

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

เครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็อกคูลูป

**Saline Solution Machine controlling by Phase Lock Loop**



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา ๒๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็อกคูลูป  
Saline Solution Machine control by Phase Lock Loop



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม


คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


เรื่อง เครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็อกคูลูป

Saline Solution Machine control by Phase Lock Loop

ผู้จัดทำ

นายบรม พงษ์พรรณรวม 47010400

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผศ.ดร. จีรสุดา โกยียากรณ์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็อกคูลูป  
Saline Solution Machine control by Phase Lock Loop

โดย นาย บรม พงษ์พรรณรวม รหัส 47010400

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ.ดร. จีรสุดา โกษียาภรณ์

### บทคัดย่อ

ปัญหานี้พจนานี้แนะนำเสนอการสร้างเครื่องหยดน้ำเกลือ โดยนำเอาหลักการของระบบเฟสล็อกคูลูป มาประยุกต์ใช้ เครื่องหยดน้ำเกลือนี้จะมีการควบคุมปริมาณการหยดโดยใส่ค่าปริมาณความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ต้องการบนหน้าจอแสดงผล จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างเป็นสัญญาณนาฬิกา ที่มีความถี่เท่ากับค่าที่ใส่บนจอแสดงผลแล้วป้อนเข้าระบบเฟสล็อกคูลูป สัญญาณนาฬิกาจะเข้าไปที่ส่วนวงจรเปรียบเทียบเฟส โดยสัญญาณเอาต์พุตที่ได้เมื่อผ่านเข้าไปยังวงจรกรองความถี่แล้วจะได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงออกมา ซึ่งไฟฟ้ากระแสตรงในส่วนนี้จะไปควบคุมให้แกนเหล็กที่พันด้วยขดลวดบีบสายน้ำเกลือให้น้ำเกลือหยดออกมา ซึ่งจะมีวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือทำหน้าที่ตรวจจับจำนวนหยดน้ำเกลือ โดยจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณนาฬิกา สัญญาณนาฬิกาที่ได้นี้เสมือนถูกผลิตจากวงจรผลิตสัญญาณ จากนั้นสัญญาณนาฬิกาดังกล่าวจะถูกนำไปเปรียบเทียบเฟส เพื่อปรับความถี่จนเท่ากับความถี่ที่ป้อนเข้าบนจอแสดงผล

### Abstract

This thesis propose the method to construct the saline solution machine where the principle of the phase lock loop is applied. The dropping quantity of the saline solution machine is controlled by the input frequency which can be set on the monitor screen. Then the input microcontroller will generate the clock signal whose frequency is equal to the desired value. This clock signal is then the input of the phase detector circuit where the obtained output is passed to the low pass filter resulting in the DC current. The obtained DC current is used to control a solinoid to press the saline solution tube to drop the saline solution. It is noted that the sensor is used to count the numbers of dropped solution which is employed to generate the corresponding clock signal. The generated clock signal is fed to the phase detector circuit to compare its phase with the required signal and will be adjusted to be equal to that desired value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้มีการควบคุมดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน และ ผศ.ดร.จิรสุดา โกษิยาวรณห์ ทั้งให้คำปรึกษา แนะนำทางการดำเนินงานเพื่อให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วง ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการนี้มีความซาบซึ้งในพระคุณอย่างสูง ทางผู้จัดทำโครงการนี้จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำรวมไปถึงกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

