธ ไมโครการ์ด มาใช้งาน	15
	2.4 การติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ กับ ฟอร์ธ ไมโครการ์ด	18
	2.4.1 บล็อคไดอะแกรมของการติดต่อ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ หน้า

2.4.1 ลำดับการทำงานในการรับส่งข้อมูล แบบ XON-XOFF PROTOCOL..... 21
2.4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อระหว่าง ปอร์ธ ไมโครการ์ด กับไมโครคอมพิวเตอร์..... 22

3 การคำนวณ และการสร้าง..... 27
3.1 วงจรแบ่งแรงดัน..... 28
3.2 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด..... 31
3.3 วงจรแปลงความถี่เป็นศักดาไฟฟ้า..... 39
3.4 วงจรสัมสเทรดเตอร์และวงจรขยาย..... 42
3.5 วงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต แบบนอช..... 45
3.6 วงจรกรองความถี่สูง และวงจรกรองความถี่ต่ำ..... 48
3.6.1 วงจรกรองความถี่สูง..... 48
3.6.2 วงจรกรองความถี่ต่ำ..... 49
3.7 วงจรคอมพาราเตอร์..... 52
3.8 วงจรวัดความกว้างของสัญญาณ..... 53
3.9 วงจรเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์..... 56
3.10 วงจรรวม..... 59
3.11 ลายปริ้นท์ ของวงจรรวม..... 60
3.12 ซอฟแวร์..... 62

4 การทดลอง และผลการทดลอง..... 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ หน้า

5 บทวิจารณ์ และสรุป..... 79

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีหลายชนิดที่เดียวที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงแบบต่างๆของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าทางการแพทย์ เครื่องมือสื่อสาร เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ มีหลายลักษณะที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น ขนาดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไป ความถี่มีค่าเกินขอบเขตที่กำหนดไว้ หรือสไปค์ที่เกิดขึ้นจากการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินกระแสมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบสภาพของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ เพื่อที่จะศึกษาและหาวิธีป้องกันสัญญาณรบกวนมิให้มีผลต่ออุปกรณ์ได้ สำหรับวิธีป้องกันก็มีได้หลายวิธี เช่น การออกแบบวงจรทางไฟฟ้า เพื่อแก้ไขหรือกำจัดสัญญาณรบกวนนั้น หรือวิธีอื่นๆที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องทำการศึกษาต่อไป

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบสภาพของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ โดยการนำเอาฟอร์ธ ไมโครคาร์ด มาประยุกต์ใช้เป็นมอนิเตอร์สำหรับการตรวจสอบ และให้มีการแสดงผลการตรวจสอบทางมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการเชื่อมโยงไมโครคาร์ดเข้ากับคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้จะทำให้เราสามารถป้องกันมิให้ความเสียหายเกิดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ คณะผู้จัดทำหวังว่า ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงจะให้สาระประโยชน์แก่ท่านผู้อ่านและผู้สนใจได้ไม่มากก็น้อย และ หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ขอบเขตของโครงงาน

เมน มอนิเตอร์ สามารถแบ่งส่วนการทำงาน ออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1.1.1 ส่วนตรวจสอบ

เป็นการตรวจสอบถึงการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆของสัญญาณไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นเป็นส่วนใหญ่ในระบบไฟฟ้าทั่วไป โดยการใช้วงจรอิเลคทรอนิคส์ต่างๆที่เหมาะสม ทำการติดต่อเชื่อมโยง (INTERFACE) ระหว่างไฟในไลน์ กับฟอร์ธ ไมโครคาร์ด ซึ่งใช้เป็นตัวประเมินผลการตรวจสอบ สำหรับการตรวจสอบ แบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

ก. ตรวจสอบขนาด (AMPLITUDE) ของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์

ทำการกำหนดช่วงโวลเตจของสัญญาณไฟฟ้าที่ยอมรับได้ โดยให้มีขอบเขตเป็น 220 +/- 10% โวลต์ ถ้าขนาดโวลเตจที่ตรวจสอบได้ ณ เวลาใดๆ มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าช่วงที่กำหนด จะให้มีการแสดงที่มอนิเตอร์

ข. ตรวจสอบความถี่ (FREQUENCY) ของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์

กำหนดให้ความถี่ที่ 50 เฮิร์ต เป็นความถี่อ้างอิงที่ใช้ในการเปรียบเทียบ มีช่วงความถี่จาก 48 ถึง 52 เฮิร์ต เป็นช่วงที่ทำการตรวจสอบ และให้แสดงผลค่าความถี่ทุกครั้งที่มีการตรวจสอบ พร้อมทั้งบอกสถานะของความถี่นั้นว่ามากกว่า น้อยกว่า หรือ อยู่ในช่วงที่ทำการตรวจสอบ

ค. ตรวจสอบขนาดของแรงดันที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลาน้อยกว่า 1 วินาที (POWER SURGE)

กระแสเสิร์ช เป็นกระแสส่วนที่ไม่ต้องการให้เกิดแต่พบได้ในระบบไฟฟ้าทั่วไป เป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ในช่วงเวลาสั้นๆ ในการตรวจสอบจะวัดขนาดและความกว้างของแรงดันเสิร์ช และแสดงผลทุกครั้งที่มีการตรวจสอบ

ง. ตรวจสอบสไปค์ (SPIKE) ที่ปนเข้ามาในไลน์

สไปค์เป็นแรงดันไฟฟ้าลักษณะหนึ่ง คล้ายกับแรงดันเสิร์ช แต่มีคาบเวลาที่น้อยกว่า เป็นไมโครวินาที ขนาดของสไปค์มีได้ตั้งแต่ 0-600 โวลต์ ดังนั้นสไปค์ที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบไฟฟ้าจึงเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับความเสียหายได้ สำหรับการตรวจสอบจะทำการตรวจสอบค่าของขนาดและความกว้าง พร้อมทั้งนับจำนวนลูกของสไปค์ภาบในช่วงเวลาที่ต้องการ โดยให้มีการแสดงผลเช่นเดียวกับการตรวจสอบแบบอื่น

สำหรับวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ใช้เป็นวงจรอินเตอร์เฟสนั้น จะกล่าวถึงในบทต่อไป

1.1.2 ส่วนวิเคราะห์และแสดงผล

ในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากวงจรอินเตอร์เฟส ว่าจะยอมรับได้หรือไม่ และให้แสดงผลทางมอนิเตอร์ วงจรอินเตอร์เฟสจะถูกนำมาต่อเข้ากับฟอร์ท ไมโครการ์ด และไมโครการ์ดก็จะต่อเข้ากับ ซีพียู ของคอมพิวเตอร์อีกต่อหนึ่ง การวิเคราะห์จะเกิดขึ้นที่ไมโครการ์ด ด้วยโปรแกรมที่ถูกบรรจุลงในไมโครการ์ด

ก. การวิเคราะห์ผล

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบโดยวงจรอินเตอร์เฟสนั้น จะถูกนำมาทำการวิเคราะห์ด้วยฟอร์ท ไมโครการ์ด ขั้นตอนในการวิเคราะห์เริ่มจาก การโปรแกรมข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ วิธีการคำนวณ การเปรียบเทียบและการแสดงผล ลงในหน่วยความจำของไมโครการ์ด เมื่อมีข้อมูลที่ได้จากวงจรอินเตอร์เฟส ผ่านเข้าสู่ไมโครการ์ด ก็จะมีการวิเคราะห์ผลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ และให้มีการแสดงผลตามรูปแบบที่กำหนดไว้เช่นกัน

ข. การแสดงผล

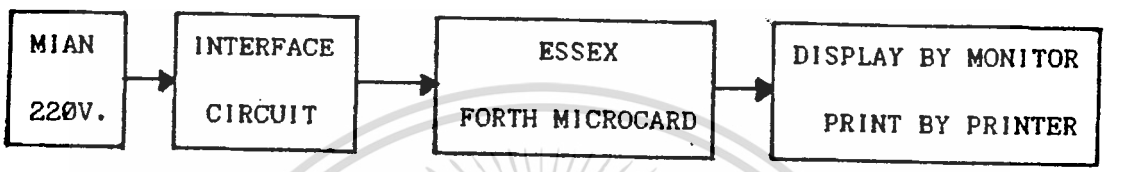
ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงผลของการตรวจสอบที่ทำมาทั้งหมด โดยแสดงผลทางมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งยังสามารถสั่งพิมพ์ผลการตรวจสอบได้ทางเครื่องพิมพ์อีกด้วย ซึ่งรูปแบบและคำสั่งต่าง ๆ จะถูกกำหนดด้วยโปรแกรมภายในไมโครการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และ หลักการ

2.1 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์



จากบล็อคไดอะแกรมข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

MAIN 220V. หมายถึงสัญญานไฟฟ้าจากไลน์ ซึ่งมีค่าโดยปกติประมาณ 220V.

INTERFACE CIRCUIT แสดงถึงวงจรอิเลคทรอนิคส์แบบต่างๆ ที่นำมาประกอบกันเป็นวงจรอินเตอร์เฟส โดยจะทำการเปลี่ยนแปลงสัญญานไฟ 220V. ให้มีลักษณะเหมาะสมที่ฟอร์ธ ไมโครการ์ด จะทำงานได้

ESSEX FORTH MICROCARD เป็นฟอร์ธ ไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก 80*100 mm ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจรอินเตอร์เฟส มาทำการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์ธ (FORTH PROGRAM) ซึ่งถูกเก็บไว้ในแรม (RAM) ที่มีไฟเลี้ยงแบ็คอัพ (BACK UP) ไว้ช่วยในการวิเคราะห์ผล

MONITOR ฟอร์ธ ไมโครการ์ด จะถูกต่อเข้ากับ ซีพียู ของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้มอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนแสดงผลการตรวจสอบทั้งหมด ลักษณะการต่อเชื่อม ระหว่างฟอร์ธ ไมโครการ์ด กับซีพียู ของคอมพิวเตอร์ จะกล่าวโดยละเอียดในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วงจรอินเตอร์เฟส

เนื่องจากไฟในไลน์ 220 โวลต์ มีศักดาไฟฟ้าสูงเกินกว่าที่วงจรอิเล็คทรอนิคส์จะทำงานได้ จึงต้องทำการแบ่งแรงดันของสัญญาณด้วยวงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Devider) ก่อน จึงจะผ่านเข้าสู่วงจรส่วนอื่นๆ ดังจะกล่าวต่อไปได้

2.2.1 วงจรส่วนวัดขนาด (Amplitude) ของไฟในไลน์

วงจรที่สำคัญในการวัดขนาดของไฟในไลน์นี้ ได้แก่ วงจรพีค ดีเทคเตอร์ (PEAK DETECTOR) ซึ่งมีทั้งพีค ดีเทคเตอร์ส่วนบวก (POSITIVE PEAK DETECTOR) และพีค ดีเทคเตอร์ส่วนลบ (NEGATIVE PEAK DETECTOR) วงจรนี้เป็นวงจรที่จะทำการเก็บค่าความดันสูงสุด ทั้งส่วนบวกและส่วนลบของสัญญาณไฟที่ป้อนเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งผ่านค่าความดันที่ตรวจจับได้นี้ เข้าสู่วงจร เอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์ (A/D CONVERTER) ซึ่งมีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาลอก (ANALOG SIGNAL) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (DIGITAL SIGNAL) ซึ่งสัญญาณดิจิตอลที่ได้นี้จะถูกนำเข้าสู่ฟอร์ธ ไมโครการ์ด เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

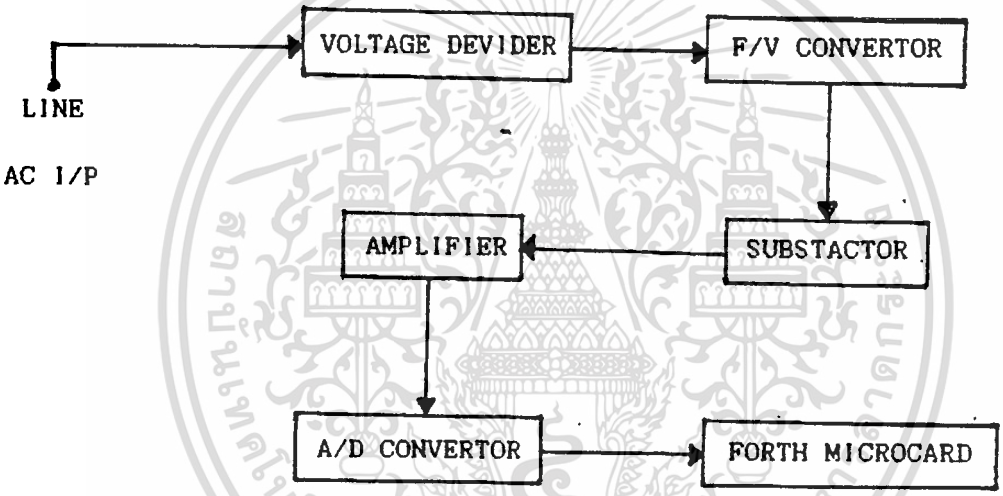
รูป 2.2.1 บล็อคไดอะแกรมแสดงวงจรส่วนวัดขนาด

2.2.2 วงจรส่วนตรวจสอบความถี่

ในการตรวจสอบความถี่ สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดัน จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านเข้าสู่วงจรเอฟทูวี คอนเวิร์ตเตอร์ (F/V CONVERTER) เพื่อแปลงความถี่ของสัญญาณนั้นให้เป็นศักดาไฟฟ้า แต่เนื่องจากค่าศักดาไฟฟ้าที่ได้จากวงจรเอฟทูวีนี้ มีความแตกต่างกันน้อยมาก ทำให้การวิเคราะห์ผลที่ฟอร์ธ ไมโครการ์ดไม่สามารถทำได้ จึงต้องนำศักดาไฟฟ้าที่ได้จากวงจรเอฟทูวี เข้าสู่วงจรลับสแทรคเตอร์ (SUBSTRACTER) เพื่อแยกความแตกต่างของสัญญาณให้มีค่ามากขึ้นเสียก่อน แล้วจึงใช้วงจรขยาย (AMPLIFIER) ขยายสัญญาณอีกทีหนึ่ง จากนั้นก็จะสามารถทำการประมวลผลด้วยฟอร์ธ ไมโครการ์ดได้

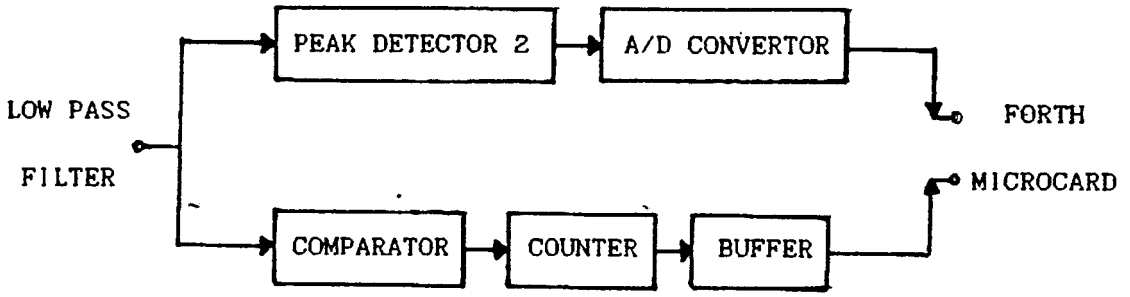


รูป 2.2.2 บล็อคไดอะแกรมแสดงวงจรส่วนตรวจสอบความถี่

2.2.3 วงจรกรองสัญญาณ (FILTER)

ในโครงงานนี้ เราจะทำการตรวจสอบสัญญาณรบกวน 2 ชนิด คือ สัญญาณเสิร์ช ซึ่งเกิดขึ้นที่ความถี่ต่ำ และสัญญาณสไปค์ ซึ่งเป็นสัญญาณที่ความถี่สูง ดังนั้น เพื่อที่จะสามารถตรวจจับสัญญาณเหล่านี้ได้ จึงต้องทำการกำจัดสัญญาณไฟในไลน์ ซึ่งมีความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ต ออกเสียก่อน สัญญาณที่เหลือในไลน์ ก็จะมีเพียงสัญญาณรบกวนเท่านั้น สำหรับการกำจัดสัญญาณไฟ 50 เฮิร์ตนั้น เราใช้วงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต แบบนอช (50 HERTZ

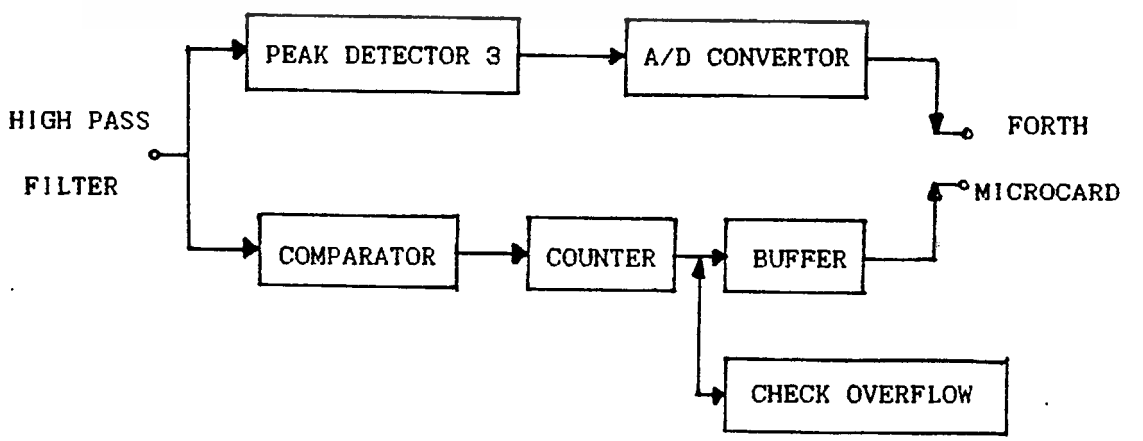
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2.4 บล็อคไดอะแกรมแสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณเสิร์ช

2.2.5 <u>วงจรตรวจสัญญาณสไปค์</u>

สัญญาณจากวงจรกรองความถี่สูงผ่าน จะถูกนำมาเข้าสู่วงจรตรวจสอบสไปค์ ซึ่งจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ส่วน เช่นเดียวกับสัญญาณเสิร์ช ส่วนแรกคือ การวัดขนาดของสไปค์ ซึ่งใช้หลักการเช่นเดียวกับการวัดขนาดสัญญาณแบบอื่นๆ ส่วนที่สอง คือ การวัดความกว้างของสไปค์ จะใช้วงจรคอมพาราเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณเช่นกัน แต่ตัวกำเนิดสัญญาณคล็อก (CLOCK) ของวงจรนับของสไปค์นี้ จะมีความถี่มากกว่าวงจรนับของสัญญาณเสิร์ช พร้อมทั้งมีการเพิ่มส่วนเช็คโอเวอร์โฟล (OVER FLOW) สำหรับวงจรนี้ด้วย ข้อมูลที่ได้จากวงจรวัดความกว้างนี้ เป็นข้อมูลแบบดิจิตอล ดังนั้น จึงสามารถผ่านเข้าสู่ฟอร์ธ ไมโครการ์ด ได้เลย บล็อคไดอะแกรมนี้แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณสไปค์



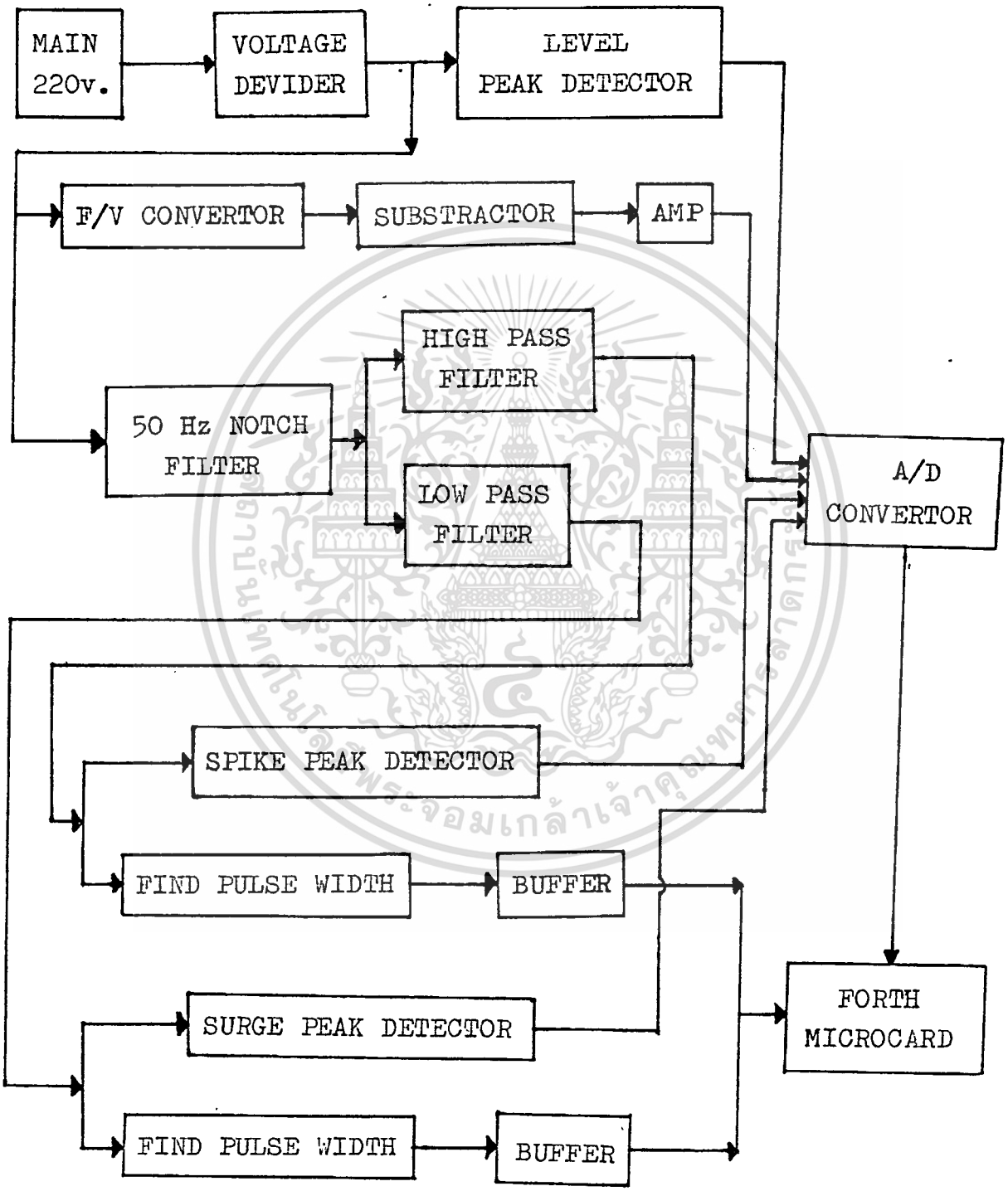
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D CONVERTOR)

สัญญาณที่ตรวจจับได้ ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณอนาลอก ต้องนำมาทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อน โดยการผ่านเข้าสู่วงจรเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์ ข้อมูลที่ได้จากเอาท์พุทของวงจรเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์ จะมีลักษณะเป็นดิจิตอล จึงสามารถผ่านเข้าสู่ฟอร์ธ ไมโครการ์ด เพื่อทำการวิเคราะห์ผลต่อไปได้

023167
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 <u>บล็อคไดอะแกรมของวงจรรวม</u>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เอสเสค ฟอร์ธ ไมโครการ์ด (ESSEX FORTH MICROCARD)

ฟอร์ธ (FORTH) เป็นระบบโปรแกรมมิ่ง (PROGRAMMING SYSTEM) ที่มีลักษณะพิเศษ คือ สามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานต่างๆได้เป็นอย่างดี การประยุกต์ใช้งานทั่วไปของฟอร์ธ ได้แก่ งานควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ , การทดสอบแบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC TESTING) , การตรวจสอบข้อมูล , การควบคุมระบบสิ่งแวดล้อม (ENERGY AND ENVIRONMENT MANAGEMENT) หรือ ในการควบคุมสเลฟ โพรเซสเซอร์ (SLAVE PROCESSOR) ในระบบคอมพิวเตอร์ เหล่านี้เป็นต้น

ฟอร์ธ อาจจะเรียกได้ว่าเป็น ภาษาคอมพิวเตอร์แบบหนึ่ง หรือจัดว่าเป็นระบบการทำงานอย่างหนึ่ง หรือเป็นตัวคอมไพล์เลอร์ (INTERACTIVE COMPILER) หรือเป็นตัวอินเตอร์เพรทเตอร์ (INTERPRETER) ได้ทั้งนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้งานของผู้ใช้ ฟอร์ธยังสามารถออกแบบให้เป็นได้ทั้งคอมไพล์เลอร์และอินเตอร์เพรทเตอร์ได้ ซึ่งจากที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้การพัฒนาโปรแกรมด้วยฟอร์ธ เสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด อีกทั้งยังไม่เป็นการยากเกินไปสำหรับผู้ที่เริ่มต้นศึกษาฟอร์ธอีกด้วย

จากลักษณะเด่นของฟอร์ธดังที่กล่าวมา ถ้านำเอาโปรแกรมภาษาฟอร์ธ มาใช้ร่วมกับ อาร์เอสซี ฟอร์ธ ซิงเกิลชิพ ไมโครคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ (RSC-FORTH SINGLE-CHIP MICROCOMPUTER HARDWARE) เราจะได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากอย่างหนึ่ง ในการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์

2.3.1 ลักษณะทางฮาร์ดแวร์ ของเอสเสค ฟอร์ธ ไมโครการ์ด

จากรูปที่ 2.3.1 หัวใจสำคัญของไมโครการ์ดชุดนี้ ได้แก่ ไอซี1 , ไมโครคอมพิวเตอร์ เบอร์ R65F12 ซึ่งเป็นไอซีเบอร์หนึ่งในตระกูลของรอคเวล ซิงเกิลชิพ 6502 (ROCKWELL SINGLE-CHIP 6502) โดยมี R6502 เป็นซีพียู มีหน่วยความจำรอม (ROM) ขนาด 3 กิโลไบท์ (BYTE) และ แรม (RAM) ขนาด 192 ไบท์ มีเคาท์เตอร์-ไทม์เมอร์ (COUNTER-TIMER) 2 ตัว มีวงจรอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม (SERIAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

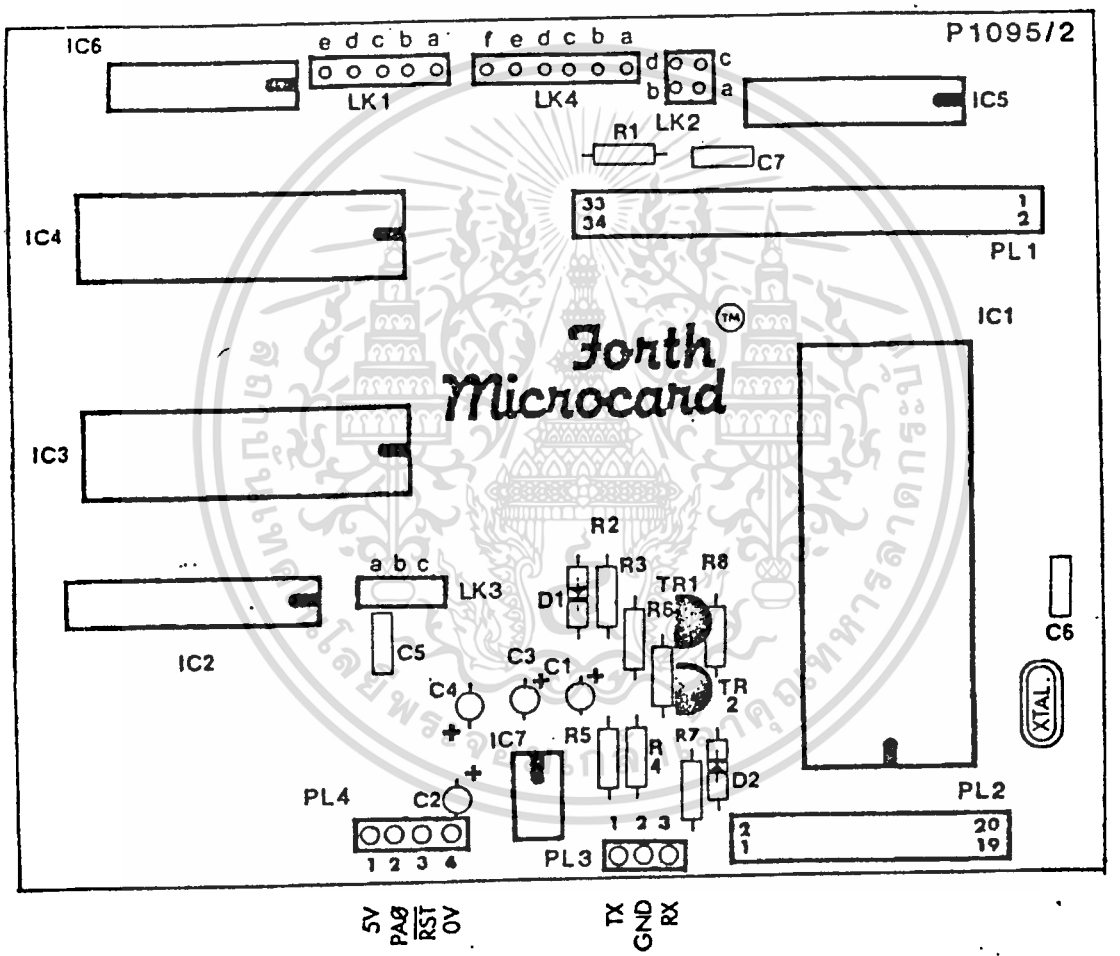
INTERFACE) มีไอโอ พอร์ท (I/O PORT) 40 พอร์ท และทำงานที่ความถี่ 1 เมกกะเฮิร์ต หรือ 2 เมกกะเฮิร์ต ด้วยตัวกำเนิดความถี่แบบคริสตัล (CRYSTAL OSCILLATOR)

ไอโอ พอร์ท ของ R65F12 แบ่งได้เป็น 5 ชุดๆ ละ 8 บิท (BIT) โดยจะเรียกแต่ละชุดว่าเป็น พอร์ท PA , PB , PE , PF , PG สำหรับ PA สามารถใช้งานได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับการเซ็ทโหมดการทำงาน ในโครงงานนี้ จะใช้ PA6 และ PA7 สำหรับการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม พอร์ททุกพอร์ท สามารถใช้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุท ยกเว้น PE ที่เป็นได้เฉพาะเอาท์พุทเท่านั้น

ไมโครการ์ด ยังประกอบด้วยหน่วยความจำอีก 2 ตัว คือ ไอซี3 ซึ่งเป็น อีพรอม (EPROM) และ ไอซี4 ซึ่งเป็น อีพรอมหรือแรม ในการที่จะเลือกใช้หน่วยความจำแบบไหน หรือ เบอร์ไหน จะต้องทำการศึกษาจากตารางหน่วยความจำ (MEMORY MAP) เสียก่อน ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

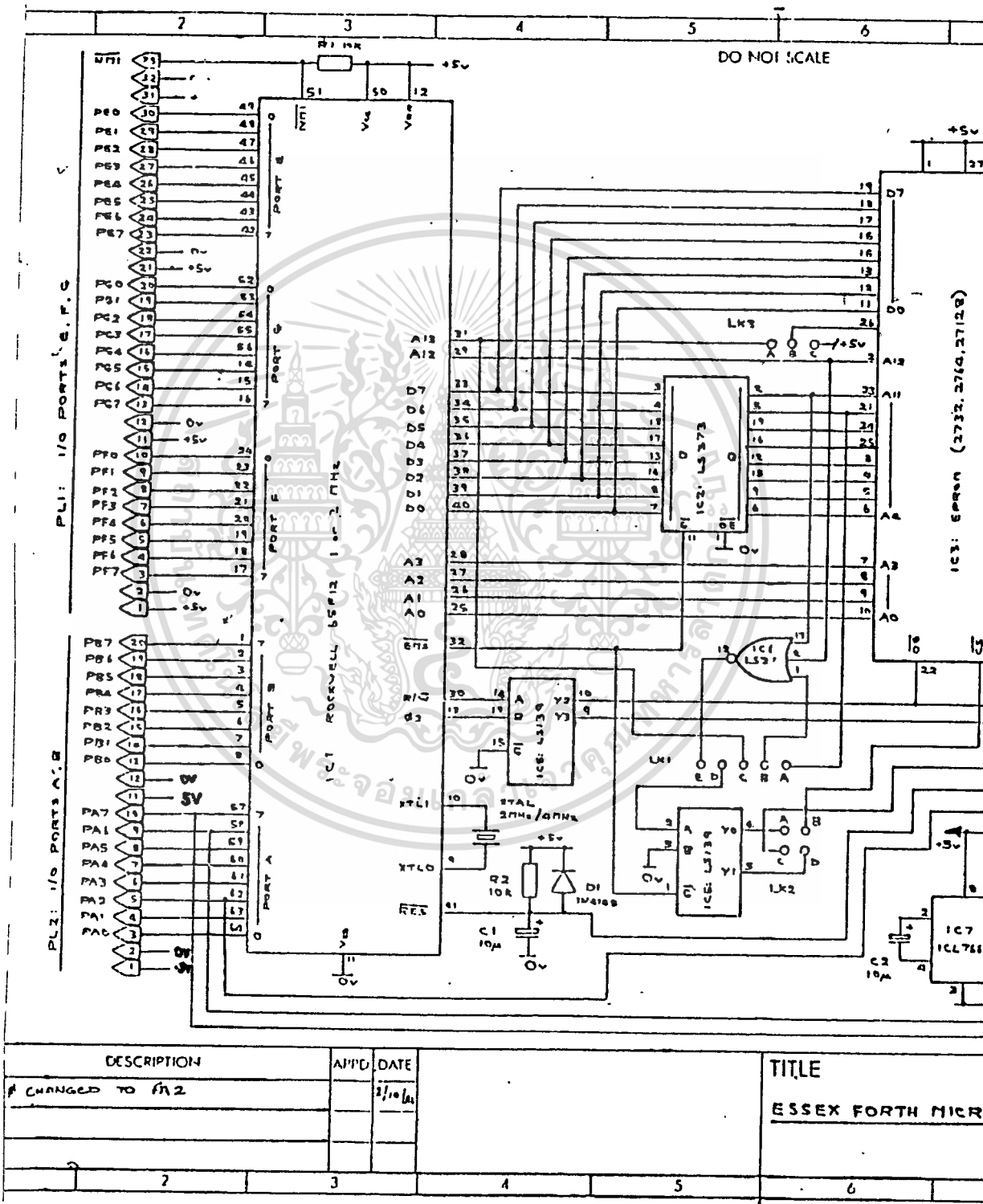
จากรูปที่ 2.3.1 ก แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบน ฟอร์ธ ไมโครการ์ด และรูปที่ 2.3.1 ข แสดงลักษณะการต่อวงจรทั้งหมดของฟอร์ธ ไมโครการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.1 ก PCB LAYER OF ESSEX FORTH MICROCARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.1 ข การต่อของวงจรฟอร์ธ ไมโครการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การนำเอสเสค ฟอร์ธ ไมโครการ์ด มาใช้งาน

ในการที่จะนำฟอร์ธ ไมโครการ์ด มาใช้งานได้นั้น จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับตารางหน่วยความจำ ในรูปแบบต่างๆที่ใช้กับไมโครการ์ดเสียก่อน จากนั้นจึงใช้ลิงค์ เฮดเดอร์ (LINK HEADER) ซึ่งมีลักษณะเป็นขาโลหะ เป็นตัวเชื่อมพิน (PIN) ตามตำแหน่งของลิงค์ (LINK) ที่เราต้องการ ซึ่งกำหนดไว้ในตารางหน่วยความจำ

ตารางหน่วยความจำ (MEMORY MAP)

ตารางหน่วยความจำแบบที่ 1 (MEMORY MAP 1) ในแบบนี้ ใช้สำหรับไมโครการ์ด ที่ใช้เป็นทาร์เก็ท ซิสเต็ม (TARGET SYSTEM) โดยมี ไอซี4 เป็นแรม และ ไอซี3 เป็นอีพรอม ซึ่งจะให้แรม ขนาด 768 ไบท์ (ตั้งแต่ 0100 ถึง 03FF) และอีพรอม ขนาด 7 กิโลไบท์ (ตั้งแต่ 0400 ถึง 1FFF) โดยให้โปรแกรมเริ่มต้นที่ แอดเดรส 0400 ในตารางแบบนี้ จะใช้ไอซีเบอร์ 2732 หรือ 2764 แล้วแต่ขนาดของโปรแกรม

ตารางหน่วยความจำแบบที่ 2 (MEMORY MAP 2) ใช้สำหรับทาร์เก็ท ซิสเต็ม ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบบแรก โดยมี ไอซี4 เป็นแรม ขนาด 1.75 กิโลไบท์ (ตั้งแต่ 0100 ถึง 07FF) และไอซี3 เป็นอีพรอม มีขนาดได้ถึง 14 กิโลไบท์ (ตั้งแต่ 0800 ถึง 3FFF) การใช้งานเช่นเดียวกับแบบแรก แต่มีขนาดใหญ่กว่า และใช้ไอซี เบอร์ 2732 , 2764 หรือ 27128 ขึ้นอยู่กับขนาดของโปรแกรม

ตารางหน่วยความจำแบบที่ 3 (MEMORY MAP 3) ในแบบนี้ จะใช้กับไมโครการ์ด ที่ใช้เป็นฟอร์ธ คอมไพล์เล่อร์ (FORTH COMPILATION) โดย ไอซี3 เป็น ฟอร์ธ ดี - เวลลอพเมนท์ รอม (FORTH DEVELOPMENT ROM) มีแอดเดรสตั้งแต่ 2000 ถึง 3FFF และ ไอซี4 เป็น แรม หรือ อีพรอม อีมูลเลเตอร์ (EPROM EMULATOR) มีแอดเดรส ตั้งแต่ 0100 ถึง 1FFF เมื่อมีข้อความที่ต้องการส่ง ข้อความจะถูกส่งแบบอนุกรม ไปยังไมโครการ์ด และจะถูกคอมไพล์ด้วย คอมไพล์ โคด (COMPILE CODE) ที่สร้างขึ้นจาก ไอซี4 โดยมีแอดเดรส เริ่มต้นที่ 0400 หรือ 0800 และจะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำ ที่ไอซี3 ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโปรแกรมที่สามารถคอมไพล์ มีความยาวได้ถึง 7 กิโลไบท์

ตารางหน่วยความจำแบบที่ 4 (MEMORY MAP 4) ในแบบสุดท้ายนี้ จะใช้เพื่อการพัฒนาแรม โดยมี ไอซี3 เป็น อีพรอม ขนาด 8 กิโลไบท์ (0100 ถึง 1FFF) และไอซี4 เป็น แรมขนาด 8 กิโลไบท์ (2000 ถึง 3FFF) แต่การทำงานในแบบนี้ ไม่ค่อยสะดวกมากนัก เนื่องจากแรม มีช่วงแอดเดรสเดียวกับ ดีเวลลอพเมนท์ รอม

จากรูปที่ 2.3.2 ก และรูปที่ 2.3.2 ข แสดงตารางหน่วยความจำทั้ง 4 แบบ พร้อมทั้งการต่อลิงค์ต่างๆ

ในโครงงานนี้ เลือกใช้ตารางหน่วยความจำแบบที่ 3 และใช้ไอซีเบอร์ 6264 และดีเวลลอพเมนท์ รอม เพราะฉะนั้น ตำแหน่งของลิงค์ต่างๆ เป็นดังต่อไปนี้

LK1 เลือกตำแหน่งพินที่ c - d

LK2 " " a - c , b - d

LK3 " " a - b

LK4 " " b - c , d - e

MAP	IC3 RANGE	IC4 RANGE	LK1	LK2	TYPICAL USE
1	0400-1FFF	0100-03FF	A-B D-E	A-B C-D	Target 1K RAM 7K EPROM
2	0800-3FFF	0100-07FF	B-C D-E	A-B C-D	Target 2K RAM 14K EPROM
3	2000-3FFF	0100-1FFF	C-D	A-C B-D	Forth Compilation
4	0100-1FFF	2000-3FFF	C-D	A-B C-D	Target 7K EPROM 8K RAM

Link LK3 configures socket IC3 for various EPROM types as listed below:

DEVICE	SIZE	LK3	COMMENTS
2732	4K x 8	B-C	
2764	8K x 8	A-B	Requires memory map 2, 3 or 4
27128	16K x 8	A-B	Requires memory map 2

Link LK4 configures socket IC4 for various RAM and EPROM types as listed below:

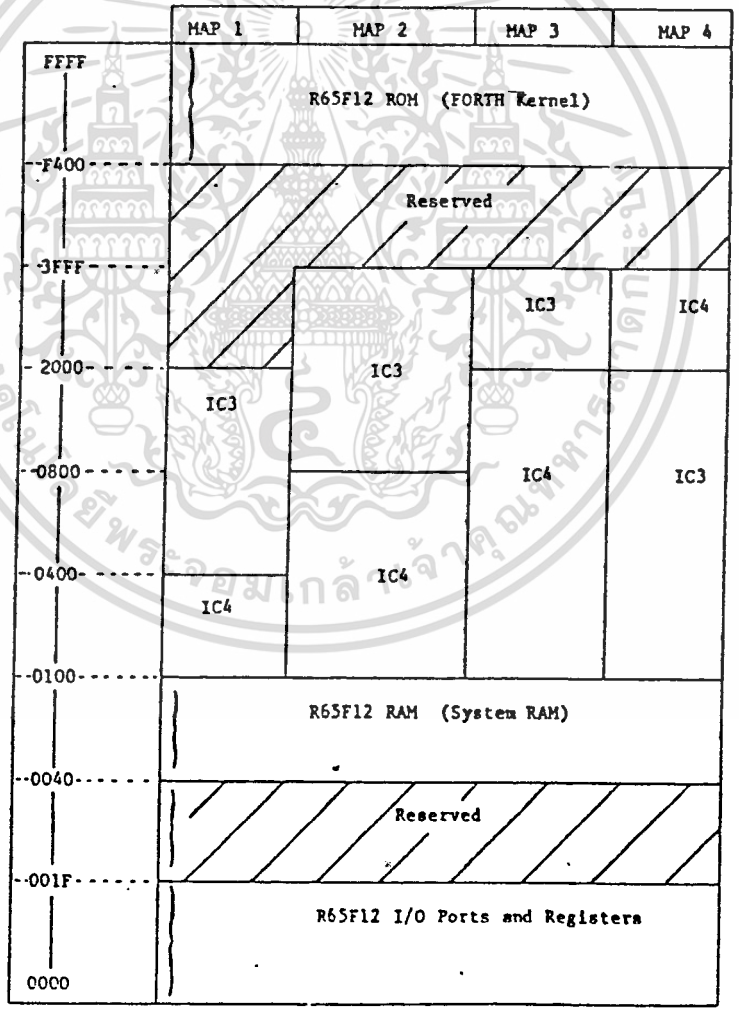
DEVICE	TYPE	LK4	COMMENTS
6116	2K x 8 RAM	C-D	
6264	8K x 8 RAM	B-C D-E	
2732	4K x 8 EPROM	D-E	
2764	8K x 8 EPROM	A-B D-E	Requires memory maps 3 or 4

รูป 2.3.2 ก MEMORY MAP 1-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINK	DEVICE	SETTINGS	COMMENTS
LK1		C-D	Memory Map 3
LK2		A-C B-D	
LK3		A-B	2764 EPROM type
LK4	6116	C-D	
	6264	B-C D-E	
	2716 Emulator	D-E	Write Enable to LK4 pin C
	2732 Emulator	D-E	Inhibit to LK4 pin F
	2764 Emulator	A-B D-E	

รูป 2.3.2 ข LINK SETTING



รูป 2.3.2 ค แอดเดรสของหน่วยความจำต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การติดต่อระหว่าง ไมโครคอมพิวเตอร์ กับ ฟอร์ธ ไมโครการ์ด

เนื่องจาก ซิงเกิล บอร์ด ฟอร์ธ ไมโครการ์ด (SINGLE BOARD FORTH MICROCARD) นั้นไม่มีส่วนแสดงผล มีแต่พอร์ทที่ใช้เป็นเอาท์พุท หรืออินพุท ต่างๆเท่านั้น ในโครงงานนี้ เราจึงใช้มอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ มาเป็นส่วนแสดงผลการตรวจสอบ และการคำนวณต่างๆของไมโครการ์ด

การติดต่อระหว่าง ฟอร์ธ กับไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จะใช้การติดต่อแบบอนุกรม (SERIAL COMMUNICATION) โดยฟอร์ธ จะส่งข้อมูลทาง ซีเรียล พอร์ท (SERIAL PORT) และไมโครคอมพิวเตอร์ ก็จะรับข้อมูลทาง ซีเรียล พอร์ท เช่นกัน โดยใช้มาตราฐาน ของ RS-232 และใช้สัญญาณการรับส่ง เพียง 3 เส้น คือ T_x (ส่งข้อมูล) , R_x (รับข้อมูล) และ GND (กราวด์ของสัญญาณ) และใช้ XON - XOFF PROTOCOL เป็นโปรโตคอล ในการส่ง

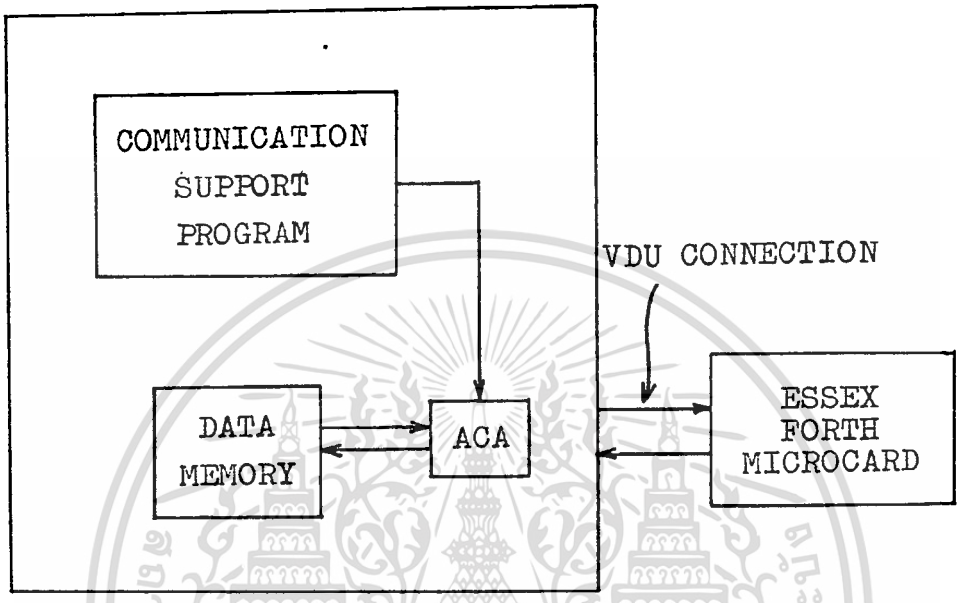
การส่งแบบอนุกรม ของฟอร์ธ กับไมโครคอมพิวเตอร์ มีได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. เป็นเทอร์มินอล (TERMINAL) โดยคอมพิวเตอร์ จะเป็นเทอร์มินอลให้กับฟอร์ธ โดยรับข้อมูล หรือโปรแกรม ผ่านทางคีย์บอร์ด (KEY BOARD)

2. เป็นเทอร์มินอล และ ที่เก็บไฟล์ (FILE STORAGE) ในแบบนี้จะมีการเก็บ โปรแกรม ฟอร์ธ ไว้ในไฟล์ และเมื่อมีข้อมูลที่ต้องการส่ง จะทำการโหลด (LOAD) โปรแกรม ออกมาที่ ฟอร์ธ และแสดงผลทาง เทอร์มินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 <u>บล็อคไดอะแกรมของการติดต่อ</u>



รูป 2.4.1 ก BLOCK DIADRAM OF COMMUNICATION

ก. VDU CONNECTOR

การติดต่อแบบอนุกรมของฟอร์ธ จะใช้การติดต่อแบบ RS232 โดยผ่านทางคอนเนคเตอร์ PL3 VDU มักจะใช้กับ คอนเนคเตอร์แบบ D-TYPE ที่มี 25ขา

VDU บางชนิด จะต่อขา D-TYPE ได้ดังนี้

ขา 1 กับ ขา 7

ขา 4 กับ ขา 5

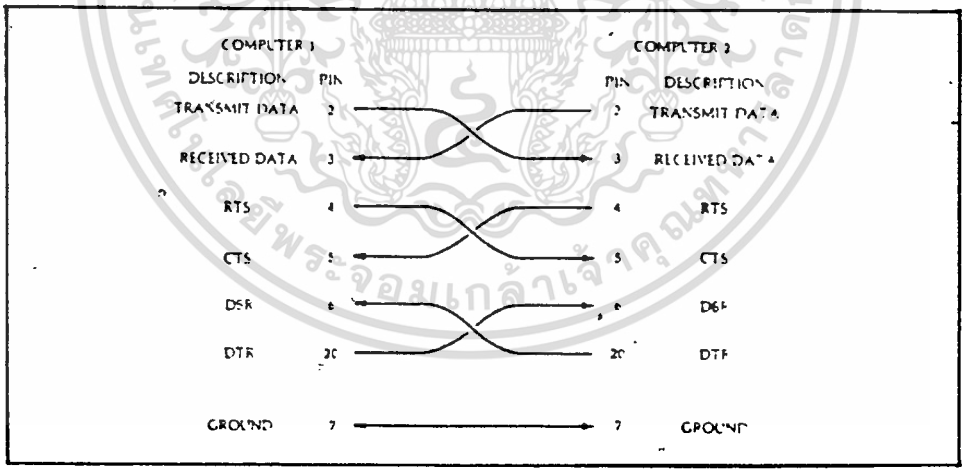
ขา 6 , ขา 8 และ ขา 20

การติดต่อของ VDU มีลักษณะเป็นไปตามตาราง ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIGNAL	PL3	D-TYPE
TX TO VDU	1	3
SIGNAL GROUND	2	7
RX FROM VDU	3	2