นายบรม พงษ์พรรณรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญรูปภาพ	IV
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 แนวคิด	1
1.4 ขอบเขต	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น	2
2.1 กลไกการรีตน่าเกลือ	2
2.1.1 แบบกลไกที่มีลักษณะเหมือนการบีบ	2
2.1.2 แบบกลไกที่มีลักษณะเหมือนการรีด	3
2.2 ระบบเฟสลึอกคู่	4
2.3 MCS-51	5
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
2.3.2 โครงสร้างภายในของ 8051	5
2.4 ขดลวดโซลินอยด์	7
แรงกระทำต่อวัสดุแม่เหล็ก	8
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	9
3.1 อินพุต	9
3.2 คีย์แพด	9
3.3 แอสซีดี	9
3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	10
3.5 วงจรเปรียบเทียบเฟส	13
3.6 วงจรรองความถี่ต่ำผ่าน	13
3.7 วงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	14
3.7.1 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	14
3.7.2 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	14
3.7.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	15
3.8 วงจรขับกระแส	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.9 ขดลวดโซลีนอยด์	17
3.10 วงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	18
3.10.1 วงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	18
3.10.2 วงจรคิฟเฟอเรนซีเอเตอร์ในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	18
3.10.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	19
3.10.4 วงจรโมนอสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	19
3.10.5 วงจรท็อกเกิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	20
3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	22
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
4.1 ผลจากวงจร MCS-51	23
4.1.1 ผลที่ได้บนหน้าจอแอลซีดี	23
4.1.2 ผลสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51	26
4.2 ผลของวงจรเปรียบเทียบเฟส	32
4.3 ผลของวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน	33
4.4 ผลของวงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	33
4.5 ผลของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	34
4.6 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	34
4.7 ผลของวงจรขับกระแส	35
4.8 ผลของวงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	35
4.9 ผลของวงจรคิฟเฟอเรนซีเอเตอร์ในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	36
4.10 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	36
4.11 ผลของวงจร โมนา สเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	37
4.12 ผลของวงจรท็อกเกิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	37
4.13 ผลจากการลือคความถี่ระหว่างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 กับ สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมของวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	38
4.14 ผลของวงจรแหล่งจ่ายไฟ	43
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล	47
5.1 บทวิจารณ์	47
5.2 สรุปผล	47
ภาคผนวก	48
กิตติกรรมประกาศ	60
หนังสืออ้างอิง	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 กลไกการรีดสรละลายแบบปั๊ม	2
รูปที่ 2.2 กลไกการรีดลักษณะแบบดินตะขาบ	3
รูปที่ 2.3 กลไกการรีดลักษณะแบบวงกลม	3
รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมระบบ เฟสล็คคูลูป	4
รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายใน MCS-51	6
รูปที่ 2.6 การจัดวางขา MCS-51	7
รูปที่ 2.7 ทิศทางของกระแสไฟฟ้าในขดลวด กับทิศสนามแม่เหล็กในแนวภาพตัดขวาง	7
รูปที่ 2.8 กฏสกรูของแมกซ์เวลล์	8
รูปที่ 2.9 ทิศกระแสไฟฟ้ากับ สนามแม่เหล็กโดยกฎมือขวา	8
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องหยคน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบ เฟสล็คคูลูป	9
รูปที่ 3.2 คีย์แพด	9
รูปที่ 3.3 หน้าจอแอลซีดี	9
รูปที่ 3.4 ไอซี AT89C51	10
รูปที่ 3.5 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมให้มีความถี่ต่างๆ โดยใช้ MCS-51 ควบคุมการทำงาน	10
รูปที่ 3.6 โพลวัชอาร์คการทำงานโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมความถี่ของหยคน้ำเกลือ	12
รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างของไอซีเบอร์ DM 7486	13
รูปที่ 3.8 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	13
รูปที่ 3.9 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	14
รูปที่ 3.10 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	15
รูปที่ 3.11 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	15
รูปที่ 3.12 วงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	16
รูปที่ 3.13 วงจรขับกระแส	17
รูปที่ 3.14 วงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	18
รูปที่ 3.15 วงจรดีฟเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	18
รูปที่ 3.16 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	19
รูปที่ 3.17 วงจรโมโนสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	19
รูปที่ 3.18 วงจรที่อกเกิดในวงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	19
รูปที่ 3.19 วงจรตรวจจับหยคน้ำเกลือ	20
รูปที่ 3.20 วงจรรวมของเครื่องหยคน้ำเกลือเครื่องหยคน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็คคูลูป	21
รูปที่ 3.21 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +15V ,+12V ,-15V ,-12V และ +5V	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “Select number_”	23
รูปที่ 4.2 แสดงผลหน้าจอแอลซีดีคำว่า “Select number0_”	23
รูปที่ 4.3 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “*=Begin,#=Renew_”	24
รูปที่ 4.4 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “*=Begin,#=Renew*_”	24
รูปที่ 4.5 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “Push # to set_”	25
รูปที่ 4.6 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “Push # to set#_”	25
รูปที่ 4.7 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “*=Begin,#=Renew#_”	26
รูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51เมื่อกดหมายเลข 0	26
รูปที่ 4.9 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก จาก MCS-51เมื่อกดหมายเลข 1	27
รูปที่ 4.10 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 2	27
รูปที่ 4.11 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 3	28
รูปที่ 4.12 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 4	28
รูปที่ 4.13 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 5	29
รูปที่ 4.14 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 6	29
รูปที่ 4.15 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 7	30
รูปที่ 4.16 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 8	30
รูปที่ 4.17 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 9	31
รูปที่ 4.18 ผลของวงจรเปรียบเทียบเฟสขณะที่ความถี่ในการหยดน้ำเกลือยังไม่ลืดอกความถี่	32
รูปที่ 4.19 ผลของวงจรเปรียบเทียบเฟสขณะที่หยดน้ำเกลือลืดอกความถี่ที่ 158.7 mHz	32
รูปที่ 4.20 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน	33
รูปที่ 4.21 ผลของวงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	33
รูปที่ 4.22 ผลของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	34
รูปที่ 4.23 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์	34
รูปที่ 4.24 ผลจากวงจรขับกระแส	35
รูปที่ 4.25 แสดงผลของวงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	35
รูปที่ 4.26 แสดงผลของวงจรดิเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	36
รูปที่ 4.27 แสดงผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	36
รูปที่ 4.28 แสดงผลของวงจร โมโนสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	37
รูปที่ 4.29 ผลของวงจรที่อ็อกเกิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ	37
รูปที่ 4.30 ผลการลืดอกความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 83.77 mHz	38
รูปที่ 4.31 ผลการลืดอกความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 91.27 mHz	38
รูปที่ 4.32 ผลการลืดอกความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 99.92 mHz	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.33 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 108.1 mHz	39
รูปที่ 4.34 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 116.0 mHz	40
รูปที่ 4.35 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 125.9 mHz	40
รูปที่ 4.36 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 132.8 mHz	41
รูปที่ 4.37 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 141.0 mHz	41
รูปที่ 4.38 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 149.4mHz	42
รูปที่ 4.39 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 158.7 mHz	42
รูปที่ 4.40 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +15V	43
รูปที่ 4.41 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +12V	43
รูปที่ 4.42 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +5V	44
รูปที่ 4.43 แสดงผลที่วัดแหล่งจ่ายไฟ -15V	44
รูปที่ 4.44 แสดงผลที่วัดแหล่งจ่ายไฟ -12V	45
รูปที่ 4.45 แสดงชิ้นงานขณะอยู่ในกล่อง	45
รูปที่ 4.46 แสดงชิ้นงานเมื่อถอดฝากล่องออก	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงความหมายของหมายเลขแต่ละหมายเลขแทนความถี่ของหยด น้ำเกลือและความถี่ของสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51	11
ตารางที่ 3.2 แสดงผลการทำงานของ DM 7486	13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ทางการแพทย์ในการให้น้ำเกลือนั้นยังมีปัญหาให้พบกันบ่อยๆ นั่นก็คือปริมาณของน้ำเกลือที่ให้กับผู้ป่วย จะมีปริมาณแบบคาดคะเนจำนวนหยดน้ำเกลือต่อนาที โดยปรับจากแถบบังคับการหยดน้ำเกลือจะไม่ละเอียด ซึ่งในบางโรงพยาบาลก็มีการนำเข้าเครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้งานเพื่อแก้ปัญหาแต่ราคาค่อนข้างแพง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โครงการนี้จึงได้นำเสนอเครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมแบบอัตโนมัติที่มีราคาถูก โดยอาศัยทฤษฎีทางโทรคมนาคม ก็คือระบบเฟสล็อกคูลูป(Phase Lock Loop) นำมาใช้ควบคุมความถี่ของหยดน้ำเกลือ โดยเครื่องหยดน้ำเกลือนี้นี้จะมีคุณสมบัติคือสามารถควบคุมให้หยดน้ำเกลือมีความถี่ในการหยดที่คงที่ตามที่เรากำหนดแบบอัตโนมัติ อันจะทำให้การดูแลรักษาผู้ป่วยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสร้างเครื่องหยดน้ำเกลือที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถควบคุมการทำงานเครื่องหยดน้ำเกลือได้อย่างแม่นยำและมีราคาถูก
2. สามารถนำเอาทฤษฎีทางโทรคมนาคมที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ปรับปรุงเข้ากับทางการแพทย์

#### 1.3 แนวคิด

เนื่องจากการใช้งานเครื่องหยดน้ำเกลืออัตโนมัติ นั้น ต้องมีการตรวจจับปริมาณการหยดแล้วปรับการหยดให้เป็นไปตามต้องการอยู่เสมอๆ ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ใช้ระบบเฟสล็อกคูลูปมาควบคุมความถี่ของหยดน้ำเกลือ โดยอาศัยการตรวจจับหยดน้ำเกลือที่กระเปาะ แล้วป้อนกลับเพื่อปรับให้ความถี่นี้เป็นไปตามต้องการ

#### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

เนื่องจากในโครงการนี้พัฒนานำระบบแอนะล็อกเข้ามาใช้งานในเครื่องหยดน้ำเกลือ ซึ่งค่อนข้างจะควบคุมการทำงานได้ยาก ดังนั้นจุดมุ่งหมายเบื้องต้นของโครงการ คือต้องการควบคุมให้หยดน้ำเกลือหยดได้ตามต้องการ แล้วสามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ในการหยดได้ โดยสั่งงานจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

## บทที่ 2

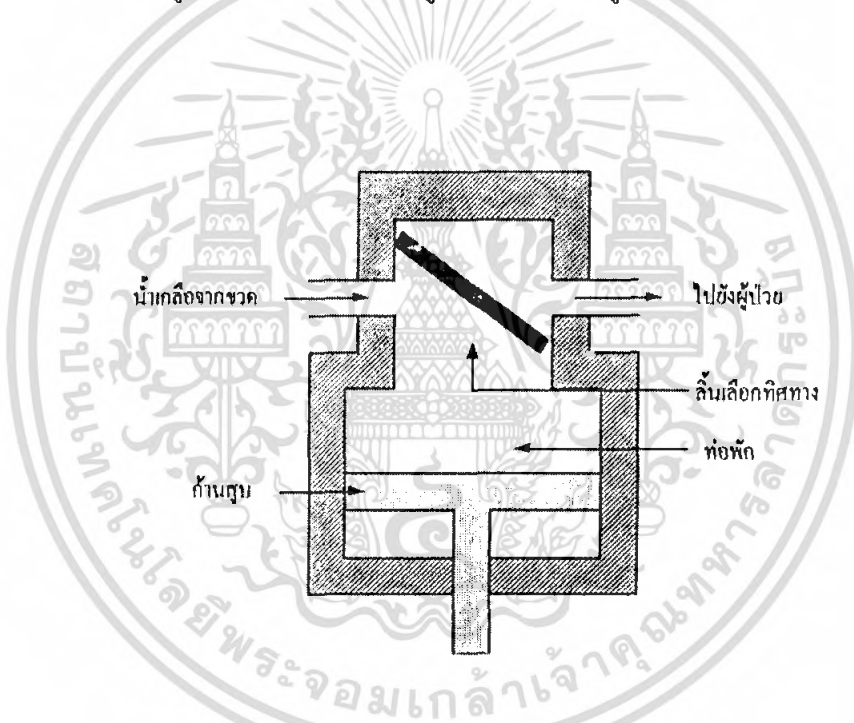
### ทฤษฎีเบื้องต้น

เครื่องหยดน้ำเกลือทั่วไปตามโรงพยาบาลนั้นจะมีทั้งที่เป็นแบบควบคุมอัตโนมัติโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และแบบควบคุมการหยดโดยบุคคล อย่างไรก็ตามหลักการสำคัญของทั้งระบบควบคุมโดยอิเล็กทรอนิกส์และควบคุมโดยบุคคลก็คือ ส่วนกลไกการควบคุมการหยดซึ่งจะมี 2 วิธีใหญ่ๆดังนี้

#### 2.1 กลไกการรีดน้ำเกลือ

##### 2.1.1 แบบกลไกที่มีลักษณะเหมือนการปั๊ม

กลไกในการให้น้ำเกลือลักษณะนี้จะคล้ายกับการปั๊มน้ำซึ่งจะสูบน้ำจากแหล่งจ่ายน้ำไปเก็บไว้ยังที่พัก แล้วจ่ายออกไปให้ผู้ใช้ในยามต้องการ โดยรูปแสดงกลไกดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงกลไกการรีดสารละลายแบบปั๊ม

เมื่อเริ่มต้นทำงาน น้ำเกลือจะถูกสูบเก็บไว้ยังท่อพักน้ำจนเต็ม โดยมีลิ้นเลือกทิศทางปิดกั้นไม่ให้น้ำเกลือไหลออกไปให้ผู้ป่วย จากนั้นเมื่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์สั่งงานให้ปล่อยน้ำเกลือ ก็จะมีการปรับทิศทางของลิ้นให้เปิดช่องทางไปให้ผู้ป่วยและปิดช่องน้ำเกลือจากขวด โดยสามารถกำหนดความเร็ว น้ำเกลือได้จากแรงดันที่ดันก้านสูบ โดยแรงดันจะแปรผันตามความเร็วในการหยดของหยดน้ำเกลือที่ทางการแพทย์หรือพยาบาลตั้งไว้ในตอนต้น เมื่อน้ำเกลือหมดจากท่อก็จะมีกระบวนการสูบน้ำเกลือเข้ามายังท่อพักใหม่อีกครั้งจนเต็ม โดยลิ้นก็สลับเปลี่ยนทิศทางอีกครั้ง และก็จะทำเช่นนี้เรื่อยไป