Pin Number	Direction	Function
2	Output	Transmitted Data
3	Input	Received Data
4	Output	Request To Send
5	Input	Clear To Send
6	Input	Data Set Ready
7		Signal Ground
8	Input	Data Carrier Detect
20	Output	Data Terminal Ready
22	Input	Ring Indicator



VDU กับ ฟอร์ธ จะต้องถูกเซ็ทให้มีค่า บอด เรท (BAUD RATE) และรูปแบบตัวอักษร (CHARACTER FORMAT) เดียวกัน ได้แก่ มี ASYNCHRONOUS OPERATION , 7 DATA BITS , NO PARITY , 2 STOP BIT , 1200 หรือ 2400 BAUD RATE สำหรับที่ความถี่ 1 เมกกะเฮิร์ต หรือ 2 เมกกะเฮิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ACA (ASYNCHRONOUS COMMUNICATION ADAPTER)

ทำหน้าที่สำหรับการติดต่อแบบอนุกรม คือ จัดการรับ และส่งข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่ได้มีการโปรแกรมไว้ ดังต่อไปนี้

เมื่อรับข้อมูลจากไมโครการ์ด

1. เปลี่ยนข้อมูลแบบอนุกรม ที่เข้ามาให้เป็นแบบขนาน
2. ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่รับเข้ามา
3. ตัด STOP BIT และ PARITY BIT ออก
4. ส่งสัญญาณกลับไป ว่ารับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เมื่อส่งสัญญาณ ไปยังไมโครการ์ด

1. เปลี่ยนข้อมูลแบบขนาน ให้เป็นแบบอนุกรม
2. เพิ่ม STOP BIT และ PARITY BIT ให้เป็นไปตามรูปแบบเดิม

ค. A COMMUNICATION SUPPORT PROGRAM

เป็นโปรแกรม ที่ทำหน้าที่ในการรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่าง คอมพิวเตอร์กับฟอร์ธ โดยในโครงงานนี้ จะใช้โปรแกรมภาษาเบสิก เป็น โปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งลักษณะโปรแกรม จะกล่าวถึงในภายหลัง

2.4.2 ลำดับการทำงาน ในการรับ-ส่งข้อมูล แบบ XON-XOFF PROTOCOL

เมื่อเริ่มต้นการติดต่อ เราต้องทำการป้อนโปรแกรมภาษาเบสิก ที่เขียนขึ้นเพื่อให้ทำงานตาม โปรโตคอล ที่เราต้องการ ลงในหน่วยความจำของ ไอบีเอ็ม เสียก่อน จากนั้น ไอบีเอ็ม จะส่ง XON (เป็น CHARACTER STRING หนึ่งใน ASCII CODE) ไปทาง ซีเรียล พอร์ท ให้กับฟอร์ธ การ์ด เป็นการบอกให้รู้ว่า ฟอร์ธ การ์ด สามารถส่งข้อมูลมาได้แล้ว ไอบีเอ็ม ก็จะคอยอ่านข้อมูลจาก บัฟเฟอร์ เมมโมรี่ (BUFFER MEMORY) ของ ซีเรียล พอร์ท ของตัวมัน แล้วส่งไปแสดงผลข้อมูลทางจอภาพ แต่ถ้าข้อมูลที่ส่งมาให้ มีขนาดมากเกินกว่าที่เมมโมรี่ ของพอร์ทจะรับได้ ไอบีเอ็ม ก็จะส่งสัญญาณ XOFF กลับไปยังฟอร์ธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ์ด เพื่อให้ฟอร์ธ การ์ด หยุดส่งข้อมูลชั่วขณะ จนกระทั่ง เมมโมรี่ ว่างแล้ว ไอบีเอ็มก็จะส่งสัญญาณ XON กลับไปให้ฟอร์ธ การ์ด อีกเพื่อให้ส่งข้อมูลที่เหลือเข้ามาต่อไป จนข้อมูลที่ฟอร์ธ การ์ด ถูกส่งจนหมด

สำหรับไอบีเอ็ม จะส่งข้อมูลที่พิมพ์ทาง คีย์ บอร์ด ผ่านทางซีเรียล พอร์ท ไปยัง ซีเรียล พอร์ท ของฟอร์ธ การ์ด ฟอร์ธ การ์ด ก็จะอ่านเอาข้อมูลไปใช้ แต่ถ้าข้อมูลที่ส่งมาให้ มีมากเกินกว่าที่ บัฟเฟอร์ เมมโมรี่ ของฟอร์ธ การ์ด จะรับได้ ฟอร์ธก็จะส่งสัญญาณ XOFF ไปยังไอบีเอ็ม เพื่อให้ไอบีเอ็ม หยุดส่งข้อมูลชั่วคราวก่อน จนฟอร์ธ การ์ด อ่านข้อมูลใน บัฟเฟอร์ หมด ก็จะส่งสัญญาณ XON ไปยังไอบีเอ็ม ให้ไอบีเอ็ม ส่งข้อมูลมาให้จนหมด ต่อไป การติดต่อระหว่าง ฟอร์ธ การ์ด กับไมโครคอมพิวเตอร์ ก็จะเป็นดังนี้ สลับกันไปเรื่อยๆ

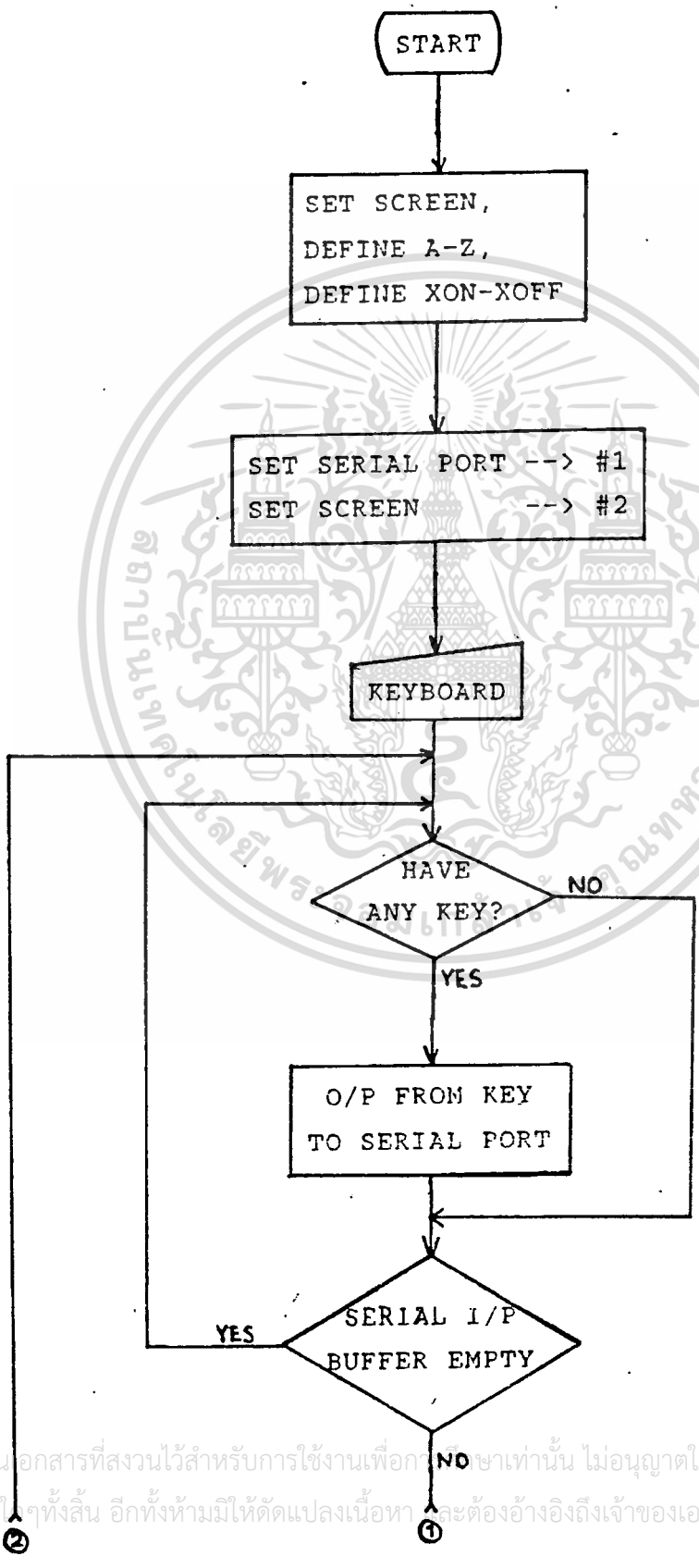
โดยที่ BUFFER MEMORY ของ IBM SERIAL PORT มีขนาด 250 CHARACTER