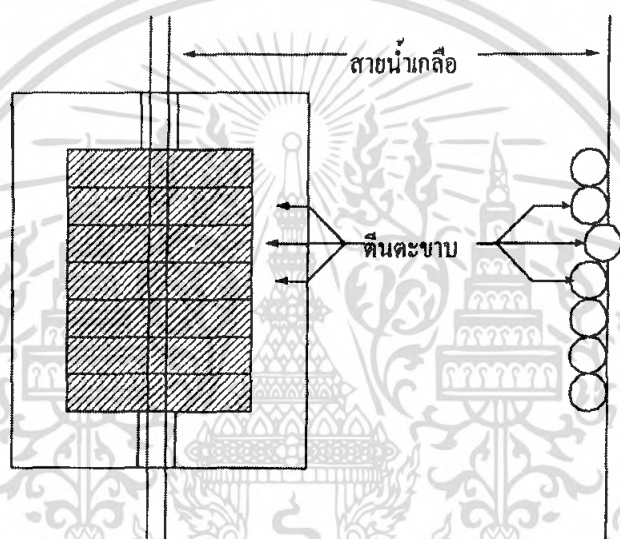
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2 แบบกลไกที่มีลักษณะเหมือนการรีด

กลไกที่มีลักษณะเหมือนการรีดนั้นจะแบ่งออกมาได้ คือการรีดแบบดินตะขบ และแบบวงกลม

#### - กลไกการรีดแบบดินตะขบ

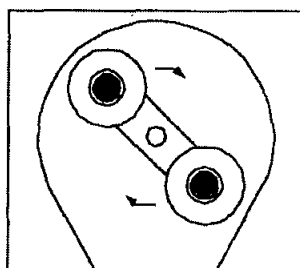
เป็นการรีดที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะมีความสะดวกในการใช้งานที่สุด หลักการทำงานของกลไกนี้คือ ดินตะขบแต่ละอันที่วางเรียงกันเป็นหน้ากระดานนั้น จะเคลื่อนตัวมากดทับในลักษณะผลัดกันกดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคล้ายล้อที่ค่อยๆ เคลื่อนกดทับสายน้ำเกลือลงมา ทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดปริมาณการหยดของน้ำเกลือออกมาตามต้องการ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงกลไกการรีดลักษณะแบบดินตะขบ

#### - กลไกการรีดแบบวงกลม

เป็นชุดที่มีโครงสร้างการรีดแบบวงกลม โดยหลักการทำงานคือ ล้อใดล้อหนึ่งจะกดทับสายน้ำเกลือตลอดเวลา น้ำเกลือจะไหลผ่านไปยังผู้ป่วยได้ก็ต่อเมื่อแกนรีดนี้หมุนไปเท่านั้น ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงกลไกการรีดลักษณะแบบวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

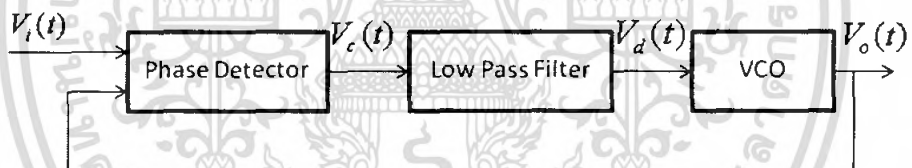
ในโครงการนี้ได้ประยุกต์ทฤษฎีทางโทรคมนาคมมาใช้สร้างเครื่องหยดน้ำเกลือ นั่นก็คือ ระบบเฟสล็อกคูล

## 2.2 ระบบเฟสล็อกคูล

ระบบเฟสล็อกคูล คือระบบที่มีการลอคความถี่ มีผลให้ความถี่ที่ด้านเอาต์พุตเท่ากับความถี่ที่ด้านอินพุต โดยระบบเฟสล็อกคูลอาศัยการป้อนกลับ ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2.4

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบเฟสล็อกคูลนั้นประกอบไปด้วย

1. วงจรเปรียบเทียบเฟส(Phase Detector) เป็นวงจรที่ใช้ตรวจจับความต่างเฟสและความถี่ของสัญญาณอินพุต 2 สัญญาณ ซึ่งอินพุตอันหนึ่งคือ อินพุตจากภายนอกป้อนเข้ามาและอินพุตอีกอันหนึ่งคือสัญญาณจากวีซีโอ(VCO) ที่ป้อนกลับมายังวงจรเปรียบเทียบเฟส วงจรเปรียบเทียบเฟสทำการหาผลต่างเฟสแล้วป้อนไปยังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน(Low Pass Filter)
2. วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน เป็นวงจรที่ใช้กำจัดสัญญาณกระแสไฟสลับที่ป้อนออกมาจากวงจรเปรียบเทียบเฟส ให้เหลือแต่สัญญาณกระแสไฟตรงนำไปควบคุม วีซีโอ
3. วีซีโอ วงจรนี้จะผลิตสัญญาณที่มีความถี่ออกมา ขึ้นอยู่กับไฟตรงที่ป้อนให้ แล้วจะสร้างสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ ป้อนกลับไปยังวงจรเปรียบเทียบเฟสต่อไป



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมระบบเฟสล็อกคูล

### หลักการการทำงานของระบบเฟสล็อกคูล

ในตอนเริ่มต้น ขณะที่ยังไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามาในระบบเฟสล็อกคูล แรงดันที่ควบคุมวีซีโอ จะทำงานอย่างอิสระ และให้ความถี่  $f_0$  มาค่าหนึ่งเรียกความถี่  $f_0$  นี้ว่า ความถี่อิสระ(Free Running Frequency)

หากมีสัญญาณอินพุต  $V_i(t)$  ป้อนเข้าไปในวงจรเปรียบเทียบเฟส จะทำการเปรียบเทียบเฟสและความถี่ของสัญญาณอินพุตกับสัญญาณที่ออกมาจากวีซีโอ  $V_o(t)$  จากนั้นวงจรเปรียบเทียบเฟส จะผลิตแรงดัน  $V_c(t)$  ออกมาโดยจะมีความสัมพันธ์กับความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสอง แรงดันตัวนี้จะถูกกรองโดยวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ได้แรงดัน  $V_d(t)$  แล้วส่งต่อไปยังวงจรวีซีโอ ในการนี้แรงดัน  $V_d(t)$  จะไปบังคับวีซีโอ ให้ผลิตสัญญาณที่มีผลต่างทางความถี่ระหว่าง สัญญาณ  $V_o(t)$  กับสัญญาณอินพุตที่เข้ามาให้ไปในทิศทางที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถอธิบายระบบเฟสล็อกคูลูปให้เข้าใจง่ายคือ เมื่อเริ่มระบบจะทำงานอย่างอิสระโดย วิธีโอ จะสร้างสัญญาณที่มีความถี่หนึ่งๆ หากมีสัญญาณที่มีความถี่อื่นพุดเข้ามาในระบบเฟสล็อกคูลูป ระบบเฟสล็อกคูลูปก็จะพยายามตรวจจับความถี่นั้น ช่วงความถี่ตรวจจับนั้นเรียกว่า ช่วงตรวจจับ(Capture Range) และเมื่อระบบเฟสล็อกคูลูปตรวจจับได้แล้วก็จะตรวจจับตลอดเวลาที่มีสัญญาณอินพุต เรียกช่วงนี้ว่า ช่วงล็อก (Lock Range) ซึ่งโดยปกติแล้วช่วงล็อกจะกว้างกว่าช่วงตรวจจับ เมื่อเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณอินพุต ระบบจะยังคงรักษาสภาพการล็อกทางความถี่ ขอบเขตในการล็อกทางความถี่ขึ้นอยู่กับวิธีโอจะสร้างสัญญาณให้มีความถี่ได้เหมือนสัญญาณอินพุตหรือไม่

ในโครงการนี้จะดัดแปลงส่วนวงจรวิธีโอของระบบเฟสล็อกคูลูป โดยปกติวงจรวิธีโอจะใช้ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมการสร้างสัญญาณความถี่ต่างๆ ดังนั้นจึงดัดแปลงไฟฟ้ากระแสตรงมาควบคุมการบีบสายน้ำเกลือ จะพบว่าที่กระเปาะน้ำเกลือมีความถี่ในการหยดต่างๆกัน ขึ้นอยู่กับไฟฟ้ากระแสตรงที่ควบคุมการบีบสายน้ำเกลือ เมื่อใช้วงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ ตรวจจับการหยดน้ำเกลือที่กระเปาะน้ำเกลือจะได้สัญญาณที่มีความถี่นำมาใช้ในระบบเฟสล็อกคูลูป ดังนั้นเมื่อทำการควบคุมความถี่ในการหยดน้ำเกลือให้ใช้ทางการแพทย์ได้ โดยการสร้างสัญญาณที่มีความถี่เท่ากับความถี่ในการหยดทางการแพทย์อินพุตเข้าไปในระบบเฟสล็อกคูลูปนี้

## 2.3 MCS-51

### 2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5V ชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031 ส่วนในเบอร์ 8032 ไม่มีหน่วยความจำ และในเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับ 8052 มีถึง 256 ไบต์
4. มีหน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมและข้อมูล แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. คำสั่งที่ใช้ ใช้เวลาน้อยสุดประมาณ 1 $\mu$ S เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 MHz
6. มี ไทมเมอร์/เคาน์เตอร์(Timer/Counter) ขนาด 16 บิต 2 ชุด
7. รับอินเตอร์รัพ(Interrupt) ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์
8. มีพอร์ตสำหรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ต ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกันได้ (Full Duplex) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด
9. มีคำสั่งในการทำ แอนด์(AND), ออร์(OR) หรือ คอมพลีเมนต์(COMPLEMENT) ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

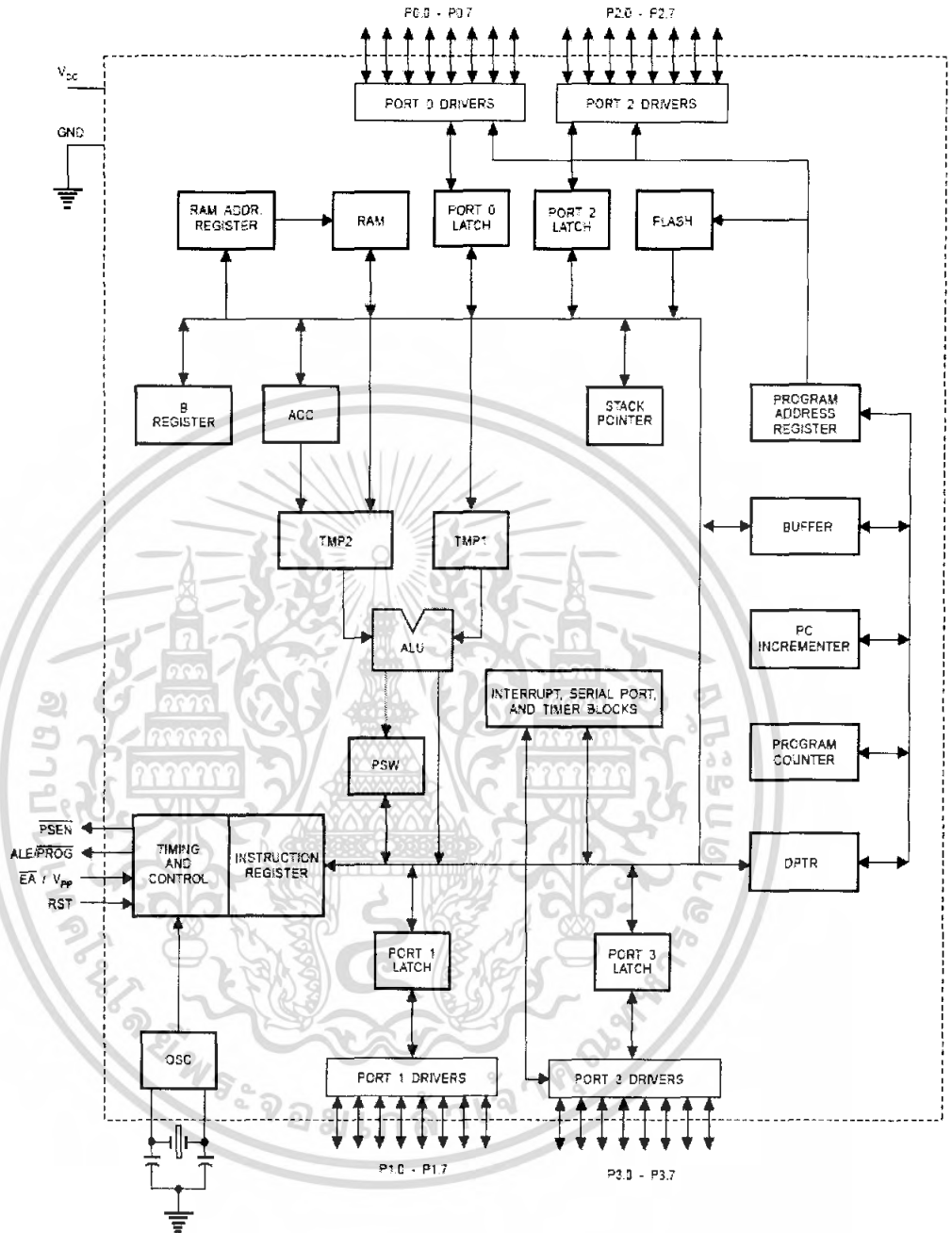
### 2.3.2 โครงสร้างภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ เอ็นมอส(NMOS) และ ซิมอส(CMOS) โครงสร้าง