BUFFER MEMORY ของ FORTH SERIAL PORT มีขนาด 128 CHARACTER

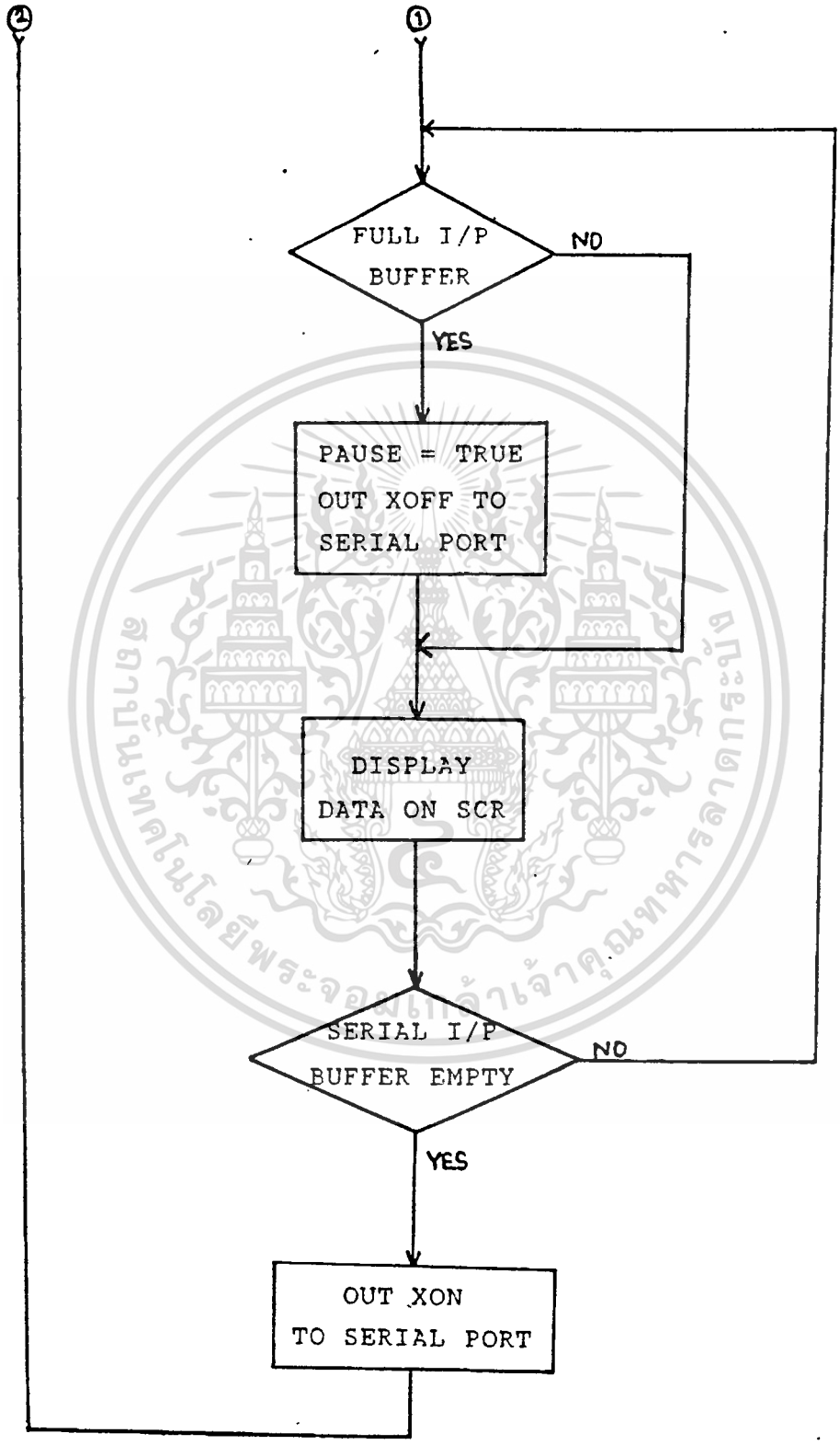
2.4.3 <u>โปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อระหว่างฟอร์ธ การ์ด และไมโครคอมพิวเตอร์</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก โฟลชาร์ท ของการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ กับฟอร์ธ ไมโครการ์ด แบบ XON-XOFF PROTOCOL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ไปรแกรมการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับฟอร์ม ไมโครการ์ด

```
10  REM dump terminal example
20  ' set screen to black and white text mode
30  '     and set width to 40
40  SCREEN 0,0: WIDTH 80
50  ' turn off soft key display; clear       screen;
60  '    make sure all files are closed
70  KEY OFF: CLS: CLOSE
80  ' define all numeric variables as interger
90  DEFINT A-Z
100  'define true and flase
110  FALSE=0: TRUE= NOT FLASE
120  'define the XON, XOFF characters
130  XOFF$=CHR$(19) : XON$=CHR$(17)
140  'open communications to file number     1,
150  '300 bps, EVEN PARITY, 7 data bits
160  OPEN "COM1:1200,n,7,2,CS,DS,CD" AS #1
170  'use screen as a file, just for fun
180  OPEN "SCRN:" FOR OUTPUT AS 2
190  'turn cursor on
200  LOCATE ,,1
400  PAUSE=FALSE: ON ERROR GOTO 9000
490  '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
500  ' send keyboard input to com line
510  B$=INPUT$(1): IF B$<>"" THEN PRINT #1,B$;
520  'if no chars in com buffer, check key in
530  IF EOF(1) THEN 510
540  'if buffer more than 1/2 full, then
550  '  set PAUSE flag to say input          suspened,
560  '  send XOFF to host to stop transmission
570  IF LOC(1)>128 THAN PAUSE=TRUE: PRINT #1,XOFF;
580  'read contents of com buffer
590  A$=INPUT$(LOC(1),#1)
600  'get rid of linefeeds to avoid double spaces
610  '  when input displayed on screen
620  LFP=0
630  LFP=INSTR(LFP+1,A$,CHR$(10)) 'look for LF
640  IF LFP>0 THEN MID$(A$,LFP,1)="": GOTO 630
650  'display com input, and check for more
660  PRINT #2,A$;: IF LOC(1)>0 THEN 570
670  'if transmission suspened by XOFF,
680  '  resume by sending XON
690  IF PAUSE THEN PAUSE=FLASE: PRINT #1,XON$;
700  'check for keyboard input again
710  GOTO 510
8999  'if error, display error number and retry
9000  PRINT "ERROR NO.";ERR: RESUME
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

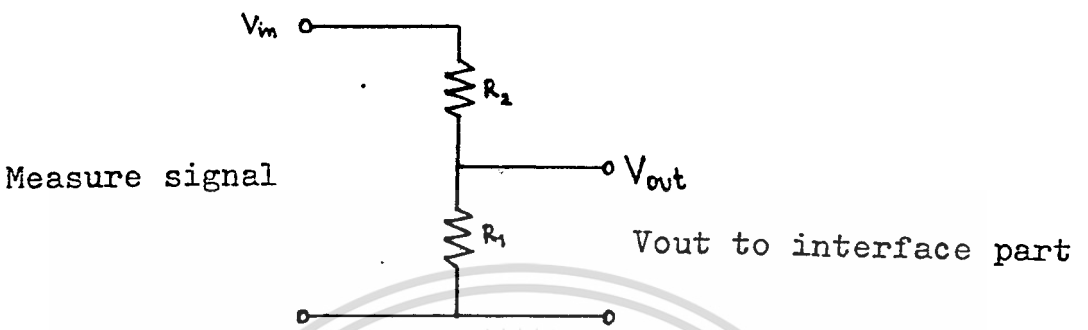
การคำนวณ และ การสร้าง

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึงทฤษฎี และ หลักการ ของเมน มอนิเตอร์ ในบทนี้ จะกล่าวถึง ทฤษฎี และการคำนวณ รวมทั้งวงจรที่ใช้งานจริง ของวงจรต่างๆที่ใช้ใน เมน มอนิเตอร์ โดยละเอียด โดยแบ่งเป็น

- วงจรแบ่งแรงดัน
- วงจรพีค ดีเทคเตอร์
- วงจรสับสแทรคเตอร์
- วงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต แบบนอช
- วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
- วงจรกรองความถี่สูงผ่าน
- วงจรเอฟทูวี คอนเวิร์ตเตอร์
- วงจรขยาย
- วงจรคอมพาราเตอร์
- วงจร 555 ไทม์เมอร์
- วงจรนับ และ วงจรบัฟเฟอร์
- วงจรเช็ค โอเวอร์โฟล และเคลียร์
- วงจรเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรแบ่งแรงดัน (VOLTAGE DEVIDER)



รูป 3.1.1

เพื่อให้เราสามารถทำการวัดหรือตรวจสอบ ค่าตัวแปรต่างๆ ที่เราต้องการในสายส่งกำลัง ซึ่งมีระดับสูง คือมีค่าหลายร้อยโวลท์ จึงจำเป็นต้องทำการลดระดับแรงดันที่ใช้ในการตรวจสอบ โดยมีอัตราส่วนที่แน่นอน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าจริงต่อไป เราจึงใช้วงจรลดระดับแรงดัน แบบใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกัน ดังรูป 3.1.1

สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ในการสร้างวงจรแบบนี้ คือ

1. ค่า R_1 และ R_2 รวมกันนั้นจะถือว่าเป็นอิมพีแดนซ์ (IMPEDANCE) ของเครื่องมือวัดนี้

2. ค่าอัตราส่วนการแบ่งแรงดันนี้ มีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดจากการอ่านค่าโดยตรง นั่นคือ ยิ่งถ้าเราลดแรงดันมากๆ คือใช้อัตราส่วน (RATIO) มากๆ เปอร์เซ็นต์การวัดผิดพลาด ก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น

3. ขนาดการทนกำลังของ R_1 และ R_2 จะต้องมีค่ามากเพียงพอ เพื่อไม่ให้ R ร้อนเกินไปจนเสียหายได้ ต้องคำนวณเลือกกำลังวัตต์ ให้เพียงพอ และใช้ความต้านทานแบบที่มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำ

เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการในการวิเคราะห์ผล เป็นแบบดิจิตอล ดังนั้น จึงต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกที่ได้จากวงจรต่างๆ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เสียก่อน โดยใช้ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ ADC 0809 (ANALOG TO DIGITAL CONVERTOR) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่นี้ โดยที่อินพุทจะต้องมีค่าระหว่าง 0-5 โวลท์ เราจึงต้องทำให้ระดับแรงดันอินพุทมีค่าไม่เกิน 5 โวลท์ จากไฟในไลน์ 220V.(Vrms) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 311 โวลท์ (Vpeak) จึงต้องทำให้ค่านี้มีค่า อยู่ในช่วงกลางๆ ระหว่าง 0-5 โวลท์ ในวงจรนี้เลือกใช้อัตราส่วนแบ่งแรงดัน 124:1 นั่นคือ

ถ้าอินพุทเป็น 220V.(Vrms) = 311V.(Vpeak) เอาท์พุทจะเป็น 2.5V.

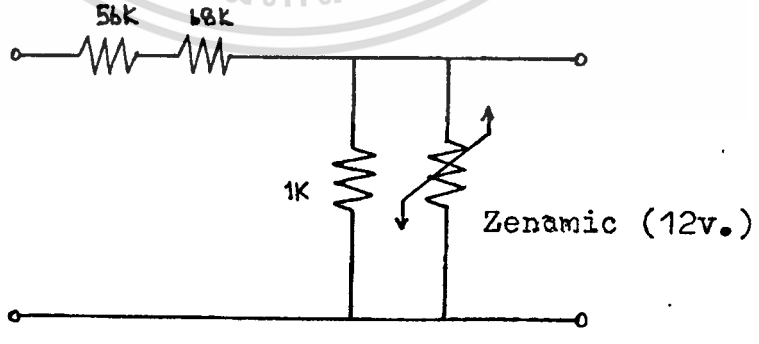
จากรูป 3.1.1

$$Vin : Vout = 124 : 1$$

$$Vout / Vin = R_1 / (R_1 + R_2)$$

$$1/124 = R_1 / (R_1 + R_2)$$

ดังนั้น ให้ $R_1 = 1$ โอห์ม และ $R_2 = 123$ โอห์ม และค่าทนกำลังวัตต์จะต้องไม่สูงเกินไป จึงควรใช้ค่ามากกว่านี้ แต่เป็นสัดส่วนกัน วงจรที่ใช้งานจริง ดังรูป 3.1.2



รูป 3.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการที่บางครั้ง มี TRANSIENT ปรากฏอยู่ในไฟในไลน์ที่มีค่าสูงมากๆ ซึ่งบางครั้งมีค่าสูงถึง 1000 โวลท์ หรือมากกว่า อุปกรณ์ที่เราใช้ในการตรวจสอบ อาจได้รับความเสียหายได้ จึงต้องใส่อุปกรณ์ที่เป็น TRANSIENT SUPPRESSOR ซึ่งมีค่าสูงๆ เช่น ZENONIC หรือ VARISTOR เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์นี้จะมีค่าความต้านทานสูงมาก เมื่อมีโวลท์เตจตกคร่อมตัวมัน ต่ำกว่าค่าพิกัดของอุปกรณ์ และถ้าหากโวลท์เตจตกคร่อมตัวมันมีค่าสูงขึ้นจนเกินพิกัดที่กำหนดไว้ของอุปกรณ์ ความต้านทานของตัวมัน จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว โวลท์เตจส่วนที่เหลือ จะไปตกคร่อมยัง R 56K และ R 68K ซึ่งเป็นการป้องกันมิให้วงจรอื่นๆ ได้รับความเสียหายได้

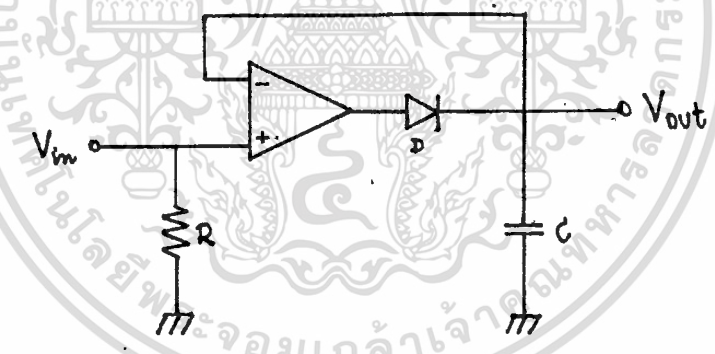
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด (PEAK DETECTOR)

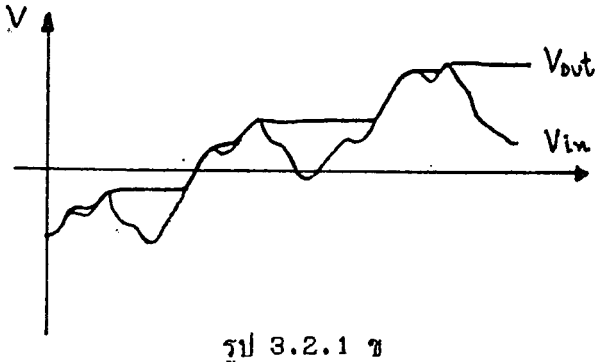
เนื่องจากการวัดค่าแรงดันในไลน์ 220V. นั้น เป็น อาร์.เอ็มเอส โวลท์เตจ การวัดค่าโดยตรงจะทำได้ยาก การวัดค่าสูงสุด คือ ค่าพีค (PEAK) จะทำได้ง่ายกว่า และค่าโวลท์เตจพีคนี้ ก็จะสามารถแปลงกลับเป็น โวลท์อาร์เอ็มเอส ได้ ดังสมการ

$$V_P = (2)^{1/2} V_{RMS}$$

วงจรพีค ดีเทคเตอร์ ที่ใช้ในวงจรจริงเป็น ACTIVE PEAK DETECTOR คือมี ออพ แอมพ์ (OP AMP) มาช่วยให้การทำงานดีขึ้น ดังรูปที่ 3.2.1



รูป 3.2.1 ก



รูป 3.2.1 ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2.1 เป็นวงจรพีค ดีเทคเตอร์ ที่มีออพ แอมพ์ เป็นโวลท์เตจ - ฟอลโลเวอร์ (VOLTAGE FOLLOWER) โดยมีการต่อฟีด แบค (FEED BACK) จากคาปาซิเตอร์ (CAPACITOR) มายังขาอินเวิร์ตติ้ง (INVERTING) (-) ของออพ แอมพ์

การทำงานของวงจร คือ เมื่อมีอินพุทโวลท์เตจ ดังรูป 3.2.1 ข เข้ามาที่ขา นอน อินเวิร์ตติ้ง (NON INVERTING) (+) ของออพ แอมพ์ เอาท์พุทของออพ แอมพ์ จะจ่ายกระแสชาร์จ C ผ่านไดโอด D โดยที่โวลท์เตจที่ประจุอยู่ใน คาปาซิเตอร์ จะมีค่าเท่ากับ อินพุทโวลท์เตจ เนื่องจากออพ แอมพ์ มีการต่อแบบ โวลท์เตจ ฟอลโลเวอร์ ซึ่งโวลท์เตจที่ขาลบ และขาบวก จะมีค่าเท่ากัน และเมื่ออินพุทโวลท์เตจมีค่าลดลง เอาท์พุทโวลท์เตจของออพ แอมพ์ จะมีค่าลดลงด้วย เพื่อให้โวลท์เตจที่ขาลบ มีค่าเท่ากับโวลท์เตจที่ลดลงของขาบวก แต่เนื่องจากมีการต่อไดโอด D อยู่ และที่ขาอาโนด มีค่าโวลท์เตจต่ำกว่าขาคาโทด จึงเกิดการรีเวิร์ส ไบอัส ทำให้ค่าโวลท์เตจของคาปาซิเตอร์ ยังคงมีค่าเท่าเดิมอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม โวลท์เตจของคาปาซิเตอร์ในความเป็นจริง จะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากสาเหตุ 2 กรณี คือ

1. กระแสไบอัส อินพุท ที่ขาลบของออพ แอมพ์ ซึ่งมีค่าต่างๆ กันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของออพ แอมพ์

2. กระแสรั่วไหล (LEAKAGE CURRENT) ของไดโอด ขณะที่ถูกไบอัสย้อนกลับ

จากทั้ง 2 กรณีนี้ ทำให้โวลท์เตจค่อยๆลดลงเมื่ออินพุทลดลง ซึ่งเรียกการลดลงนี้ว่า " DROOP "

ข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง ของวงจรแอคทีฟ พีค ดีเทคเตอร์ นี้ก็คือ ค่ากระแสเอาท์พุทสูงสุดของออพ แอมพ์ ซึ่งมีผลให้จำกัดอัตราการเปลี่ยนแปลงของโวลท์เตจ ที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ ดังนั้น ในการเลือกค่าคาปาซิเตอร์ จะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าของ " DROOP " และค่า สลู เรท (SLEW RATE) ของเอาท์พุทของออพ แอมพ์

ตัวอย่างเช่น คาปาซิเตอร์ ค่า 1 ไมโครฟารัด , ออพ แอมพ์ เบอร์ 741 มีกระแสอินพุทไบอัส (I) เท่ากับ 80 มิลลิแอมป์ และกระแส I_{omax} เท่ากับ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิแอมป์ เพราะฉะนั้น จาก $I = C (dV/dt)$

$$dV/dt = I / C = 0.08 \ V/S$$

นั่นคือ โวลท์เตจจะลดลง 0.08 โวลท์ ทุกๆ 1 วินาที และจะสามารถตามการเปลี่ยนแปลงของอินพุทได้เท่ากับ

$$dV/dt = I_{OUT} / C = 0.02 \ V/US$$

ซึ่งค่า 0.02 โวลท์นี้ ต่ำกว่าค่าสลูเรทของออพ แอมพ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.5 V/US

ดังนี้จะเห็นว่า ถ้าเราต้องการให้โวลท์เตจที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ มีอัตราการลดที่ช้าที่สุด ก็จะต้องใช้ออพ แอมพ์ ที่มีกระแสอินพุทต่ำๆ หรือตัวเก็บประจุค่าสูงๆ และในทางตรงกันข้าม ถ้าอินพุทโวลท์เตจมีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง (dV/dT) สูงๆแล้ว ตัวเก็บประจุจะต้องมีค่าน้อยๆ เนื่องจากออพ แอมพ์ทั่วๆไปมีกระแสเอาท์พุทสูงสุดประมาณ 20 mA. เท่านั้น

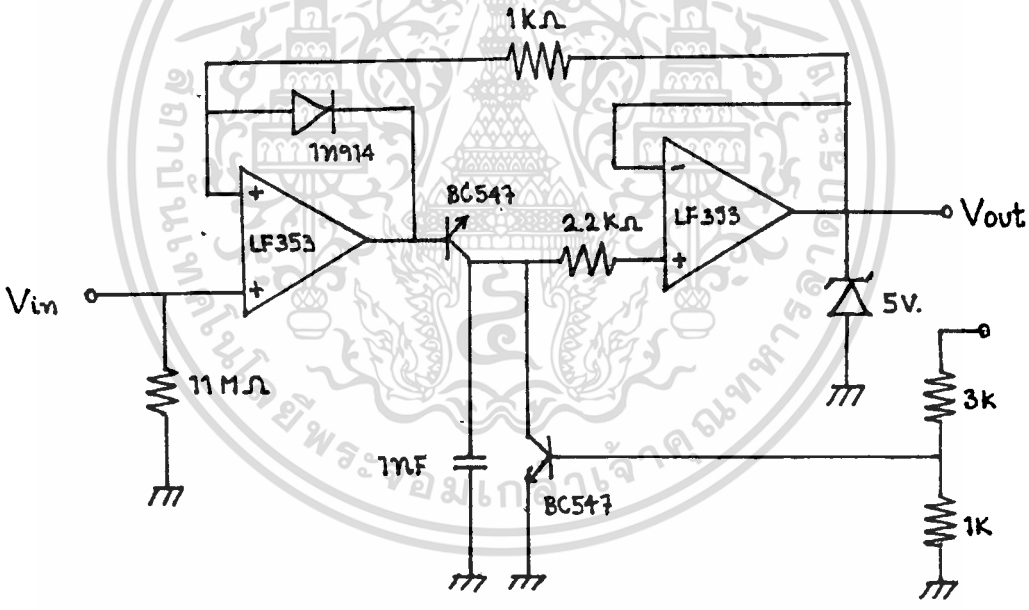
วงจรที่ใช้งานจริงของพีคดีเทคเตอร์ (PEAK DETECTOR) ในวงจรรวมมีดังนี้คือ

- วงจรพีคดีเทคเตอร์สำหรับตรวจวัดไฟ 220 โวลท์
- วงจรพีคดีเทคเตอร์สำหรับตรวจจับสไปค์ (SPIKE)
- วงจรพีคดีเทคเตอร์สำหรับตรวจจับเสริจท์ (SURGE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

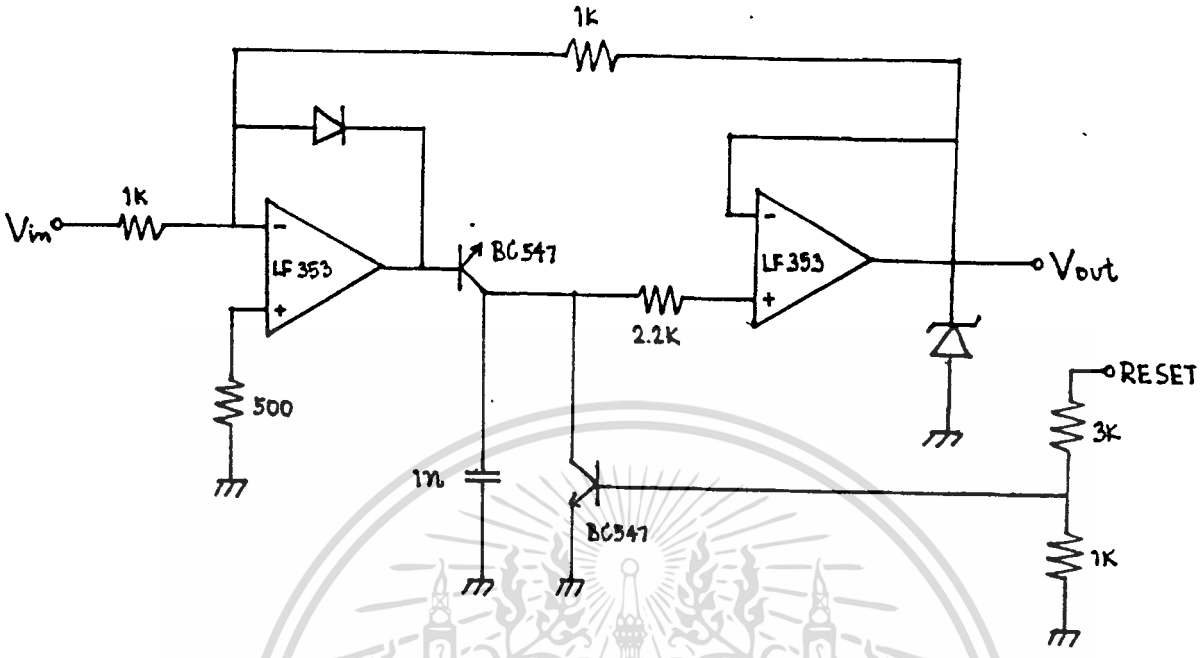
วินาที สำหรับขนาดของสไปค์นั้น โดยทั่วไปมีค่าตั้งแต่ ไม่กี่โวลท์ จนถึงหลายร้อยโวลท์ และอาจถึงกิโลโวลท์ ในกรณีที่เกิดฟ้าผ่าขึ้นในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งวงจรนี้ไม่สามารถรับได้ จึงต้องทำการคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุ ในกรณีที่ขนาดของสไปค์มีค่าสูงสุด เท่าที่วงจรเอทูดี - คอนเวิร์ตเตอร์ จะรับได้ คือ 5 โวลท์ ภายในเวลา 0.5 ไมโครวินาที ซึ่งเท่ากับ 10 โวลท์ ต่อไมโครวินาที ซึ่งสามารถทำได้สำหรับ ออพ แอมพ์ เบอร์ LF353 (เป็น FET INPUT OP AMP) ที่มีค่าสลู เรท ถึง 13 โวลท์ต่อไมโครวินาที กระแสอินพุทไบอัส เท่ากับ 50 พิโค แอมป์ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก มีแบนวิดท์ (BANDWIDTH) เท่ากับ 4 เมกกะเฮิร์ต ซึ่งมีค่าเพียงพอสำหรับสไปค์ ที่มีขนาดดังกล่าว

วงจรสำหรับตรวจจับสไปค์ ทั้งแบบบวก และแบบลบ แสดงดังรูปที่ 3.2.3



รูป 3.2.3 ก POSITIVE PEAK DETECTOR CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2.3 ข NEGATIVE PEAK DETECTOR CIRCUIT

วงจรจากรูป 3.2.3 ก และ ข มีการทำงานเหมือนกับวงจรในรูป 3.2.2 แตกต่างกันเพียง มีออพ แอมพ์ LF353 อีกตัวหนึ่งเป็นตัวบัฟเฟอร์ เพื่อให้อินพุท อิมพีแดนซ์มีค่าสูงขึ้น และลดการคายประจุของตัวเก็บประจุ เพื่อที่วงจรจะสามารถรักษาระดับแรงดันยอด (PEAK) ได้นานที่สุด จนกว่าวงจรดิจิตอลจะนำค่าโวลท์เตจ ไปเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิ - ตอลเสียก่อน จึงทำการรีเซ็ทค่าโดย ใช้ทรานซิสเตอร์ เป็นตัวคายประจุจากตัวเก็บประจุลงกราวด์ไป ค่าของตัวเก็บประจุ สามารถคำนวณหาได้ดังนี้ คือ

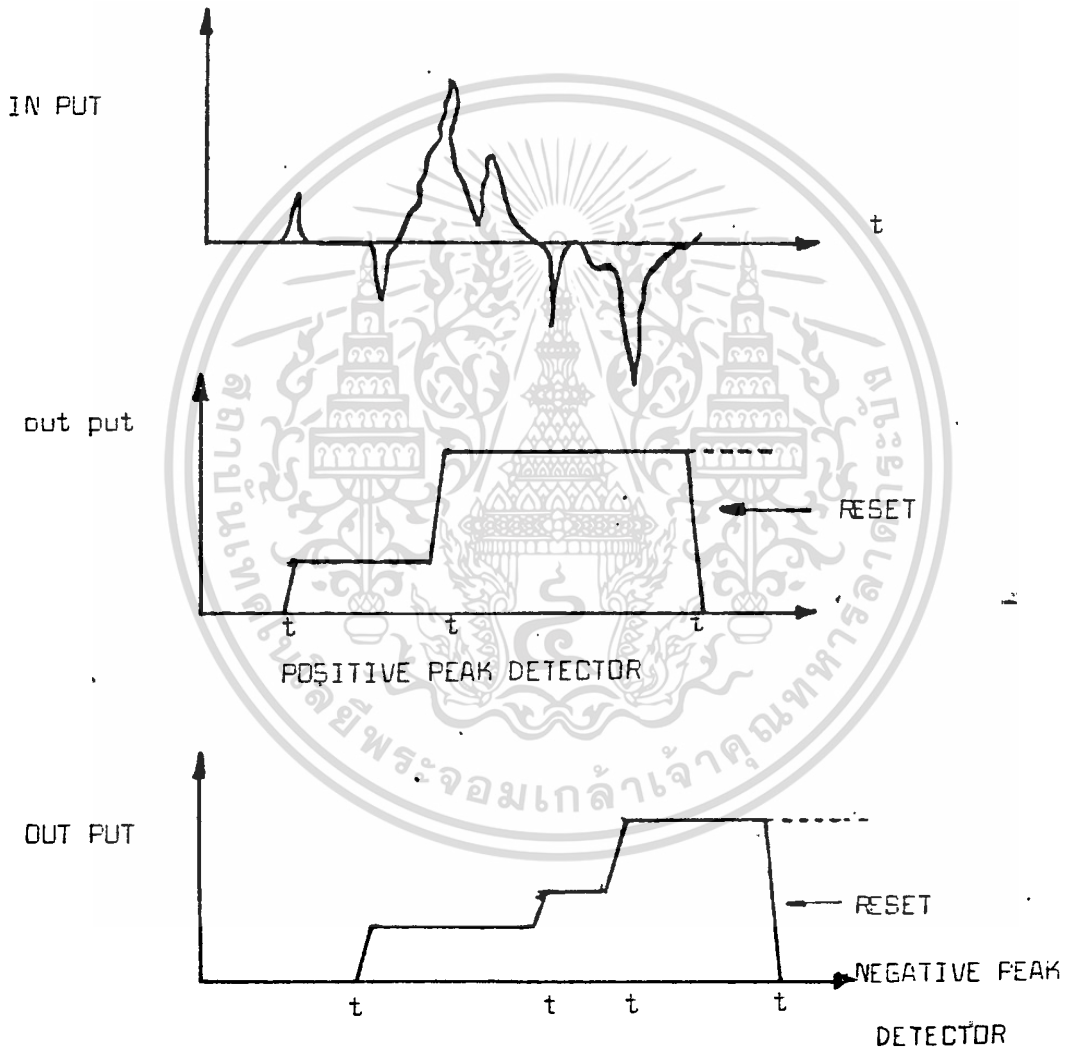
จากกรณีที่สไปค์แคบที่สุด $dV/dt = 10\ V/\mu S$

จากสมการ $I_{out} / C = dV/dt$

ดังนั้น $C = I_{out} * (dt/dV) = 2\ nF$

เพราะฉะนั้น ตัวเก็บประจุจะต้องมีค่าน้อยกว่า 2 นาโนฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2.4 แสดงอินพุทและเอาท์พุท ของวงจรพีค ดีเทคเตอร์ ทั้งภาคบวกและภาคลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูป 3.2.3 ทั้ง ก และ ข คือ แบบจับสไปค์ บวก (POSITIVE PEAK DETECTOR) และแบบจับสไปค์ ลบ (NEGATIVE PEAK DETECTOR) โดยมีหลักการทำงานเหมือนกันทุกประการ แต่จะแตกต่างกันตรงจุดอินพุท ของวงจร โดยในวงจรแบบลบจะต่ออินพุท ของวงจรผ่านความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม เข้ามายังขาลบ ของออพ แอมพ์ เพื่อเปลี่ยนส่วนที่เป็นลบ ของสไปค์ ให้กลับขึ้นมาเป็นบวกและตรวจจับเอาไว้ ที่ส่วนเอาท์พุทจะมี ซีเนอร์ ไดโอด ต่ออยู่เพื่อป้องกันโวลท์เตจมีค่าเกิน 5 โวลท์

เนื่องจากไดโอดทั่วๆไป ปกติจะมีค่ากระแสรั่วไหลค่อนข้างมาก จึงจำเป็นต้องใช้ไดโอด ที่ทำจากรอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์ กับ ขาเบส ของทรานซิสเตอร์ ชนิด เอ็นพีเอ็น (NPN TRANSISTOR) ซึ่งจะทำให้ผลของวงจรดีขึ้น กล่าวคือ ค่าโวลท์เตจที่รักษาไว้ จะมีการลดลงช้ามาก จนไม่เห็นผลของการลดลงนี้จาก จอภาพของสโคป (SCOPE) เลย เมื่อเทียบกับการใช้ไดโอดธรรมดา กระแสรั่วไหลจะทำให้โวลท์เตจลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้ความผิดพลาดมีค่ามากขึ้น

- วงจรพีค ดีเทคเตอร์ สำหรับตรวจจับเสิร์ช

วงจรจะเหมือนกับวงจรตรวจจับสไปค์ทุกประการ จะต่างกันเพียงเราสามารถใช้ค่าตัวเก็บประจุ ที่มีค่ามากขึ้นได้ เนื่องจากเสิร์ชเป็นสัญญาณที่ความถี่ต่ำ โดยที่มีลักษณะ คือ ระดับโวลท์เตจของแต่ละวงรอบของไฟในไลน์ ลดลงต่ำกว่า 220V. เพียง ไม่กี่ลูกคลื่นเท่านั้น โดยที่แต่ละลูกคลื่นจะมีความกว้างเท่ากับ 20 มิลลิวินาที หรือ 50 เฮิร์ต จากจุดศูนย์ถึงจุดยอดสูงสุด ที่วงจรเอทูดี จะสามารถรับโวลท์เตจได้ คือ 5 โวลท์ ในเวลา 10 มิลลิวินาที ดังนั้น

$$\text{ค่า } C = I_{OUT} : dt/dV = 40 \ \mu F$$

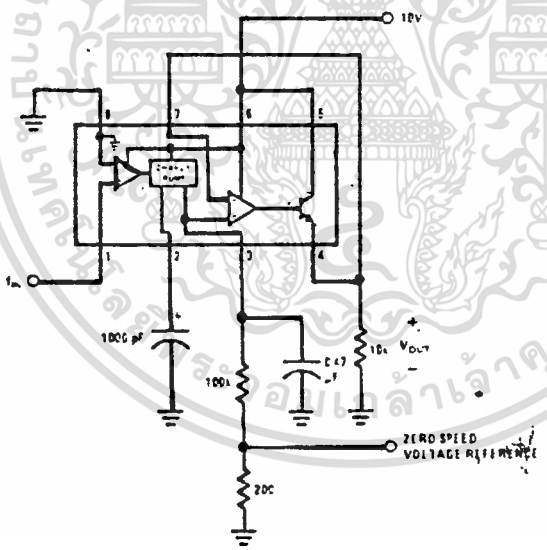
เพราะฉะนั้น ตัวเก็บประจุต้องมีค่าน้อยกว่า 40 ไมโครฟารัด ซึ่งในวงจรที่ใช้งานจริงนี้ ใช้ตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับ 100 ไมโครฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

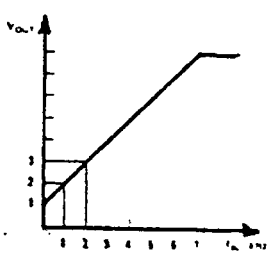
3.3 วงจรแปลงความถี่เป็นศักดาไฟฟ้า (FREQUENCY TO VOLTAGE CONVERTER)

การใช้วงจรแปลงความถี่เป็นศักดาไฟฟ้า เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในตรวจสอบความถี่ของสัญญาณไฟในไลน์ โดยที่วงจรเอฟทูวีนี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอินพุทที่เป็นความถี่ค่าหนึ่ง ให้เป็นศักดาเอาท์พุทค่าหนึ่ง โดยใช้ไอซีเบอร์ LM 2907

วงจรภายในแสดงการทำงานของ ไอซี LM 2907 และอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในการต่อภายนอก แสดงจากรูป 3.3.1 ก สำหรับรูป 3.3.1 ข แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่อินพุท กับ เอาท์พุทโวลท์เตจ



รูป 3.3.1 ก



รูป 3.3.1 ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภายในของเอฟทูวี คอนเวิร์ตเตอร์ ประกอบด้วยวงจรพื้นฐาน 3 วงจร คือ วงจรขยายสัญญาณ แบบมีฮีสเทอร์เรซีส (HISTERESIS), วงจรชาร์จปั๊ม (CHARGE PUMP) ซึ่งจะเปลี่ยนความถี่ให้เป็นโวลท์เตจ และวงจรออป แอมป์ ในภาคสุดท้าย

ค่าเอาท์พุทโวลท์เตจ จะมีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น กับความถี่ของอินพุท ดังรูปที่ 3.3.1 ข โดยค่าเอาท์พุทโวลท์เตจ จะมีค่าดังสมการต่อไปนี้

$$V_{OUT} = F_{in} * V_{CC} * R_1 * C_1 * K \quad ; K = 1$$

โดยที่ $C_1 > 100$ pF ถ้า C_1 มีค่าน้อยเกินไป จะทำให้กระแสใน R_1 ผิดพลาดได้

$$V_{RIPPLE} = (V_{CC} / 2) * (C_1 / C_2) * \{ 1 - (V_{CC} * f_{in} * C_1) / I_2 \}$$

$$F_{max} = I_2 / (C_1 * V_{CC})$$

จากสมการข้างต้น เราต้องใช้ C_2 มีค่าสูงๆ เพื่อให้ RIPPLE มีค่าต่ำๆ แต่การใช้ C_2 ค่ามากๆนี้ จะทำให้ เวลาตอบสนอง (RESPONSE TIME) มีค่าเป็นหลายวินาที แต่ก็จำเป็นเพื่อที่จะให้ได้ค่าที่แม่นยำที่สุด

ในวงจรจริง เราใช้ C_2 มีค่าเท่ากับ 100 ไมโครฟารัด และ C_1 มีค่าเท่ากับ 47 นาโนฟารัด แทนค่าลงในสมการ จะได้ว่า V_{RIPPLE} ที่ 50 เฮิร์ต มีค่าเท่ากับ 1.87 มิลลิโวลท์ ซึ่งต่ำกว่าค่าต่ำสุดของ 1 บิท ของเอทูดี คอนเวิร์ตเตอร์ และ

VO_{UT} = 1.0152 V. ที่ 48 H_z

V_{OUT} = 1.0575 V. ที่ 50 H_z

V_{OUT} = 1.0998 V. ที่ 52 H_z

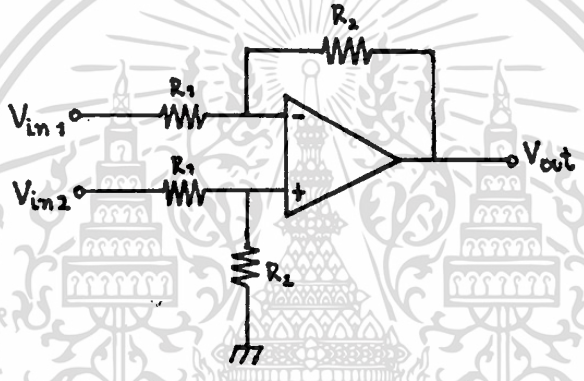
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลของเอาท์พุท ที่คำนวณได้ ความถี่ของไฟในไลน์ โดยปกติจะมีค่าที่ค่อนข้างแน่นอนมาก จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (48 - 52 เฮิร์ต) ดังนั้น เอาท์พุทโวลท์เตจที่ได้จึงมีค่าใกล้เคียงกันมาก ประมาณ 20 มิลลิโวลท์ จึงจำเป็นที่จะต้องหาค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น และทำการขยายค่าความแตกต่างนั้นออกมาให้มีขนาดมากพอ ที่วงจรเอทูดีสามารถเอาไปเปลี่ยนเป็นค่าโวลท์เตจได้ แม้จะมีการเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย สำหรับ หลักการในการวัดความถี่ให้มีค่าอย่างละเอียดนั้น มีได้หลายวิธี แต่จะไม่ขอกล่าวในที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

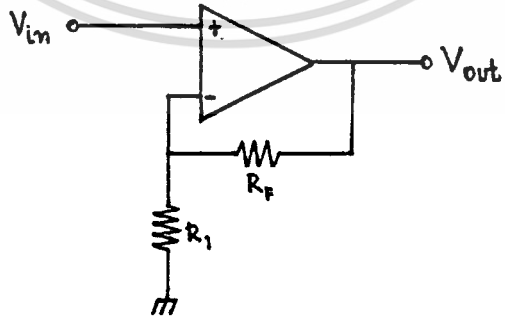
3.4 วงจรสับสแทรคเตอร์ และ วงจรขยาย (SUBSTARCTOR AND AMPLIFIER)

เนื่องจากระดับแรงดันเอาท์พุทของ LM 2907 มีความแตกต่างกันเพียงไม่กี่มิลลิโวลท์ จึงจำเป็นต้องทำการขยาย ความแตกต่างของระดับแรงดันเอาท์พุท อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของความถี่ เพียงเล็กน้อย ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้วงจรสับ - สแทรคเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.4.1 และวงจรขยายแรงดัน ดังรูปที่ 3.4.2