ภายในสำหรับเบอร์ 8051 แสดงดังรูปที่ 2.5 และการจัดวางขา ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

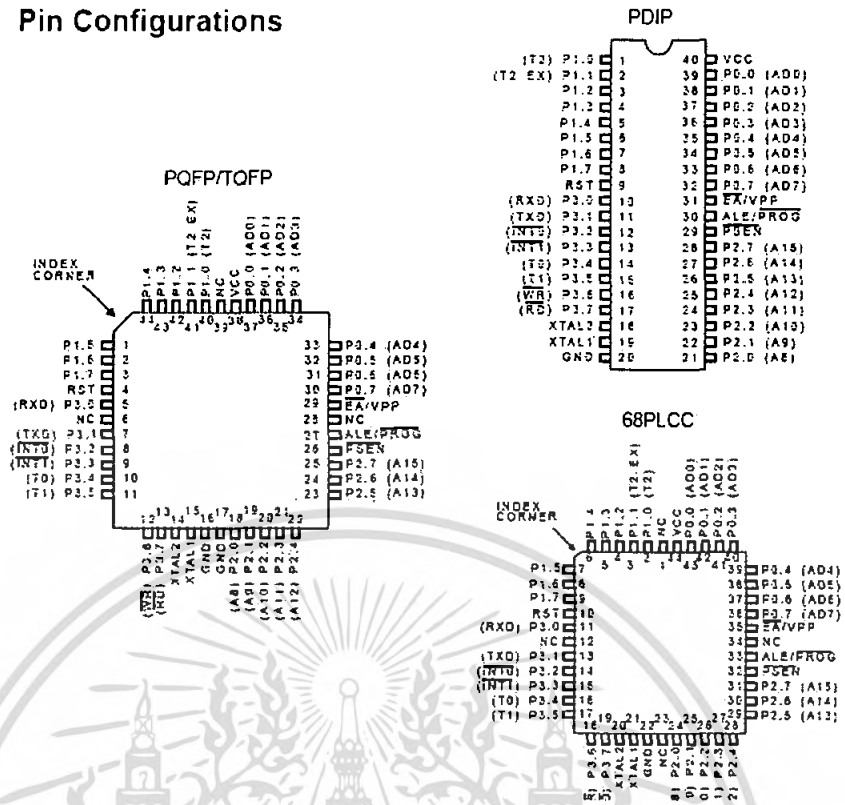
## Block Diagram



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายใน MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Pin Configurations



รูปที่ 2.6 การจัดวางขา MCS-51

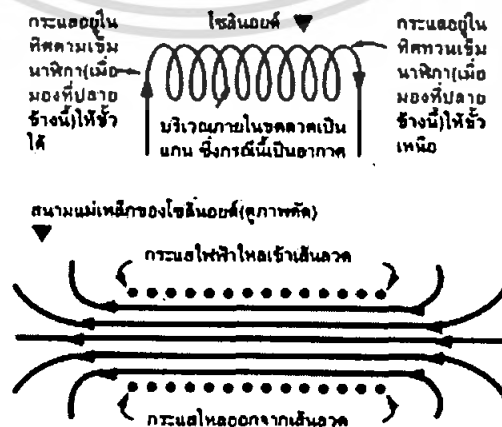
#### 2.4 ขดลวดโซลินอยด์(Solenoind)

ขดลวด (Coil) หมายถึง ขดลวดหลายๆ ขดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้โดยใช้เส้นลวดพันรอบวัตถุที่เป็นแกน ตัวอย่างเช่น ขดลวดแบน(Flat coil or plane coil) และ โซลินอยด์

ขดลวดแบน เป็นขดลวดที่มีความขาวน้อยเมื่อเทียบกับเส้นผ่าศูนย์กลาง

โซลินอยด์ เป็นขดลวดที่มีความขาวมากเมื่อเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลาง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากโซลินอยด์คล้ายกับแท่งแม่เหล็ก ตำแหน่งของขั้วขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้า

แกน(Core) เป็นวัตถุที่ใช้เป็นแกนของขดลวด โดยจะเหนี่ยวนำให้แกนเป็นแม่เหล็กชั่วคราว ซึ่งรูปที่2.7 แสดงทิศของกระแสไฟฟ้าและทิศทางสนามแม่เหล็กในขดลวด



รูปที่ 2.7 แสดงทิศทางของกระแสไฟฟ้าในขดลวด กับทิศสนามแม่เหล็กในแนวภาพตัดขวาง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎสกรูของแมกซ์เวลล์ กล่าวว่า ทิศของสนามแม่เหล็กรอบๆ เส้นลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะอยู่ในทิศสกรูหมุน เมื่อขันสกรูเข้าไปตามทิศของกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงกฎสกรูของแมกซ์เวลล์

กฎมือขวา (Right-hand grip rule) กล่าวว่า ทิศของสนามแม่เหล็กรอบเส้นลวดอยู่ในแนวนี้มือขวาที่กำรอบเส้นลวด โดยที่นิ้วหัวแม่มือชี้ไปตามทิศของกระแสในเส้นลวด ดังรูปที่ 2.9



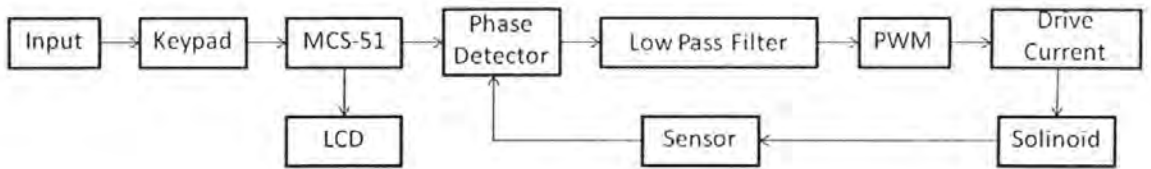
รูปที่ 2.9 แสดงทิศกระแสไฟฟ้ากับ สนามแม่เหล็กโดยกฎมือขวา