$$V_{OUT} = \{ V_{IN}(1) - V_{IN}(2) * A_{VOL} \quad ; \quad A_{VOL} = R_2 / R_1$$

รูป 3.4.1 วงจรสับสแทรคเตอร์



$$VO_{UT} = \{ 1 + (R_F / R_1) \} * V_{IN}$$

รูป 3.4.2 วงจรขยายแรงดันแบบ NON INVERTING AMPLIFIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

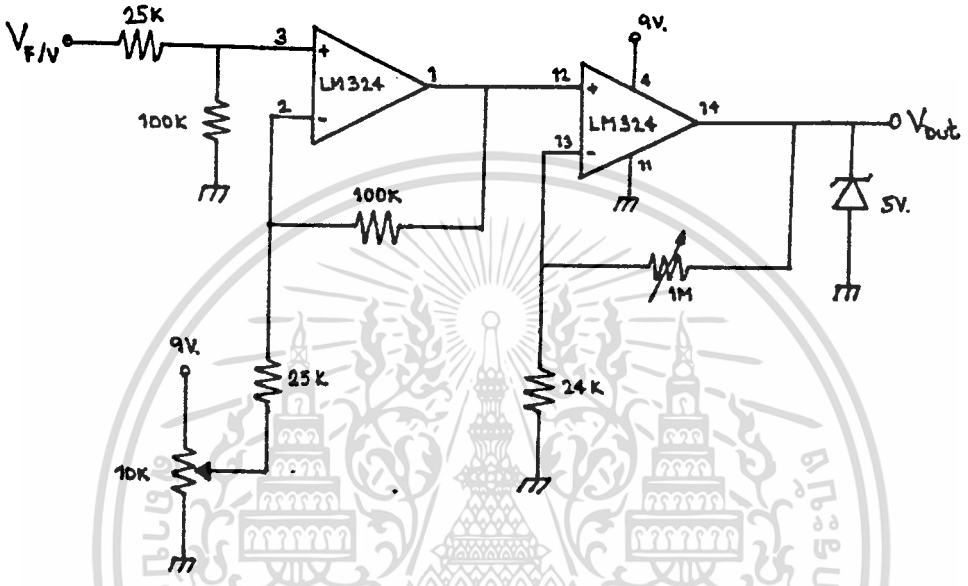
สำหรับวงจรที่ใช้งานจริง จะใช้ออป แอมพ์ แบบไฟเลี้ยงเดี่ยว (SINGLE SUPPY OP AMP) เบอร์ LM 324 ซึ่งสามารถให้แรงดันเอาท์พุทได้เหมาะสม กับโครงงานนี้ ดังแสดงในรูป 3.4.3 ออป แอมพ์ตัวแรก จะทำหน้าที่เป็นสับสแทรคเตอร์ โดยมีค่า R_1 = 25 กิโลโอห์ม , R_2 = 100 กิโลโอห์ม เพราะฉะนั้น

$$V_{OUT} = (V_{F/V} - V_{REF}) * (100 / 25)$$

โดยที่ ระดับแรงดันอ้างอิง (V_{REF}) จะได้จากความต้านทานแบบปรับค่าได้ ค่า 10 กิโลโอห์ม โดยที่จะต้องปรับให้ ระดับแรงดันอ้างอิง มีค่าต่ำกว่าค่าแรงดันเอาท์พุทต่ำสุด ของ เอฟทูวี เพื่อไม่ให้ V_{OUT} ตามสมการข้างต้น มีค่าเป็นลบ ซึ่งออพ แอมพ์ไม่สามารถทำได้

ออพ แอมพ์ ตัวที่ 2 ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแรงดันแบบ นอนอินเวิร์ตติ้ง (NONINVETING AMPLIFIER) โดยมีความต้านทานปรับค่าได้ ค่า 1 เมกกะโอห์ม ต่อเป็น R_F ทำให้สามารถปรับอัตราขยายได้ตั้งแต่ 4 เท่าขึ้นไป ส่วนนี้ จะรับแรงดันจากวงจรสับสแทรคเตอร์ ที่ยังมีค่าไม่สูงนัก มาขยายให้แรงดันอยู่ในช่วงที่กว้างที่สุดที่ เอทูดี จะรับได้ โดยที่ภาคเอาท์พุทจะมี ซีเนอร์ ไดโอด (5V.) ป้องกันแรงดันเอาท์พุทมิให้มีค่าเกิน 5 โวลท์ มิฉะนั้น วงจรเอทูดี จะได้รับความเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



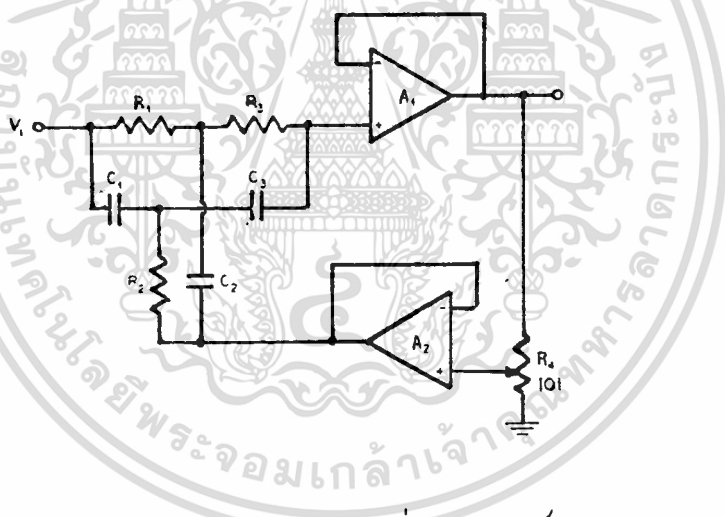
รูป 3.4.3 แสดงวงจรที่ใช้งานจริง ในส่วนของวงจรสับสแทรคเตอร์ และวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต แบบนอช (50 H_z NOTCH FILTER)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดสัญญาณไฟ 50 เฮิร์ต ในไลน์ทั่งไป แต่ยอมให้สัญญาณแปลกปลอมอื่นๆที่มีความถี่สูงกว่า (SPIKE) และต่ำกว่า (SURGE) ผ่านไปได้ เพื่อให้สามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้อง

วงจรที่ใช้งานจริง จึงต้องใช้วงจรที่เรียกว่า ทวินที นอช ฟิลเตอร์ (TWIN-T NOTCH FILTER) ดังแสดงในรูปที่ 3.5.1



รูป 3.5.1 วงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต

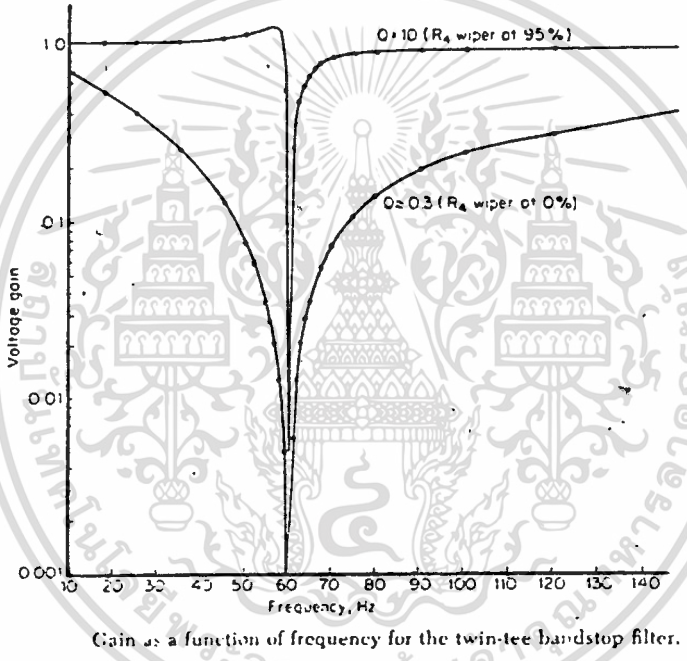
วงจรดังกล่าว สามารถปรับค่า Q ได้ ซึ่งการปรับนี้จะไม่มีผลต่อ ความถี่ที่เราต้องการ ที่เรียกว่า ความถี่ นอช (NOTCH FREQUENCY) ค่า Q สามารถปรับได้ตั้งแต่ 0.3 - 50 โดยการปรับ ตัวความต้านทานที่ต่ออยู่ที่ส่วนเอาท์พุท

ค่า ความถี่ นอช จะมีค่าเท่ากับ

$$f_c = 1 / (2\pi RC)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออพ แอมพ์ทั้งสองตัว ต่ออยู่กับวงจร RC โดยต่อเป็นโวลท์เตจ ฟอลโลเวอร์ ทำหน้าที่ คือ ทำให้มีการบูทแทรปปิ้ง แบค (BOOT TRAPPING BACK) กับวงจร ทวินที เพื่อให้สามารถหาค่า Q สูงๆได้ และเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ ของวงจรก็จะไม่ขึ้นกับค่า RC ของวงจร ทวินที เลยอีกด้วย · ค่า Q ที่ได้รับการปรับแต่งแล้ว จะให้ผลดังรูปที่ 3.5.2



Gain as a function of frequency for the twin-tee bandstop filter.

รูป 3.5.2 ผลของค่า Q ค่าต่างๆกัน

วงจรดังกล่าว แม้จะปรับค่า Q ได้ แต่ทว่า การลดทอนของสัญญาณจะเปลี่ยนแปลงไป มีค่าไม่คงที่เมื่อค่า Q เปลี่ยนแปลงไป นั่นคือ ถ้ายิ่งปรับให้ความถี่ นอชคมชัดมากเท่าใด (Q มีค่าสูงๆ) ค่าการลดทอน (NOTCH DEPTHS) ก็จะยิ่งมีค่าต่ำลง ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 3.5.2

การเลือกใช้อุปกรณ์ในวงจรนี้ คือ R และ C นั้น จะต้องมีเสถียรภาพที่ดี และมีค่าสัมประสิทธ์ต่ออุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ความถี่ที่ต้องการ และให้ค่าการลดทอน มีเสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ดี และแน่นอนที่สุด เพื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการเช่นกัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับค่าอุปกรณ์ บางตัว

<u>การออกแบบ</u>

จากสมการ $f_c = 1 / (2\pi RC)$

ความถี่ที่ต้องการ คือ 50 เฮิร์ต

จะเห็นว่า เป็นค่าความถี่ต่ำ เราจึงควรใช้ค่า C ที่มีขนาดเหมาะสม ไม่ต่ำจนเกินไป และเลือกใช้ชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด กับ มีสัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิมีค่าต่ำ ซึ่งจะให้ผลดีแน่นอน

ให้เลือก $C = 0.1$ ไมโครฟารัด

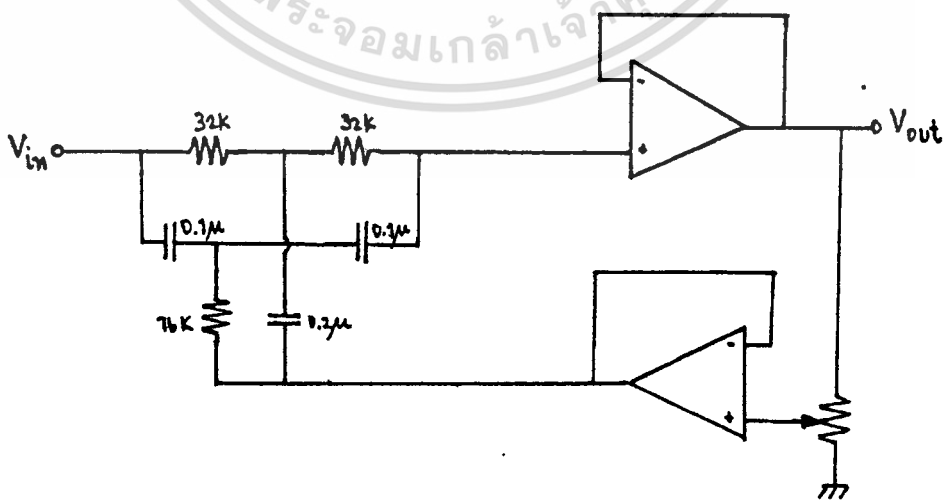
ดังนั้น จาก $f_c = 1 / (2RC)$

จะได้ $R = 1 / (2\pi f_c C)$

$= 31.83$ กิโลโอห์ม

$R/2 = 15.9$ กิโลโอห์ม

ดังนั้น ค่า R ทั้งสามตัว จึงเลือกใช้แบบปรับค่าได้ จากนั้นก็ทำการปรับจนได้ความถี่ 50 เฮิร์ต ที่ต้องการ วงจรที่ใช้งานจริงแสดงดังรูปที่ 3.5.3



รูป 3.5.3 วงจรใช้งานจริง ของวงจรทวินที นอช ฟิลเตอร์

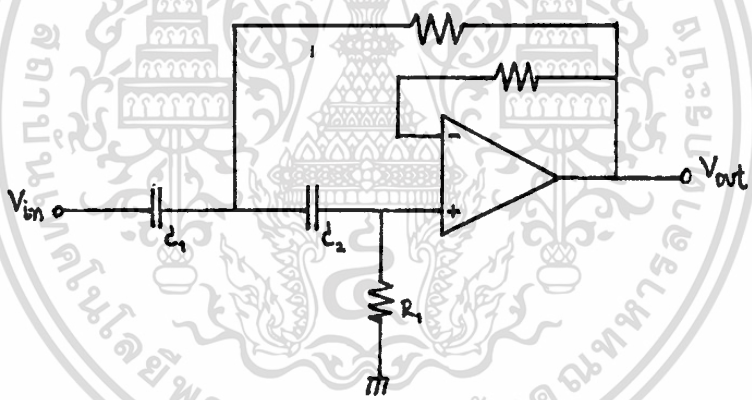
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรกรองความถี่สูง (HIGH PASS FILTER) และ วงจรกรองความถี่ต่ำ (LOW PASS FILTER)

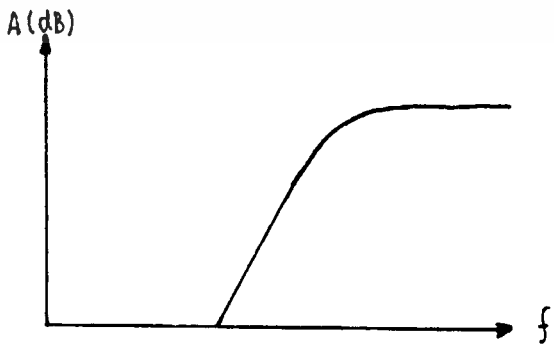
เนื่องจากสัญญาณที่จะทำการตรวจจับนั้น คือ สไปค์ และ เสิร์ช อยู่ในช่วงความถี่ต่างกัน จึงต้องทำการแยกสัญญาณไฟในไลน์ ออกเป็น สัญญาณที่ความถี่สูง และที่ความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรอง ดังต่อไปนี้

3.6.1 วงจรกรองความถี่สูง

ในที่นี้ใช้ วงจรกรองความถี่สูง แบบ บัตเตอร์เวิร์ต (BUTTERWORTH) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.6.1



รูป 3.6.1 ก วงจรกรองความถี่สูง แบบบัตเตอร์เวิร์ต



รูป 3.6.1 ข 40 dB / DECADE OF HIGH PASS FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การออกแบบ</u>

กำหนดให้ $C_1 = C_2 = C$

โดยที่ค่า C อยู่ระหว่าง 100 pF - 0.1 UF

$R_1 = 1.414 / W_c C$

$W_c = f_c$

จากกราฟของสไปด์ จะมีความถี่สูงๆ เป็นหลายกิโลเฮิร์ตขึ้นไป จึงเลือก f_c = 100 เฮิร์ต

เลือก C = 0.1 ไมโครฟารัด

$W_c = 2 * 100$

$R_1 = 1.414 / (2\pi * 10^2 * 0.1 * 10^{-6})$

= 22.5 กิโลโอห์ม

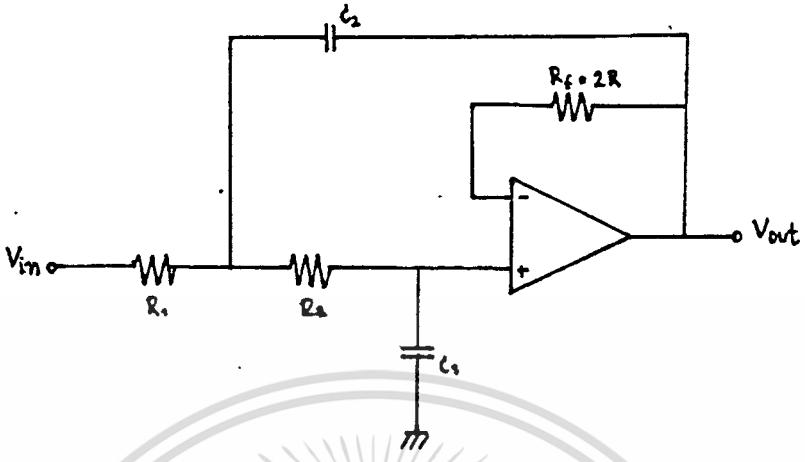
R_2 = 11.26 กิโลโอห์ม

$C_1 = C_2$ = 0.1 ไมโครฟารัด

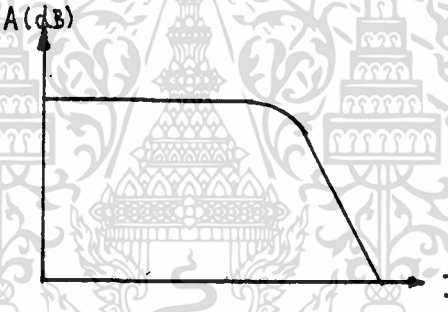
3.6.2 <u>วงจรกรองความถี่ต่ำ</u>

จะใช้วงจรกรองความถี่ต่ำแบบบัตเตอร์เวิร์ต เช่นเดียวกัน โดยแสดงได้จากรูปที่ 3.6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6.2 ก วงจรกรองความถี่ต่ำ แบบบัตเตอร์เวิร์ต



รูป 3.6.2 ข 40 dB / DECADE OF LOW PASS FILTER

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>การออกแบบ</u>

เลือก C_1 โดยให้มีค่าอยู่ระหว่าง 100 pF - 0.1 UF

$$C_2 = 2C_1$$

$$R = 0.707 / W_c C$$

$$W_c = 2 f_c$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกรณีของเสิร์ช ซึ่งมีความถี่ต่ำกว่า 10 เฮิร์ต จึงให้วงจรทำการตัดที่ความถี่ 30 เฮิร์ต

เลือก C_1 = 0.1 ไมโครฟารัด

C_2 = 0.2 ไมโครฟารัด

$$R = 0.707 / (2\pi * 30 * 0.1 * 10^{-6})$$

$$= 37.5 \text{ กิโลโอห์ม}$$

R_f = 75 กิโลโอห์ม

ทั้งวงจรกรองความถี่สูง และวงจรกรองความถี่ต่ำ ใช้ออพ แอมพ์ ที่มีเบอร์เดียวกันกับออพ แอมพ์ ที่ใช้ในวงจรพีค ดีเทคเตอร์ คือ LF 353 เพื่อให้ค่าต่างๆ สูงเพียงพอ ตามที่ต้องการ

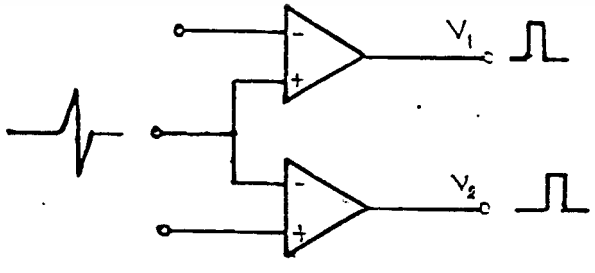
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า (COMPARATOR)

การวัดความกว้างของสไปค์ จะต้องใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า เข้าช่วย โดยที่วงจรนี้ จะทำการเปรียบเทียบแรงดันอินพุทที่เข้ามา กับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้ เมื่ออินพุทโวลท์เตจ มีค่าสูงกว่าแรงดันที่ตั้งไว้ เอาท์พุทของวงจรก็จะให้แรงดันที่ใช้ในการขับวงจรทีทีแอล (TTL) ได้โดยตรง โดยที่ค่าความผิดพลาดในการวัดความกว้างของสไปค์จะขึ้นโดยตรงกับระดับแรงดันอางอิง และความเร็วในการเปรียบเทียบของตัววงจร

ในการเลือกระดับอ้างอิง จะต้องใช้ค่าที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ก็จะถูกจำกัดโดยวงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต เพราะนอช ฟิลเตอร์ นั้น จะไม่ให้เอาท์พุทที่เป็นศูนย์เลยทีเดียว จะยังคงมีเอาท์พุทค่าต่ำๆ ออกมาค่าหนึ่ง แรงดันอ้างอิงที่ใช้ในวงจรเปรียบเทียบแรงดันนี้ จึงต้องมีค่าสูงกว่าที่ต้องการเล็กน้อย ดังนั้น จึงใช้แรงดันไบอัสตรงของไดโอด แบบเยอรมันเนียม (GERMANIUM DIODE) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.2 โวลท์ เป็นแรงดันอ้างอิง

ไอซีที่ใช้ คือ ไอซีเบอร์ LM 710 HIGH SPEED COMPARATOR ซึ่งมีเวลาการตอบสนอง เท่ากับ 40 นาโนวินาที และให้เอาท์พุทที่ใช้กับวงจรดิจิตอลได้โดยตรง วงจรแสดงดังรูปที่ 3.7.1

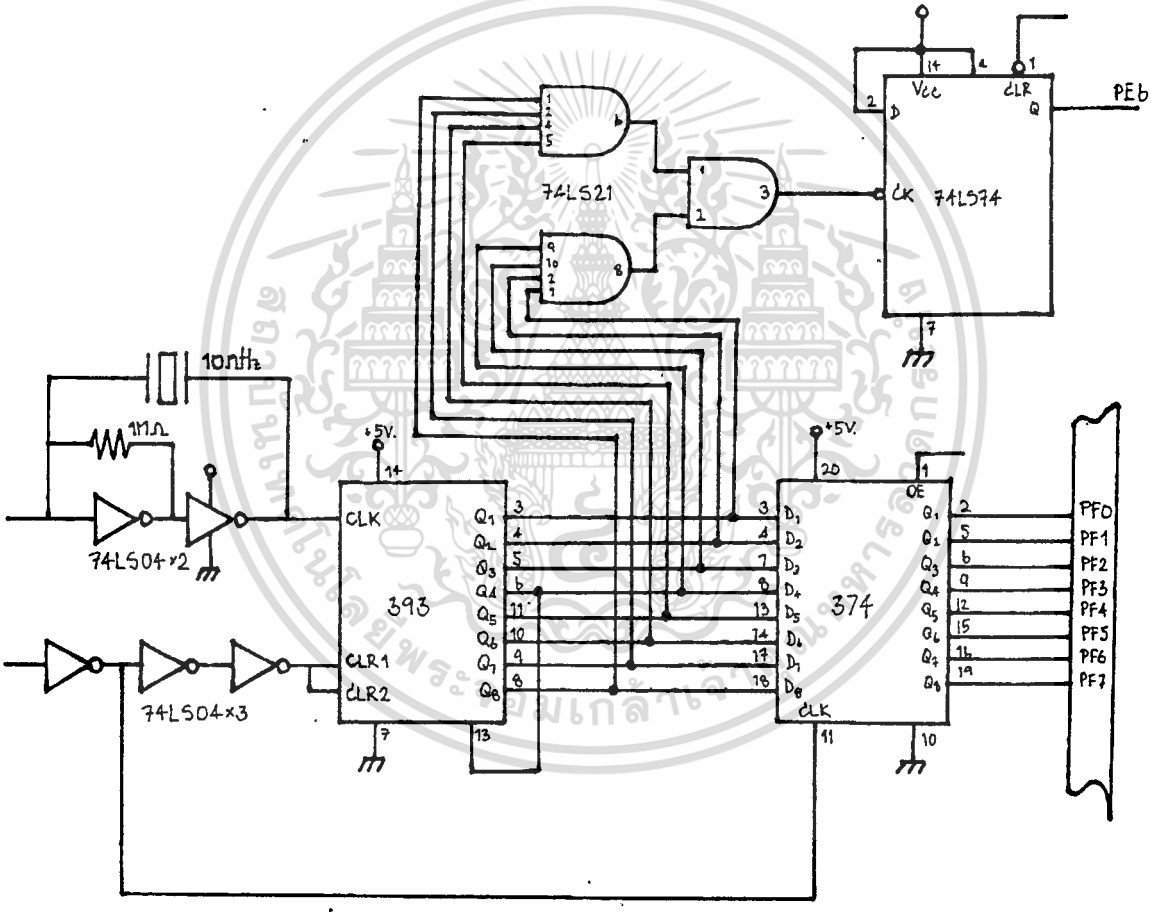


รูป 3.7.1 วงจรคอมพาราเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรวัดความกว้างของสัญญาณ (PULSE WIDTH DETECTION)

สัญญาณที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน จะถูกนำมาเข้าสู่วงจรนี้ โดยการเปิด-ปิด ให้ความถี่อ้างอิงที่มีค่าความถี่สูงกว่า สัญญาณที่จะทำการวัด มากๆ ผ่านเข้าสู่วงจรนับจำนวนพัลส์ของความถี่อ้างอิง ก็สามารถรู้ค่าความกว้างของสัญญาณ ว่าเท่ากับ จำนวนพัลส์ของความถี่อ้างอิงที่วงจรนับๆได้ คูณกับคาบเวลาของความถี่อ้างอิง



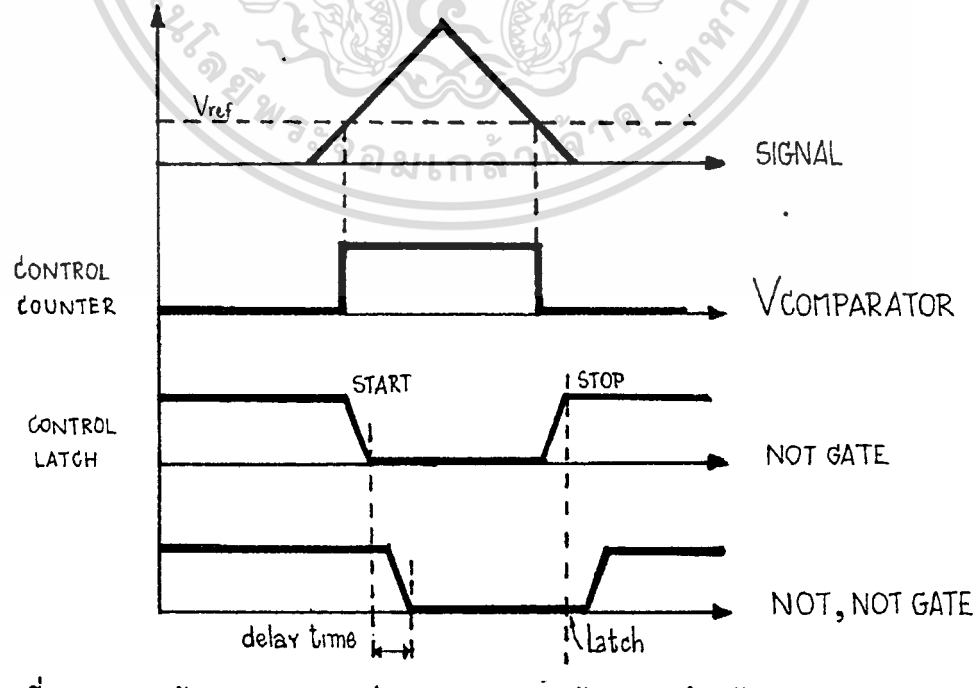
รูป 3.8.1 แสดงวงจรตรวจวัดความกว้างของสัญญาณ

จากภาพ IC 74LS393 เป็นวงจร 4 บิทเคาเตอร์ 2 ชุด นำมาต่อกันเป็น 8 บิท สามารถนับได้ 0 - 255 หรือ 256 ค่า โดยการป้อนสัญญาณความถี่อ้างอิง (CLOCK) เข้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 1 จากวงจรกำเนิดสัญญาณโดยใช้ผลึกคริสตอลความถี่ 10 เมกกะเฮิร์ซ ทำงานร่วมกับนอทเกท 2 ตัว ดังนั้นวงจรนี้จึงสามารถทำการวัดค่าความกว้างของสัญญาณได้ตั้งแต่ 0 - 25.6 ไมโครวินาที โดยให้ความละเอียดถึงทศนิยม 1 ตำแหน่ง ดังนั้นจึงต้องมีวงจร แนนเกท 4 อินพุท อีกชุดหนึ่ง คอยตรวจสอบดูว่า มีการนับเกินจาก 256 หรือไม่ ถ้ามีก็จะทำให้ แอนเกท ทำงาน และทำฟลิบฟลอบเก็บค่าหนึ่งเอาไว้ แสดงว่าสัญญาณที่วัดมีความกว้างเกินกว่า 25.6 ไมโครวินาที ค่าที่ออกจากเคาน์เตอร์ไม่ถูกต้อง

หลักของการป้อนสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน คือ เมื่อขอบขาขึ้นของสัญญาณ เข้ามา นอทเกทอีก 2 ตัว จะทำตัวเป็นบัฟเฟอร์ ให้นอทเกทตัวแรก กลับสัญญาณจากสูงเป็นต่ำ ทำการหยุดเคลียร์ เคาน์เตอร์ ให้เป็น 0 หมด ให้เริ่มต้นนับความกว้างทันที ขณะเดียวกัน IC 74LS374 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ แลทช์ (LATCH) ข้อมูลที่นับได้เก็บให้ฟอร์ธการ์ด มาอ่านค่าต่อไป ก่อนที่เคาน์เตอร์จะถูกเคลียร์อีกครั้งหนึ่ง โดยเมื่อสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบแรงดันเริ่มขอบขาลง นอทเกทตัวแรกจะกลายเป็นขอบขาขึ้นไปกระตุ้นให้ 74LS374 แลทช์ค่าเก็บเอาไว้ ในขณะที่นอทเกทอีก 2 ตัวที่ต่อกันจะช่วยการหน่วงเวลา หน่วงให้ 74LS374 อ่านค่าก่อนที่จะเคียร์ IC 74LS393 ให้เอาพุทเป็น 0 หมด



รูปที่ 3.8.2 สัญญาณควบคุมขาต่างๆ ของวงวจรวัดความกว้างสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8.2 สัญญาณที่ควบคุมขาต่างๆ และสำหรับวงจรที่วัดความกว้างของสไปค์ชนิดลบ ก็ใช้วงจรแบบเดียวกัน โดยใช้สัญญาณความถี่อ้างอิงชุดเดียวกัน

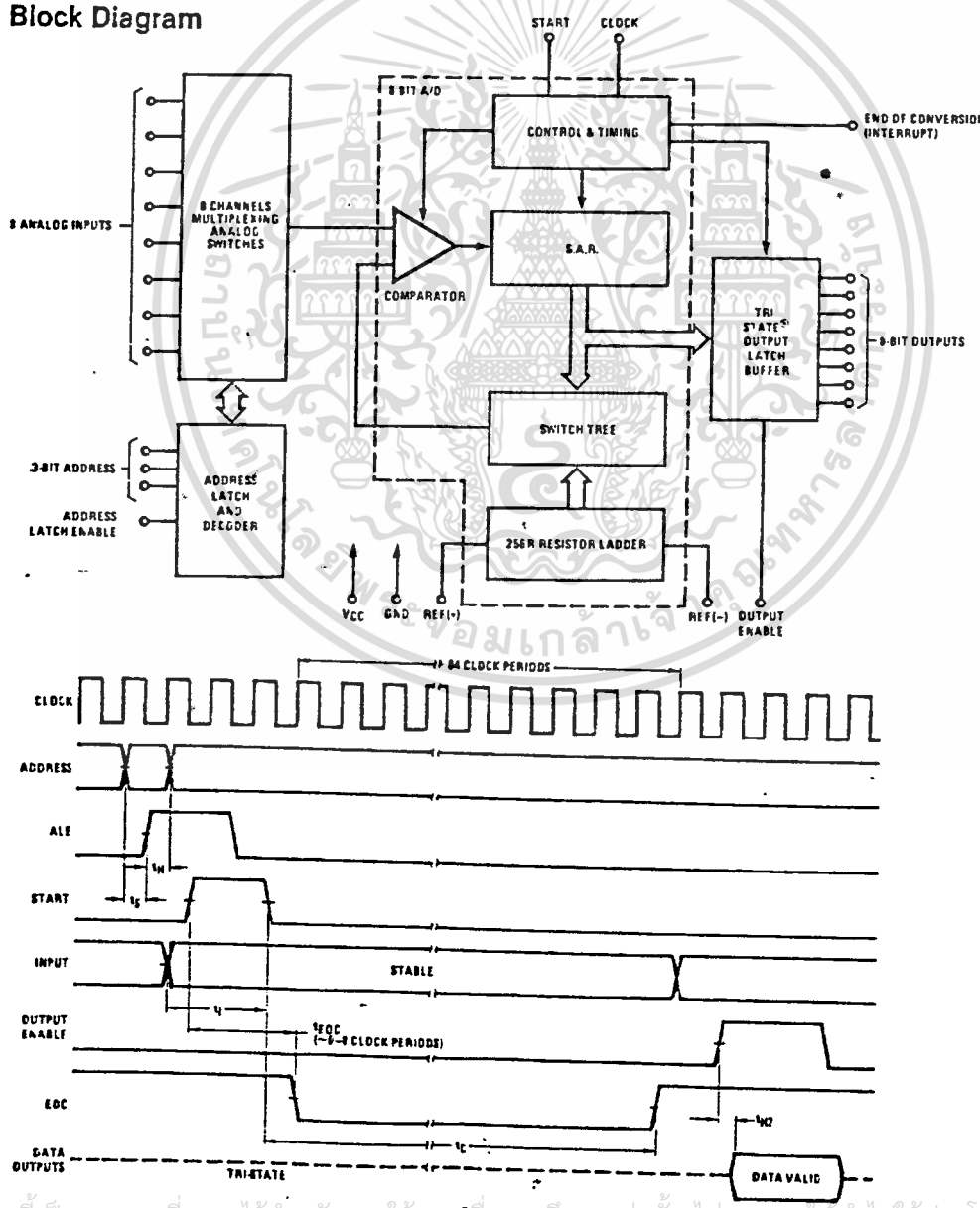
สำหรับการวัดความกว้างของสัญญาณเสิร์ช (SURGE) ก็ใช้วงจรนี้เช่นกัน เพียงแต่เปลี่ยนสัญญาณความถี่อ้างอิงให้เหมาะสมกับขนาดของความกว้างของสัญญาณชนิดนี้ ในวงจรที่ทดลองนี้ก็ได้ใช้สัญญาณความถี่อ้างอิงจาก IC 555 เป็นอะสเตเบิ้ลสร้างความถี่ 1 กิโลเฮิร์ซ เป็นความถี่อ้างอิง

IC 74LS374 มีเอาพุทเป็นแบบสามสถานะ (TRI-STATE OUTPUT) ทำให้สามารถใช้พอทร่วมกันระหว่างวงจรวัดความกว้างสัญญาณได้ โดยการอาศัยการอีนาเบิ้ล (ENABLE) ข้อมูลมาใช้ทีละตัว เป็นการประหยัดพอร์ทได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER)

จากวงจรส่วนต่างๆ ในการวัดขนาดหรือ พีค ของสัญญาณ เอาท์พุทจะให้สัญญาณเป็นอนาลอก ซึ่งต้องเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน เพื่อให้ ฟอร์ธ ไมโครการ์ด สามารถนำไปประเมินผลได้ ซึ่งในวงจรนี้ใช้ ไอซีเบอร์ ADC 0809 ซึ่งเป็น A/D แบบ 8 บิท มีอินพุท 8 ช่อง แบบมัลติเพลกซ์ (8 CHANNEL MULTIPLEXER) วงจรภายในของไอซี และ แผนผังของเวลา (TIMING DIAGRAM) ดังแสดงในรูปที่ 3.9.1



รูป 3.9.1 วงจรภายในของ ADC 0809 และแผนผังเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การเขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของ ADC 0809 นี้ จะต้องเขียนให้เป็นไปตาม แผนผังเวลา (TIMING DIAGRAM) ดังในรูปที่ 3.9.1 กล่าวคือ เริ่มต้น เมื่อมีอนาลอกอินพุทแล้ว กำหนดให้แอดเดรส (ADDRESS) กับ ตำแหน่งของอินพุทที่ต้องการ โดยสัญญาณจากฟอร์ธ ไมโครการ์ด แล้วป้อนสัญญาณ ALE (ADDRESS LATCH ENABLE) กับสัญญาณ START แล้วต้องรอให้ A/D ทำการเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งใช้เวลาอีกประมาณ 100 ไมโครวินาที (CLOCK =640 KHz.) หลังจากนั้นก็จะได้ข้อมูลซึ่งเป็นตัวเลขฐาน 2 จากเอาท์พุทของ A/D เพื่อที่จะนำไปประมวลผลโดย ฟอร์ธ ไมโครการ์ด อีกครั้งหนึ่ง

สัญญาณอินพุทของ ADC 0809 มีทั้งหมด 8 ช่อง (CHANNAL) ใช้ตามหน้าที่ดังนี้คือ

- ส่วนวงจรวัดความถี่ (F/V CONVERTER) 1 ช่อง
- ส่วนวงจรวัดขนาดไฟ 220 V.(+,-) 2 ช่อง
- ส่วนวงจรวัดขนาด SPIKE(+,-) 2 ช่อง
- ส่วนวงจรวัดขนาด SURGE(+,-) 2 ช่อง

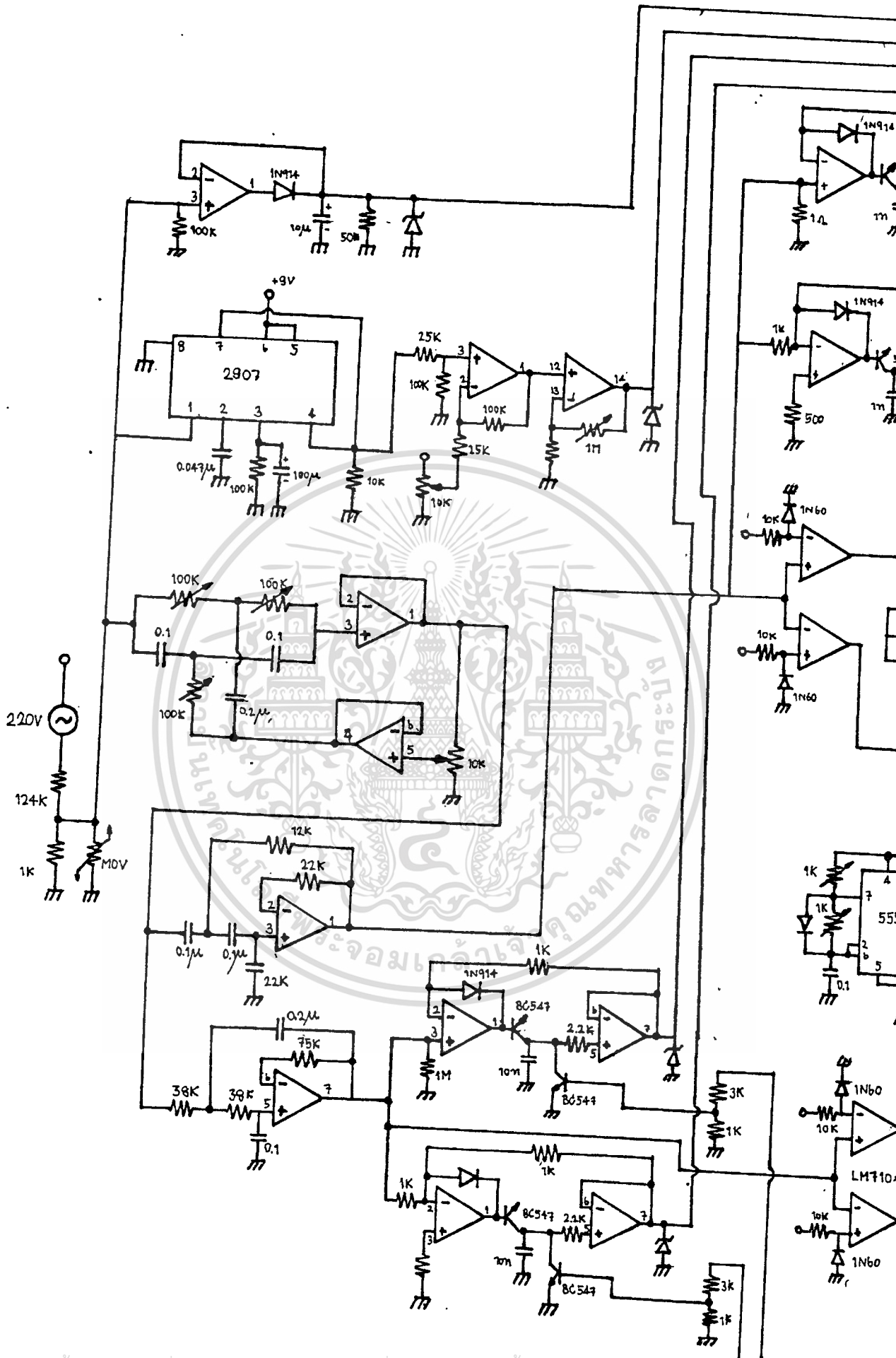
ดังนั้น จึงต้องทำการแปลงสัญญาณอนาลอกเหล่านี้ ไปเป็นสัญญาณดิจิตอล ทีละช่องตามลำดับที่ต้องการ โดยการเขียนโปรแกรมให้กับฟอร์ธ ไมโครการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดพอร์ท (PORT) ที่จะเชื่อมต่อระหว่างวงจร กับ ฟอร์ธ ไมโครการ์ด

PB0	RESET POSITIVE SPIKE
PB1	RESET NEGATIVE SPIKE
PB2	RESET POSITIVE SURGE
PB3	RESET NEGATIVE SURGE
PB4	ENABLE WIDTH OF POSITIVE SPIKE
PB5	ENABLE WIDTH OF NEGATIVE SPIKE
PB6	ENABLE WIDTH OF POSITIVE SURGE
PB7	ENABLE WIDTH OF NEGATIVE SURGE
PE0-PE3	DECODE A/D ADDRESS,START,ALE
PE4	CLEAR OVERFLOW OF POSITIVE SPIKE WIDTH
PE5	CLEAR OVERFLOW OF NEGATIVE SPIKE WIDTH
PE6	SHOW OVERFLOW OF POSITIVE SPIKE WIDTH
PE7	SHOW OVERFLOW OF NEGATIVE SPIKE WIDTH
PG0-PG7	OUTPUT OF A/D CONVERTER
PF0-PF7	OUTPUT OF WIDTH OF SPIKE,SURGE(+,-)

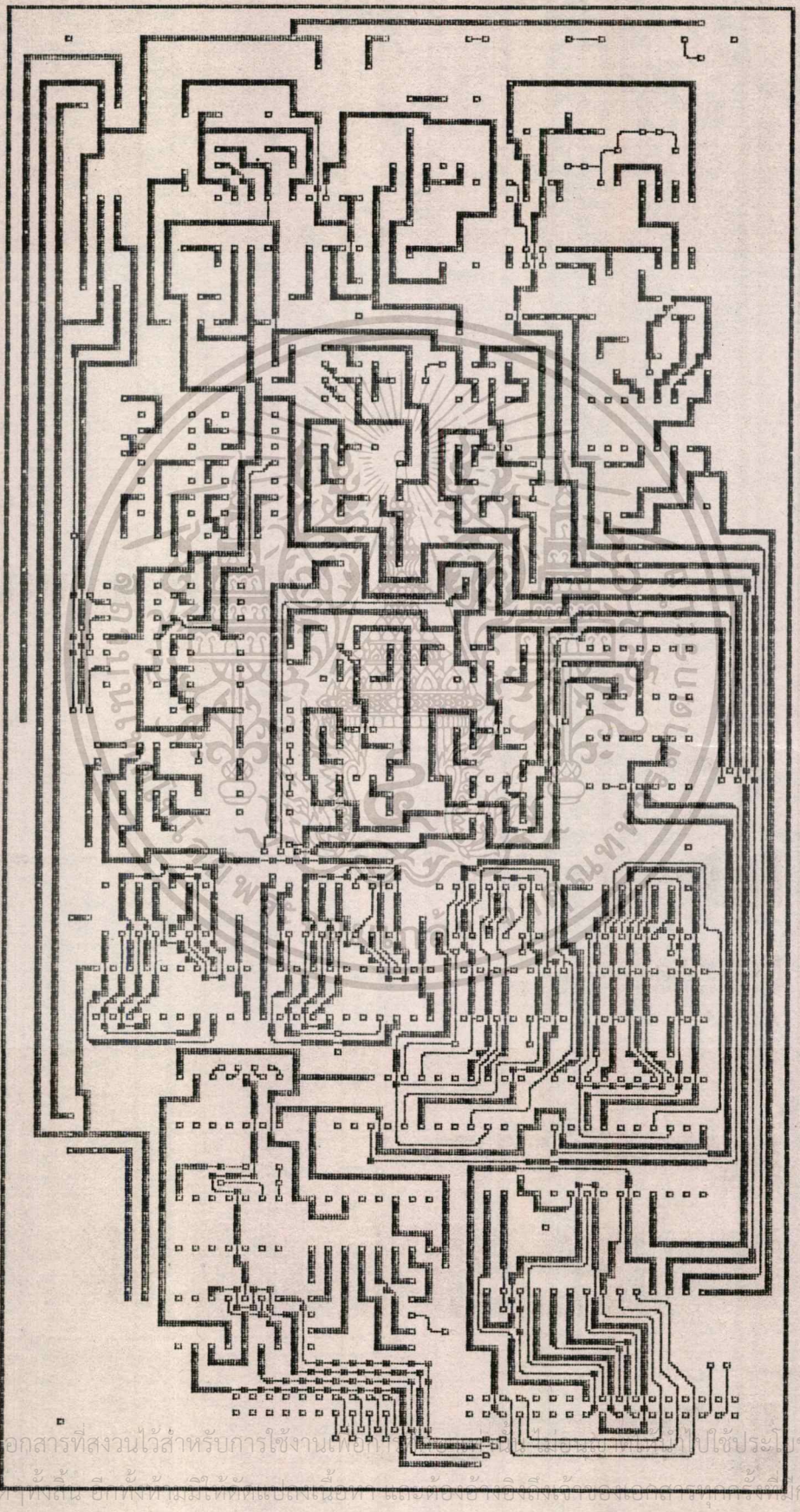
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

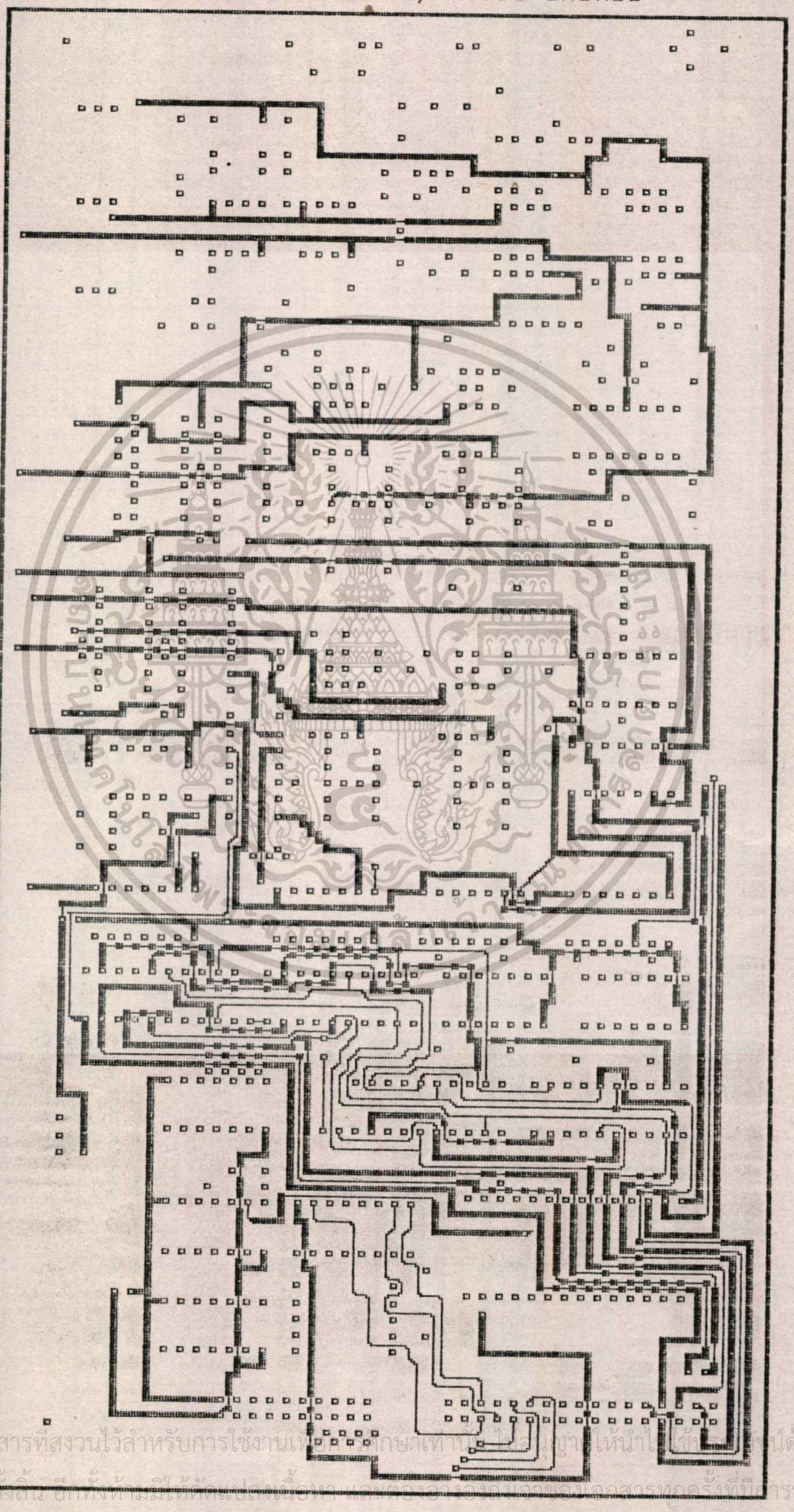
วงจรรวม

1X checkplot 1 Jan 1980 00:02:03
test3
v1.2 r3 holes: 827 solder side
approximate size: 8.80 by 4.55 inches



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1X checkplot 1 Jan 1980 00:05:48
test3
v1.2 r3 holes: 827 component side
approximate size: 8.80 by 4.55 inches



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 ซอฟท์แวร์ (SOFTWARE)

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึงส่วนต่างๆ ของฟอร์ธ ไมโครการ์ด คือ ส่วนประกอบต่างๆ คุณสมบัติและข้อดีต่างๆ ทางฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) ในหัวข้อนี้ ก็จะได้กล่าวถึงซอฟท์แวร์ของภาษาฟอร์ธ (FORTH LANGUAGE)

ข้อดีของฟอร์ธ ก็คือ สามารถขยายคำสั่งใหม่ๆ ต่อไปได้เรื่อยๆ โดยการสร้างคำสั่งใหม่ๆ ที่เราต้องการจากคำสั่งเดิม หรือคำสั่งพื้นฐานของภาษาฟอร์ธเอง หรือคำสั่งในภาษาแอสเซมบลี้ (ASSEMBLY) จนกระทั่งเหลือเพียงไม่กี่คำสั่ง หรือ เพียงคำสั่งเดียวเท่านั้นที่ใช้เป็นคำสั่งทั้งโปรแกรม ความสามารถนี้ทำให้ผู้ใช้ หรือ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถกำหนดชุดคำสั่งใหม่ๆ หรือ LIBRARY แม้แต่การสร้างภาษาใหม่ขึ้นเอง หรือ สำหรับการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ และง่ายต่อการแก้ไขเพิ่มเติมคำสั่งในครั้งต่อๆไป

ภาษาฟอร์ธ เก็บคำสั่งต่างๆ ไว้ในส่วนที่เรียกว่า "DICTIONARY" ทั้งคำสั่งของระบบฟอร์ธเอง และ คำสั่งที่สร้างขึ้นใหม่ รวมทั้งข้อมูลของผู้เขียนโปรแกรมก็สามารถเก็บไว้ในส่วนนี้ ได้เช่นกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน เนื่องจากโครงสร้างภายในของ DICTIONARY นี้ เรียบง่าย และ เป็นเอกเทศกว่าภาษาอื่นๆ ดังนั้นผู้ที่จะเขียนโปรแกรมจึงจำเป็นต้องเรียนรู้ ระบบและการทำงาน ภายในของภาษาฟอร์ธ เป็นอย่างดี

ข้อดีประการหนึ่งของภาษานี้ คือ โปรแกรมที่ถูกคอมไพล์แล้ว (COMPILE FORTH CODE) จะใช้หน่วยความจำน้อยมาก แม้จะเทียบกับภาษาเครื่อง (MACHINE LANGUAGE) ก็ตาม โดยเฉพาะ อาร์เอสซี ฟอร์ธ โครงสร้างที่ยุ่งยากในภาษาฟอร์ธอื่นๆ เกือบจะไม่มีเลย ทำให้ไม่สูญเสียในเรื่องของความเร็ว และ ขนาดของหน่วยความจำ

ภาษาฟอร์ธเป็นภาษาโครงสร้าง ไม่มีคำสั่ง GOTO ในภาษา แต่มีคำสั่งที่เป็นเงื่อนไขต่างๆแทน เช่น IF, ELSE, DO, UNTIL, WHILE, LOOP เป็นต้น และเหมาะกับงานประยุกต์ ที่เป็นแบบหลายงาน (MULTI TASKING) และงานที่มีการทำงานซ้ำซ้อน

ภาษาฟอร์ธ เป็นภาษาที่ใช้ สแตค (STACK) โดยตรง ร่วมกับการคำนวณที่ใช้ " POSTFIX NOTATION " ซึ่งเป็นคำสั่งที่เขียนขึ้นหลังจาก ตัวถูกจัดการ (OPERANT) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้ ในการคำนวณ เช่น การบวกในภาษาเบสิก (BASIC) จะเขียนดังนี้คือ (2 + 2) แต่ในภาษาฟอร์ธ จะเป็นดังนี้ (2 2 +) โดยที่เหตุผลในการใช้ STACK ในภาษาฟอร์ธคือ

- การลดความยุ่งยากในการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม (SUBROUTINE) เนื่องจากภาษาฟอร์ธเต็มไปด้วยการใช้โปรแกรมย่อย

- เป็นการง่ายในการตรวจสอบ และ แก้ไขโปรแกรม ที่มีลักษณะเป็นโมดูล (MODULE) เพราะภาษาฟอร์ธเอง ก็เป็นลักษณะนี้

ข้อดีอื่นๆของฟอร์ธ ก็มีอีกหลายประการคือ เป็นภาษาที่เป็นลักษณะ เป็นอินเตอร์แอคทีฟ (INTERACTIVE) กล่าวคือเป็นภาษา ที่สามารถเรียกใช้งานจากคีย์บอร์ด มาทดสอบ หรือ RUN เป็นคำสั่งๆ และ ดูผลได้ทันที ทำให้การตรวจสอบและแก้ไขทำได้ง่าย ภาษามีความเร็วสูงมากเมื่อเทียบกับภาษาอื่นๆ เมื่อไม่ต้องใช้โปรแกรมย่อยที่เป็นแอสเซมบลี้ แต่ถ้าหากต้องการความเร็วสูงมากๆ ในงานบางอย่าง ก็สามารถจะทำได้โดยใช้ภาษาแอสเซมบลี้ ในโปรแกรมย่อย (SUBROUTINE) ของฟอร์ธได้

ตัวอย่างการใช้การสร้างคำสั่งใหม่ดังคำสั่งตัวอย่างข้างล่างนี้