#### แรงกระทำต่อวัสดุแม่เหล็ก (Force on Magnetic Materials)

แรงสนามแม่เหล็กเกิดจาก เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดที่พันกับแท่งโลหะอยู่ โดยแท่งดังกล่าวนี้ จะทำหน้าที่เสมือนเป็นแม่เหล็กชั่วคราว แรงดังกล่าวมาจากสนามแม่เหล็กของขดลวด โดยที่แรงกระทำต่อชิ้นของวัสดุแม่เหล็กมีประโยชน์มากต่อการอธิบายการทำงานในระบบเครื่องกลไฟฟ้า เช่น แม่เหล็กไฟฟ้า, รีเลย์, เครื่องกลที่มีการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง



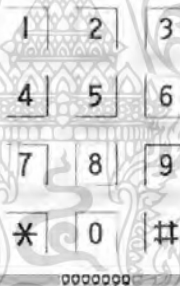
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องหยดน้ำเกลือที่ควบคุมโดยระบบเฟสล็อกคูลูป ซึ่งจากรูปที่ 3.1 จะอธิบายในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

#### 3.1 อินพุต(Input)

อินพุตในที่นี้คือปริมาณความถี่หยดน้ำเกลือที่ต้องการ โดยมีหน่วยเป็น จำนวนหยดต่ออนาที

#### 3.2 คีย์แพด(Keypad)

เป็นส่วนที่กดสั่งการความถี่หยดน้ำเกลือที่เราต้องการ แสดงคีย์แพด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 คีย์แพด

#### 3.3 หน้าจอแอลซีดี(LCD)

เป็นหน้าจอที่ใช้แสดงผล การกดค่าปริมาณหยดน้ำเกลือจากคีย์แพด และ ขั้นตอนในการใช้งาน เพื่อให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมให้มีความถี่ ตามที่ต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

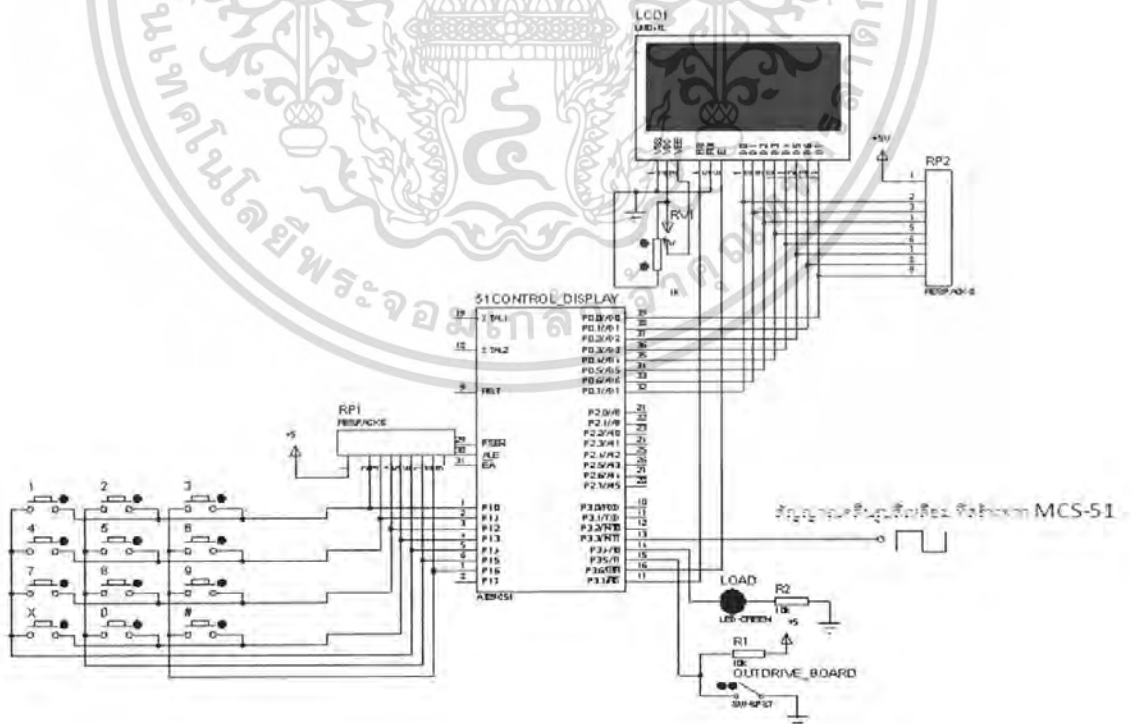
### 3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ทำหน้าที่ประมวลผลจากคีย์แปด แล้วแสดงผลการทำงานทางหน้าจอแอลซีดี และสร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อนำไปป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบเฟสของระบบเฟสล็อกคูล โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เบอร์ AT89C51 ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงไอซี AT89C51

จากอุปกรณ์ในรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4 นำมาต่อวงจร ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ต่างๆ โดยใช้ MCS-51 ความคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์จากระบบนี้ การนำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การใช้งาน MCS-51 ในโครงงานนี้

ในโครงงานนี้ได้เขียนโปรแกรมระบุหมายเลขแต่ละหมายเลขแทนความถี่ในการหยุด และสร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ ( $f_{MCS-51}$ ) ดังสูตรนี้

$$f_{MCS-51} = \frac{A}{60 \times 2} \text{ Hz}$$

เมื่อ  $A$  = ความถี่หยคน้ำเกลือที่ใช้ทางการแพทย์(หยุด/นาที)

นำค่า  $A$ หาร  $60 \times 2$  เพราะต้องแปลงหน่วยให้เป็นวินาทีและเนื่องจากวงจรตรวจจับหยุดน้ำเกลือต้องมีหยคน้ำเกลือ 2 หยดจึงจะทำให้เกิดสัญญาณสี่เหลี่ยมขึ้นมา 1 ลูกสัญญาณ

ตารางที่ 3.1 แสดงความหมายของหมายเลขแต่ละหมายเลขแทนความถี่ของหยคน้ำเกลือ และความถี่ของสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51 ดังตารางนี้