```
: TEST-OP   5 * . ; < RETURN > OK
6  TEST-OP  < RETURN >  30 OK
8  TESTØOP  < RETURN >  40 OK
```

คำสั่งที่สร้างใหม่อยู่ในเครื่องหมาย " :------; " ในที่นี้คำสั่งใหม่ คือ TEST-OP เป็นคำสั่ง ที่ให้ทำการคูณตัวเลขใดๆ ด้วย 5 แล้วทำการพิมพ์ตัวเลขผลลัพธ์ของการคูณออกมา บรรทัดที่ 2 เป็นการทดสอบโดยเอาค่า 6 และ 8 ใส่ไว้บน STACK แล้ว RUN คำสั่ง จึงได้ค่า 30 และ 40 ที่ถูกต้อง หลังการสร้างคำสั่งนี้ สามารถนำคำสั่งนี้ไปใช้ในคำสั่งอื่นๆต่อไป

สำหรับรายละเอียดต่าง ของภาษาฟอร์ธ ซึ่งมีมากมายรวมทั้งเทคนิคต่างๆในการเขียนโปรแกรม ที่จะนำไปใช้งานนั้น ไม่สามารถนำมาเขียนได้ทั้งหมดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับภาษาฟอร์ธ สามารถค้นหาได้จากตำรา หรือ คู่มือภาษาฟอร์ธซึ่งผู้เขียนได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ในหน้าหนังสืออ้างอิง

โปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับ ตรวจสอบสัญญาณรบกวน เพื่อใช้กับวงจรที่สร้างขึ้น มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายกรณีดังนี้

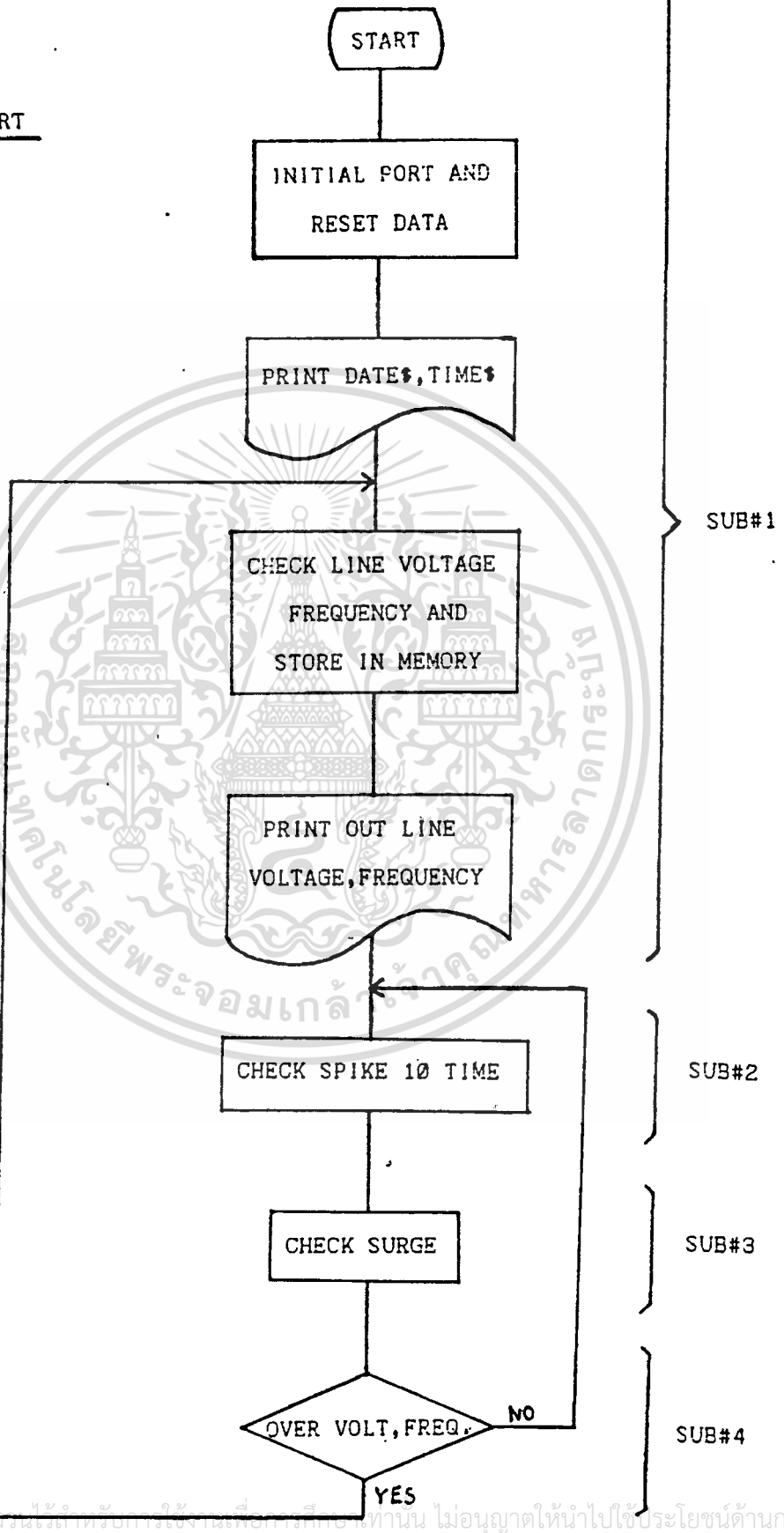
- สัญญาณรบกวนประเภท สไปค์ จะเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อย และ เวลาที่เกิดสั้นมาก
- สัญญาณเสิร์ช เกิดขึ้นได้ โดยการเปิดปิดเครื่องไฟฟ้าขนาดใหญ่ๆ
- ปกติความถี่ในระบบไฟ จะเปลี่ยนแปลงจาก 50 เฮิร์ต น้อยมาก
- ความผิดพลาดประเภท ไฟตก หรือ ไฟเกิน จะเกิดขึ้นเป็นระยะเวลานานๆ

จากข้อมูลดังกล่าว อาจจะมีเงื่อนไขอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้อง ให้ลักษณะสัญญาณไม่เป็นไปตามที่กล่าวข้างต้น เช่น สภาพแวดล้อมในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมอาจจะมีทั้ง สไปค์ และ เสิร์ช สูงมากๆ ในขณะที่ในต่างจังหวัด สัญญาณเหล่านี้จะน้อยกว่า แต่จะมีลักษณะไฟตกบ่อยๆ หรือ ไฟเกินในบางครั้ง ดังนั้น โปรแกรมที่จะนำไปใช้ ก็จะต้องแก้ไขให้เหมาะสมในบางกรณี หรือ แม้แต่การที่เราจะสนใจ สัญญาณแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ โดยไม่สนใจสัญญาณอื่นๆ ก็สามารถกระทำได้ โดยการแก้ไขลักษณะของโปรแกรมเท่านั้น

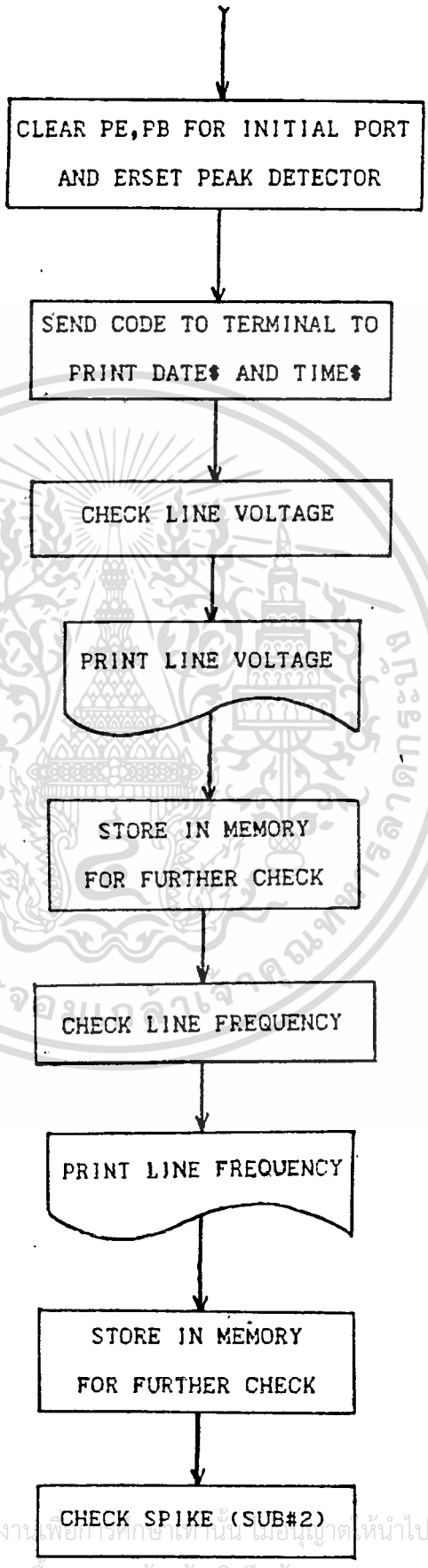
จากการที่จะทดสอบวงจร ก็จะต้องทำการเขียนโปรแกรม ให้อยู่ในระดับกลาง กล่าวคือ โปรแกรมจะสนใจสัญญาณทุกชนิด และ ให้ความสำคัญตามเงื่อนไขดังกล่าว การทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้น มีลำดับขั้นตอนการทำงานตามโฟลชาร์ท ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN FLOWCHART

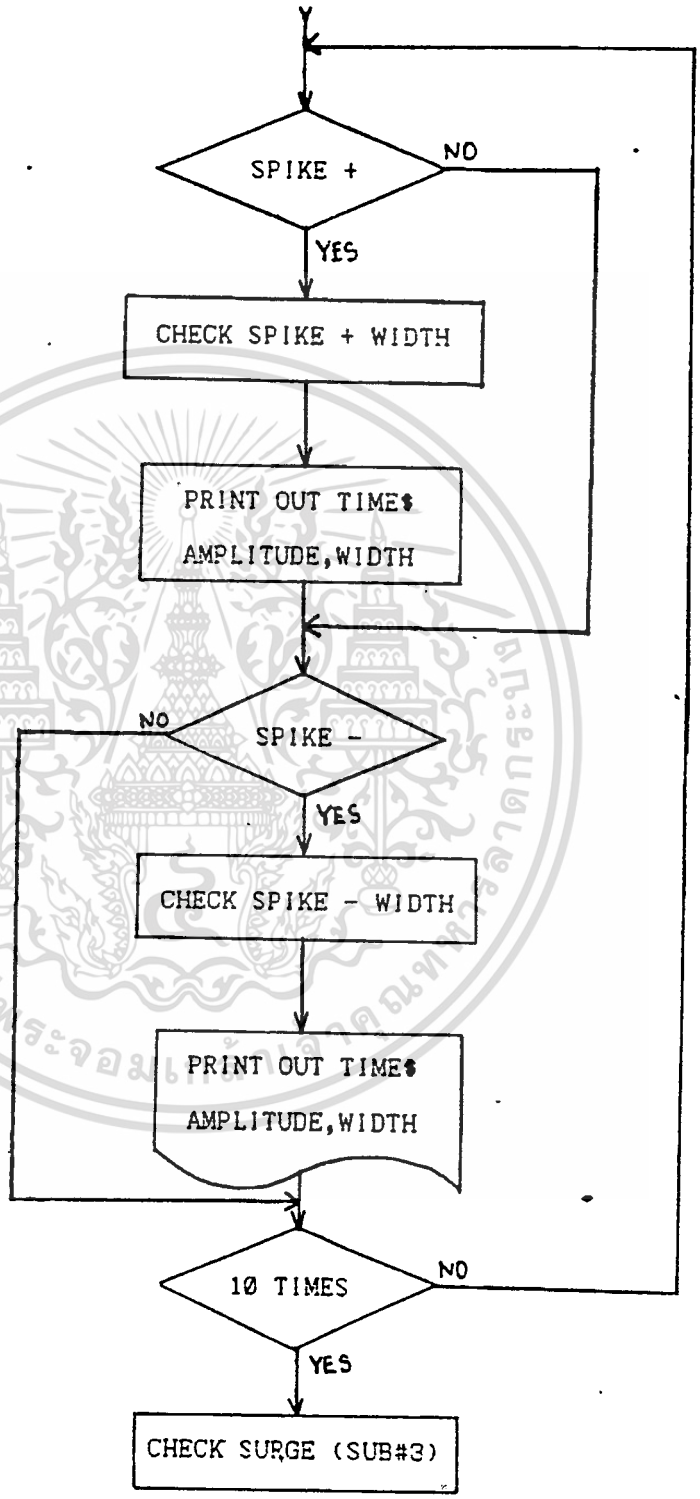


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



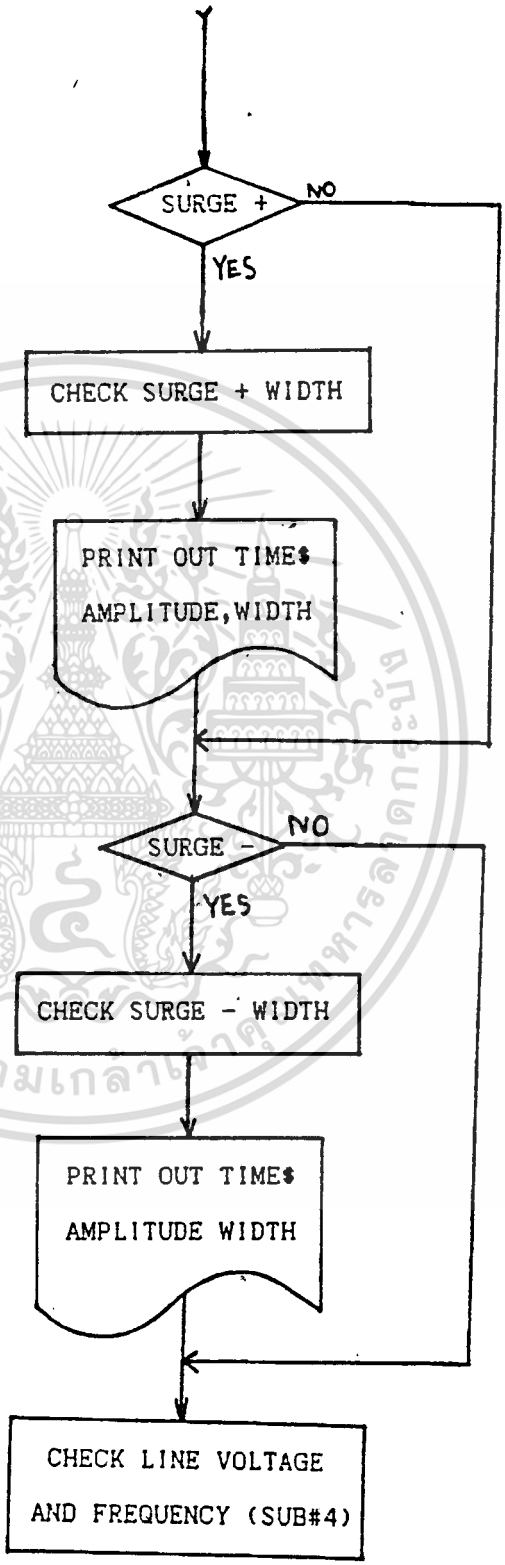
SUBROUTINE FLOWCHART (SUB#1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



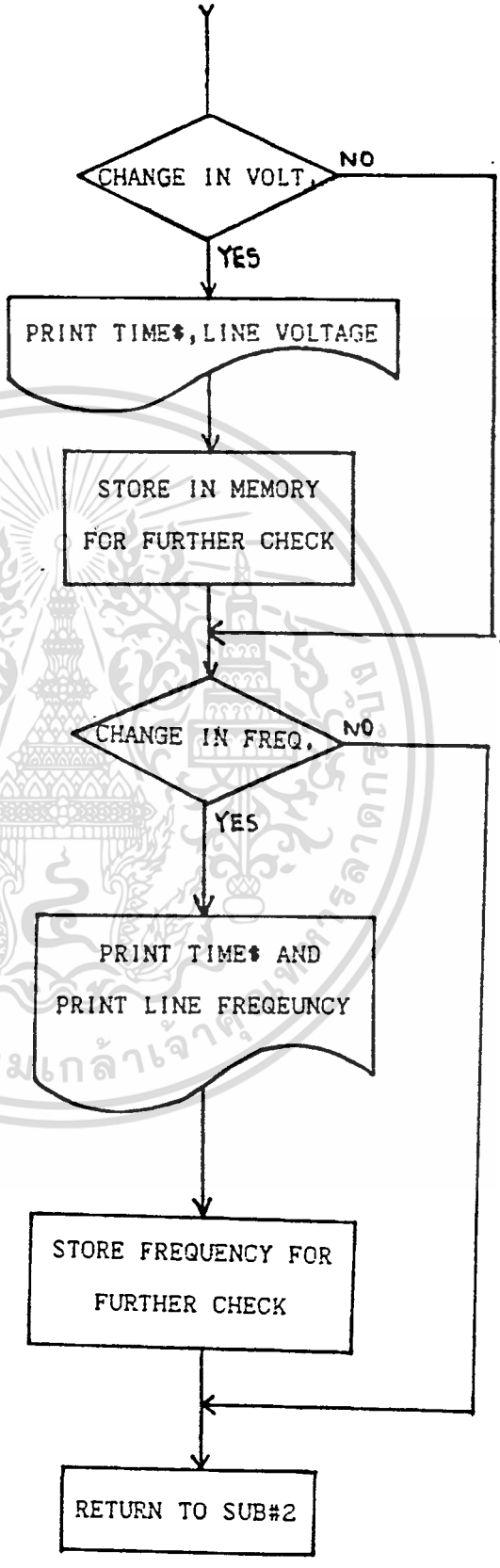
SUBROUTINE FLOWCHART(SUB#2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SUBROUTINE FLOWCHART (SUB#3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SUB-ROUTINE FLOWCHART (SUB#4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Ø VARIABLE VOLT

Ø VARIABLE FREQ

: MS Ø DO 5 Ø DO LOOP LOOP ;


: ADC [ HEX ] PE C@ F8 AND OR PE C!
      PE C@ 8 OR PE C! PE C@ F7 AND PE C!
      1 MS
      PG C@ ;


: INITIAL [ HEX ] PE C@ CF AND PE C!
                  PE C@ 3Ø OR PE C!
                  PE C@ 3F AND PE C!
                  PB C@ F3 AND PB C! ;


: .PRINT S->D <# # 46 HOLD # #> ;


: STARTV [ DECIMAL ] Ø ADC 52 * 31 / DUP
         23Ø > IF ." OVER VOLTAGE VRMS= " DUP . ." VOLT! "
         ELSE DUP 21Ø < IF ." LOWER VOLTAGE VRMS= " DUP . ." VOLT! "
         ELSE DUP ." ACCEPTABLE VOLTAGE VRMS= " DUP . ." VOLT! "
         THEN THEN VOLT ! [ HEX ] ;


: STARTF [ DECIMAL ] 2 ADC 2670 + 5 * 28 / DUP
         ." PRESENT FREQUENCY= " .PRINT ." Hz "
         FREQ ! [ HEX ] ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
: RSSP+ [ HEX ] PE C@ 40 OR PE C!
                PE C@ BF AND PE C! ;

: RSSP- [ HEX ] PE C@ 80 OR PE C!
                PE C@ 7F AND PE C! ;

: SP+WID [ HEX ] PB C@ 01 AND
        0 > IF ." WIDTH OF SPIKE+ > 25.6 MICRO SEC. "
        PE C@ EF AND PE C!
        PE C@ 10 OR PE C!
        ELSE PB C@ EF AND PB C!
        PF C@ [ DECIMAL ] ." WIDTH OF SPIKE+ = " .PRINT ." MICRO SEC. "
        [ HEX ] PB C@ 10 OR PB C! THEN ;

: SP-WID [ HEX ] PB C@ 02 AND
        0 > IF ." WIDTH OF SPIKE- > 25.6 MICRO SEC. "
        PE C@ DF AND PE C!
        PE C@ 20 OR PE C!
        ELSE PB C@ DF AND PB C!
        PF C@ [ DECIMAL ] ." WIDTH OF SPIKE- = " .PRINT ." MICROSEC "
        [ HEX ] PB C@ 20 OR PB C! THEN ;

: POSP [ DECIMAL ] 6 ADC 46 * 19 / DUP
       50 > IF ." PEAK OF SPIKE+ = " . ." VOLT " RSSP+ SP+WID THEN ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
: NESP [ DECIMAL ] 5 ADC 46 * 19 / DUP
      50 > IF ." PEAK OF SPIKE- = " . ." VOLT " RSSP- SP-WID THEN ;

: RSSU+ [ HEX ] PB C@ 04 OR PB C!
                PB C@ FB AND PB C! ;

: RSSU- [ HEX ] PB C@ 08 OR PB C!
                PB C@ F7 AND PB C! ;

: SU+WID [ HEX ] PB C@ BF AND PB C!
        PF C@ [ DECIMAL ] ." WIDTH OF SURGE+ = " . ." MS "
        [ HEX ] PB C@ 40 OR PB C! ;

: SU-WID [ HEX ] PB C@ 7F AND PB C!
        PF C@ [ DECIMAL ] ." WIDTH OF SURGE- = " . ." MS "
        [ HEX ] PB C@ F0 OR PB C! ;

: POSU [ DECIMAL ] 4 ADC 46 * 19 / DUP
      5 > IF ." PEAK OF SURGE+ = " . ." VOLT " RSSU+ SU+WID THEN ;

: NESU [ DECIMAL ] 3 ADC 46 * 19 / DUP
      5 > IF ." PEAK OF SURGE- = " . ." VOLT " RSSU- SU+WID THEN ;

: SIGNAL 10 0 DO POSP NESP LOOP POSU NESU ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
: CHK-V [ DECIMAL ]  0 ADC 52 * 31 / VOLT @ 2DUP -
        5 > IF ." HIGHER THAN THE LAST RECORD, NEW VRMS= "
        SWAP DUP . ." VOLT " VOLT ! DROP
        ELSE SWAP 2DUP - 5 > IF ." LOWER THAN THE LAST RECORD, NEW VRMS= "
        DUP . ." VOLT " VOLT ! DROP THEN THEN ;

: CHK-F [ DECIMAL ] 2 ADC 2670 + 5 * 28 / FREQ @ 2DUP -
        5 > IF ." HIGHER FREQUENCY , NEW FREQUENCY= "
        SWAP DUP .PRINT ." Hz " FREQ ! DROP
        ELSE SWAP 2DUP - 5 > IF ." LOWER FREQUENCY , NEW FREQUENCY= "
        DUP .PRINT ." Hz " FREQ ! DROP THEN THEN ;

: CHK-POWER CHK-V CHK-F ;

: RUN INITIAL STARTV STARTF BEGIN SIGNAL CHK-V CHK-F AGAIN ;

400 AUTOSTART RUN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

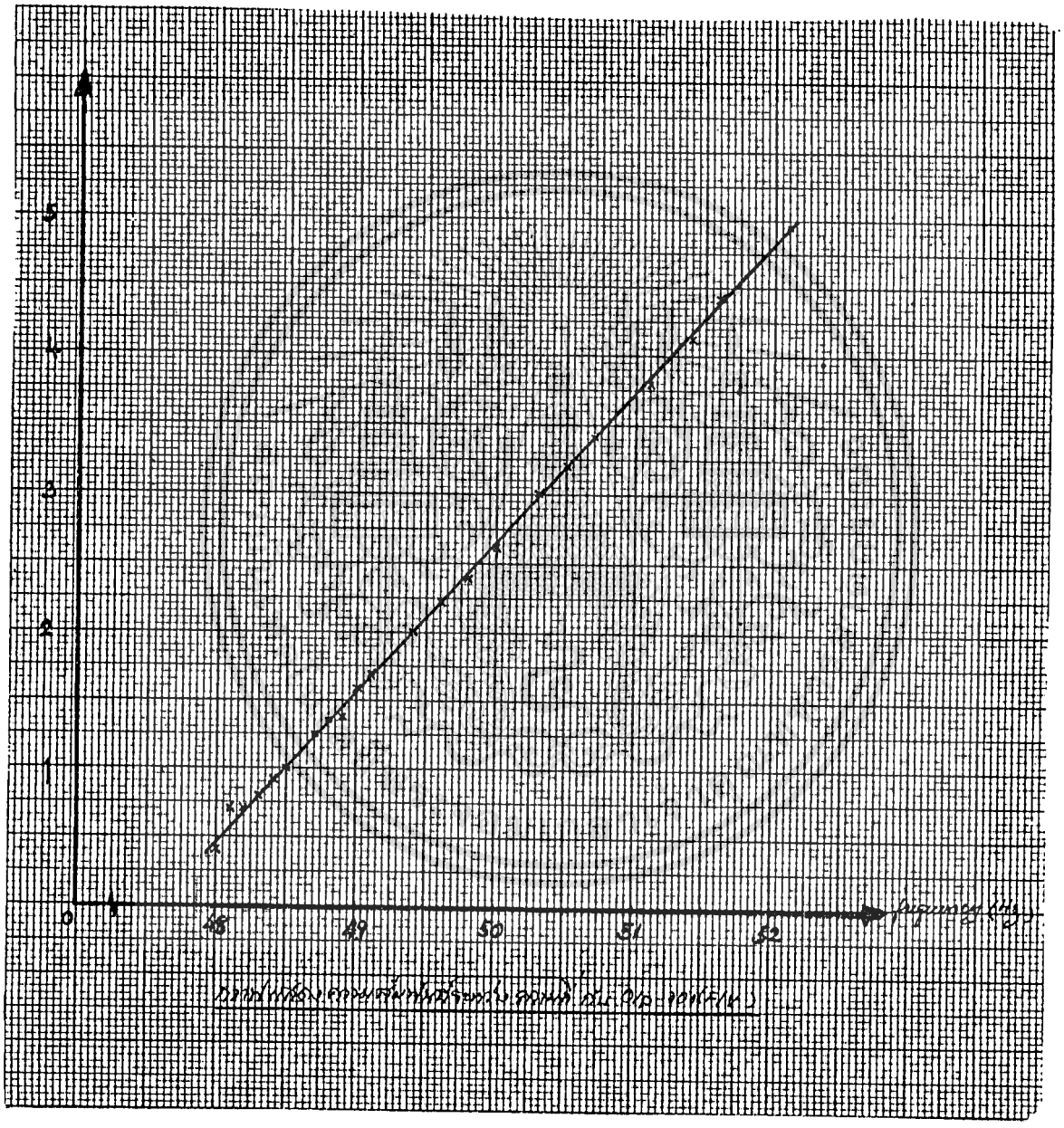
1. การทดลองส่วนแรก มีขึ้นที่วงจรแปลงความถี่เป็นศักดาไฟฟ้า เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาท์พุทของวงจร และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างความถี่และศักดาไฟฟ้าทำการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรทั้งสอง และนำไปใช้ในการกำหนดค่าในการคำนวณในส่วนของโปรแกรมการตรวจสอบความถี่

จากการทดลองดังกล่าว ได้ทำการทดลองวัดศักดาเอาท์พุทของวงจรเอฟทูวี และบันทึกค่าที่ความถี่อินพุทที่ต้องการตรวจสอบ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ความถี่ (Hz)	เอาท์พุท (VOLT)	ความถี่ (Hz)	เอาท์พุท (VOLT)
48.0	0.41	49.6	2.23
48.2	0.70	49.8	2.39
48.3	0.79	50.0	2.63
48.4	0.92	50.3	3.01
48.5	0.99	50.5	3.18
48.7	1.24	50.7	3.42
48.8	1.35	51.1	3.79
48.9	1.36	51.4	4.13
49.0	1.58	51.6	4.44
49.1	1.68	52.1	4.95
49.4	2.00	52.2	4.96

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่อินพุทและศักดาเอาท์พุท เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับศักดาไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สำหรับการทดลองของวงจรพีคดีเทคเตอร์ ซึ่งเป็นวงจรเก็บค่าแรงดันสูงสุดเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลเพื่อเปลี่ยนค่าพีค เป็นค่าอาร์เอ็มเอสในส่วนของโปรแกรม ผลการทดลอง มีดังต่อไปนี้

AC i/p (Vrms)	V o/p (V.)
198	2.28
220	2.54
242	2.80

3. การทดลองของวงจรวัดความกว้างของสไปค์ ซึ่งใช้ไอซีเบอร์ 74LS393 และ 74LS374 โดยใช้ความถี่คล้อค เท่ากับ 10 เมกกะเฮิร์ต และป้อนสัญญาณพัลส์ที่สร้างขึ้นจากวงจรโมโนสเตเบิ้ล (MONOSTABLE) ที่มีค่าความกว้างของพัลส์ต่างๆกัน

ความกว้างของ i/p พัลส์ (US)	เอาท์พุทจาก 74LS374 Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	จำนวนลูก	ความกว้างของ o/p ของ 74374
25	1	1	1	1	1	0	0	0	248	24.8
20	1	1	1	0	0	1	0	0	228	22.8
18	1	1	0	0	0	1	0	1	197	19.7
15	1	0	1	0	1	0	0	1	169	16.9
13	1	0	0	0	1	1	0	1	141	14.1
10	0	1	1	1	1	0	1	1	122	12.2
8	0	1	0	1	1	0	1	1	91	9.1
5	0	0	1	1	0	1	0	1	53	5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลองของวงจรกรองความถี่ 50 เฮิร์ต แบบนอทช์ ได้ทำการป้อนสัญญาณอินพุท ขนาด 5 โวลท์ ที่ความถี่ต่างๆกัน เข้าสู่วงจรกรอง จากผลการทดลองที่ได้ จะเห็นว่าที่ความถี่ 50 เฮิร์ตนั้น สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จะมีขนาดน้อยที่สุด ที่ความถี่ค่าอื่นๆจะได้เอาท์พุทมีขนาดเพิ่มขึ้น ดังนั้นเราจึงต้องทำการปรับแต่งเพื่อให้มีค่า Q สูงๆ เพื่อให้สัญญาณความถี่ 50 เฮิร์ต มีเอาท์พุทน้อยที่สุด ผลการทดลองเป็นดังต่อไปนี้

ความถี่อินพุท (Hz)	30	50	500	1K	5K	100K
ขนาดของ o/p (V.)	4.0	0.02	4.4	5.0	5.0	5.0

ทั้งนี้ค่าที่ได้นี้ให้ผลการตัดความถี่ 50 เฮิร์ต ดีพอสมควร และให้ค่า Q ที่สูงตามต้องการ

5. การทดลองของวงจรวัดขนาดของสไปค์ วงจรในส่วนนี้มีลักษณะคล้ายกับวงจรวัดขนาดของสัญญาณไฟ ผลการทดลองที่ได้จึงมีลักษณะคล้ายกัน แต่วงจรวัดขนาดของสไปค์นี้สามารถรักษาค่าแรงดันสูงสุดที่ตรวจจับได้ ไว้ได้นานกว่า โดยมีอัตราการลดของระดับแรงดันใกล้เคียงกับที่คำนวณจากสมการ ในบทที่ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ พีเอ็น จังก์ชั่น ของทรานซิสเตอร์ มาแทนไดโอด จากผลดังกล่าว แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน ว่า ไดโอดทั่วๆไป มีกระแสรั่วไหลมากเกินกว่าที่จะนำมาใช้ ในวงจรพีค ดีเทคเตอร์ ที่ใช้จับสัญญาณที่มีความถี่สูง ในระยะเวลาสั้นๆ (TRANSIENT) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล จากการทดสอบ วงจรรวมทั้งหมดกับโปรแกรมที่เขียนขึ้น ปรากฏว่า การแปลงสัญญาณไม่เป็นไปตาม ทฤษฎี ทั้งนี้จากการตรวจสอบ พบว่า เมื่อป้อนไฟ ดีซี แล้วให้วงจรทำการแปลงเป็นค่าดิจิตอล สัญญาณเอาท์พุทจากเอทูดีนี้ ให้ค่าที่ถูกต้อง เมื่อวงจรอยู่บนโปรโตบอร์ด แต่หลังจากนำมาประกอบบนแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น เมื่อนำมาตรวจสอบภายหลัง การแปลงสัญญาณนั้น เกิดมีค่าผิดพลาดขึ้น และเมื่อได้ทำการเช็ควงจร พบว่า เอาท์พุทของเอทูดี บิทที่ 7 นี้ มีค่าไม่แน่นอน ทำให้มีผลต่อคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ของโปรแกรม ซึ่งก็ได้มีการศึกษาเพื่อทำการแก้ไขข้อผิดพลาดนี้อยู่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์ และสรุป

โครงงานนี้ เป็นการนำเอาฟอร์ธ ไมโครการ์ด มาประยุกต์ใช้เป็นมอนิเตอร์สำหรับตรวจสอบสภาพต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นของสัญญาณไฟฟ้าในไลน์ โดยมีการพัฒนาขึ้นมาจากโครงงานในปีการศึกษาที่แล้ว ซึ่งคณะผู้จัดทำเห็นว่า ยังคงมีส่วนที่ควรได้รับการแก้ไข โครงงานในปีนี้ ได้มีการพัฒนาโดยนำเอามอนิเตอร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ มาเป็นส่วนแสดงผลทำการตรวจสอบ และการคำนวณต่างๆ แทนการใช้ LED เป็นส่วนแสดงผล ดังเช่นในโครงงานรุ่นก่อน และมีการพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งทำการแก้ไข และออกแบบวงจรอิเลคทรอนิคส์แบบต่างๆ ที่ใช้เป็นวงจรอินเตอร์เฟส ในการตรวจจับสัญญาณไฟในไลน์ ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการออกแบบทำตัวโปรแกรม และการสร้างวงจรอิเลคทรอนิคส์นั้นไม่เป็นเรื่องง่ายเลย เนื่องจากมีบางเรื่องที่ต้องทำการศึกษาค้นคว้าใหม่ทั้งหมด จึงทำให้ใช้เวลาไประยะหนึ่ง อีกทั้งเรื่องบางเรื่อง ก็ไม่ได้มีหนังสือเล่มใดเขียนถึงไว้ เช่น เกี่ยวกับสัญญาณสไปค์ เป็นต้น ทำให้การค้นคว้าเป็นไปด้วยความยากลำบากยิ่ง

สำหรับโปรแกรมการตรวจสอบนั้น ต้องทำการเขียนด้วยภาษาฟอร์ธ เนื่องจากเรานำฟอร์ธ ไมโครการ์ด มาใช้เป็นตัววิเคราะห์ผล ดังนั้น จึงต้องเริ่มทำการศึกษาเกี่ยวกับภาษาฟอร์ธนี้ใหม่ โดยที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับภาษานี้มาก่อนเลย ทั้งนี้เป็นเพราะ ฟอร์ธ จัดว่าเป็นภาษาระดับต่ำ จึงไม่เป็นที่แพร่หลายในการเขียนโปรแกรมเท่าใดนัก แต่ฟอร์ธ ก็มีข้อดีคือ เหมาะสำหรับงานควบคุมต่างๆ สามารถใช้คำสั่งง่ายๆ ไม่สลับซับซ้อนในการควบคุมฮาร์ดแวร์ต่างๆ ให้ทำงานได้อย่างดีเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ กล่าวโดยรวมแล้วภาษาฟอร์ธนั้น เป็นภาษาคอมพิวเตอร์อีกแบบหนึ่งที่ไม่ยากเกินไป สำหรับผู้ที่เริ่มต้นศึกษาใหม่เพียงแต่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร ในการทำความเข้าใจ จึงจะสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ดังนั้น สำหรับผู้ที่คิดจะศึกษาภาษานี้ ไม่ควรย่อท้อ พยายามทำความเข้าใจ ก็จะสามารถนำเอาฟอร์ธไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้อย่างแพร่หลาย

ในด้านของวงจรอิเลคทรอนิคส์ต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นส่วนอินเตอร์เฟสนั้น ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปัญหาในการคำนวณออกแบบเหมือนกัน เช่น ไม่สามารถหาอุปกรณ์ที่มีค่า หรือ ชนิดเดียวกับที่ระบุไว้ในการออกแบบ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ทำให้ผลการตรวจสอบไม่เป็นความจริง หรือ วงจรเมื่อทดสอบบนแผ่นโปรโตบอร์ด สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อนำมาลงบนแผ่นปริ้นท์ แล้วทำการทดสอบ กลับไม่ทำงาน จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม ทำให้ผลการตรวจสอบผิดพลาดไปได้ วงจรอิเลคทรอนิคส์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานนี้ ส่วนใหญ่ เป็นวงจรที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว แต่ในการทดสอบ เป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากสาเหตุต่างๆ หลายประการ

ผลสำเร็จของโครงงานนี้ ได้ตามจุดประสงค์ของโครงงาน เป็นที่น่าพอใจ คือ สามารถตรวจสอบสภาวะของสัญญาณไฟในไลน์ได้ แต่มิได้รวมถึงการแก้ไขความผิดปกติของไฟในไลน์นั้นด้วย ดังนั้น อาจมีการพัฒนาให้ดีขึ้น โดยการเพิ่มส่วนแก้ไขความผิดปกติเข้าไปด้วย นอกเหนือจากการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

A to D, D to A

ADC0808, ADC0809 8-Bit μP Compatible A/D Converters With 8-Channel Multiplexer

General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8-single-ended analog signals.

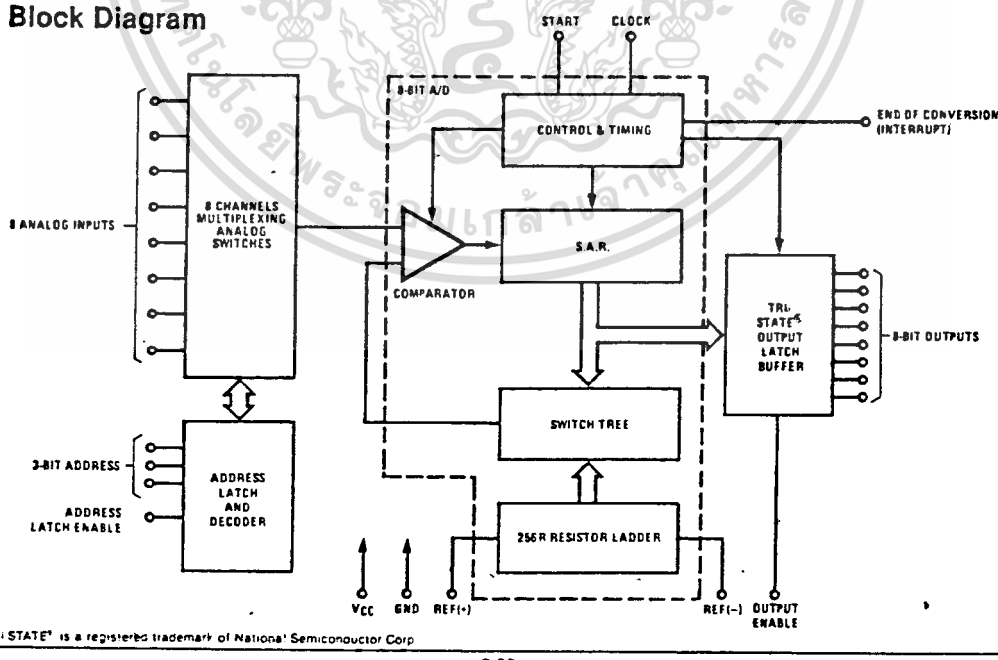
The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE® outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 16-channel multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0816 data sheet. (See AN-247 for more information.

Features

- Resolution — 8-bits
- Total unadjusted error — ± 1/2 LSB and ± 1 LSB
- No missing codes
- Conversion time — 100 μs
- Single supply — 5 V_{DC}
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC} or analog span adjusted voltage reference
- 8-channel multiplexer with latched control logic
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"
- Outputs meet T^2L voltage level specifications
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero or full-scale adjust required
- Standard hermetic or molded 28-pin DIP package
- Temperature range −40°C to +85°C or −55°C to +125°C
- Low power consumption — 15 mW
- Latched TRI-STATE® output

Block Diagram



TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage at Any Pin Except Control Inputs	−0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Voltage at Control Inputs (START, OE, CLOCK, ALE, ADD A, ADD B, ADD C)	−0.3V to +15V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Package Dissipation at T_A = 25°C	875 mW
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Operating Ratings (Notes 1 and 2)

Temperature Range (Note 1)	$T_{MIN} \le T_A \le T_{MAX}$
ADC0808CJ	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C
ADC0808CCJ, ADC0808CCN, ADC0809CCN	−40°C ≤ T_A ≤ +85°C
Range of V_{CC} (Note 1)	4.5 V_{DC} to 6.0 V_{DC}

Electrical Characteristics

Converter Specifications: $V_{CC} = 5\ V_{DC} = V_{REF(+)}$, $V_{REF(-)}$ = GND, $T_{MIN} \le T_A \le T_{MAX}$ and f_{CLK} = 640 kHz unless otherwise stated.

	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
	ADC0808					
	Total Unadjusted Error	25°C			± 1/2	LSB
	(Note 5)	T_{MIN} to T_{MAX}			± 3/4	LSB
	ADC0809					
	Total Unadjusted Error	0°C to 70°C			± 1	LSB
	(Note 5)	T_{MIN} to T_{MAX}			± 1 1/4	LSB
	Input Resistance	From Ref(+) to Ref(−)	1.0	2.5		kΩ
	Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(−)	GND−0.10		V_{CC}+0.10	V_{DC}
$V_{REF(+)}$	Voltage, Top of Ladder	Measured at Ref(+)		V_{CC}	V_{CC}+0.1	V
$\frac{V_{REF(+)}+V_{REF(-)}}{2}$	Voltage, Center of Ladder		V_{CC}/2−0.1	V_{CC}/2	V_{CC}/2+0.1	V
$V_{REF(-)}$	Voltage, Bottom of Ladder	Measured at Ref(−)	−0.1	0		V
	Comparator Input Current	f_c = 640 kHz, (Note 6)	−2	± 0.5	2	μA

Electrical Characteristics

Digital Levels and DC Specifications: ADC0808CJ 4.5V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V, −55°C ≤ T_A ≤ +125°C unless otherwise noted
ADC0808CCJ, ADC0808CCN, and ADC0809CCN 4.75 ≤ V_{CC} ≤ 5.25V, −40°C ≤ T_A ≤ +85°C unless otherwise noted

	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ANALOG MULTIPLEXER						
$I_{OFF(+)}$	OFF Channel Leakage Current	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 5V,				
		T_A = 25°C		10	200	nA
		T_{MIN} to T_{MAX}			1.0	μA
$I_{OFF(-)}$	OFF Channel Leakage Current	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0,				
		T_A = 25°C	−200	−10		nA
		T_{MIN} to T_{MAX}	−1.0			μA
CONTROL INPUTS						
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage		V_{CC}−1.5			V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage				1.5	V
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (The Control Inputs)	V_{IN} = 15V			1.0	μA
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (The Control Inputs)	V_{IN} = 0	−1.0			μA
I_{CC}	Supply Current	f_{CLK} = 640 kHz		0.3	3.0	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน และ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็ด้วยความร่วมมือจากหลายๆฝ่ายเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ดร. แดเนียล บรีน อาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงานนี้ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ อีกทั้งช่วยเหลือชี้แนะแนวทาง ในการทำโครงงาน และยังได้แนะนำตำราที่เกี่ยวข้องในโครงงานอีกด้วย และขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่าน เพื่อนๆ และผู้ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือ ให้โครงงานนี้เป็นผลสำเร็จขึ้นมา

จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. STOUT AND KAUFMAN, " OPERATION AMPLIFIER CIRCUIT DESIGN ", MCGRAW-HILL, 1976.
2. ESSEX ELECTRONICS CENTER, " ESSEX FORTH MICROCARD - TECHNICAL MANUAL ", ESSEX ELECTRONICS CENTRE, 1984.
3. ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION, " RSC - FORTH USER'S MANUAL ", ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION, 1983.
4. NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, " LINEAR DATABOOK ", NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, 1982.
5. R.M. MARSTON, " 110 OPERATIONAL AMPLIFIER PROJECTS ", NEWNES TECHNICAL BOOKS, 1975.
6. U. TIETZE - CH. SCHENK, " ADVANCED ELECTRONIC CIRCUITS ", SPRINGER - VERLAG, 1978.
7. PAUL HOROWITZ - MINFIELD HILL, " THE ART OF ELECTRONICS " CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1980.
8. MOROROLA, " TTL HAND BOOK ", 1977 SEMICONDUCTOR COMPONENTS GROUP, 1977.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้