หมายเลข	ความถี่หยคน้ำเกลือ(หยุด/นาที)	ความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมจาก MCS-51(mHz)
0	10	83.77
1	11	91.27
2	12	99.92
3	13	108.1
4	14	116.0
5	15	125.9
6	16	132.8
7	17	141.0
8	18	149.4
9	19	158.7

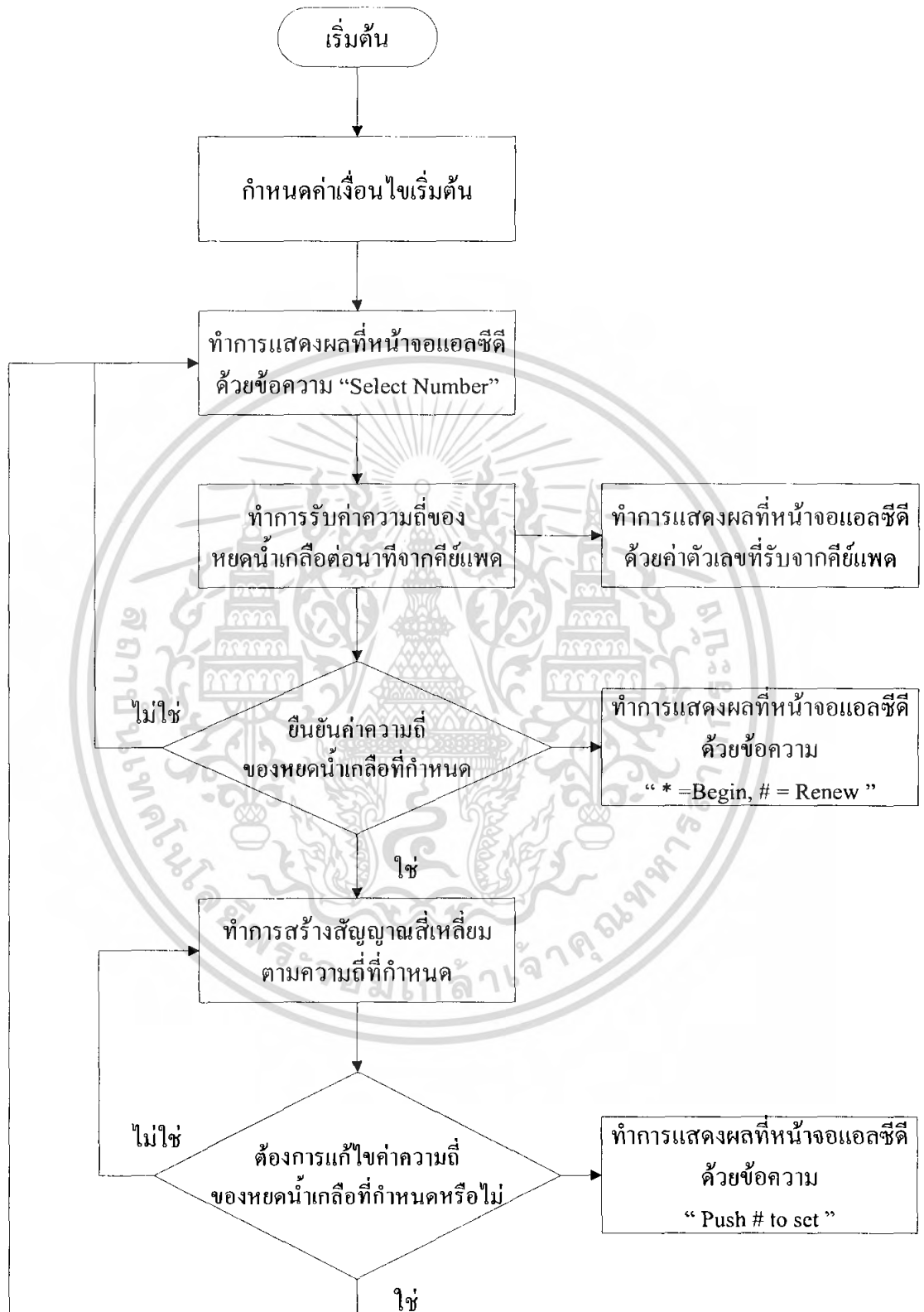
เมื่อต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 หน้าจอแอลซีดี จะแสดงผลคำว่า “Select Number\_” เพื่อให้กดค่าหมายเลข 0 ถึง 9 โดยในแต่ละหมายเลข ก็จะได้สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ต่างๆกัน เพื่อนำไปเป็นอินพุตในระบบเฟสล็อกคูลูป

เมื่อกดหมายเลขต่างๆนี้แล้ว ที่หน้าจอแอลซีดีจะแสดงผลคำว่า “\*=Begin,#=Renew\_” หมายความว่า ถ้าต้องการยืนยันหมายเลขนั้นๆ ให้ทำงานต่อให้กด “\*” แต่ถ้าต้องการแก้ไขเป็นหมายเลขอื่น ก็กด “#”

กรณีกด “\*” หน้าจอแอลซีดีจะแสดงผลคำว่า “Push # to set\_” หมายความว่า หากต้องการตั้งค่าใหม่ ก็กด “#” ซึ่งในขณะที่มีสัญญาณปล่อยออกมาที่ พอร์ต3.3 แล้วถ้าหากกด “#” ก็จะขึ้น “Select Number\_” ให้กดหมายเลขใหม่เหมือนตอนเริ่มต้น

กรณีกด “#” จะขึ้นหน้าจอว่า “Select Number\_” ให้ใส่หมายเลขใหม่เหมือนตอนเริ่มต้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสรุปเป็นโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.6

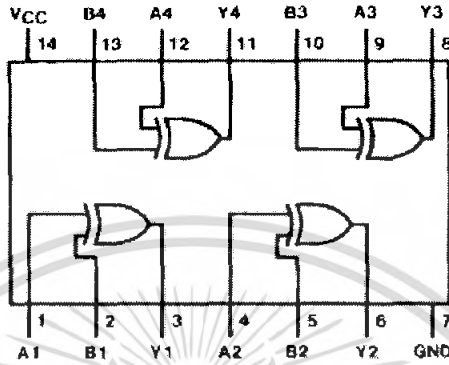


รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมความถี่ของหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรเปรียบเทียบเฟส

เป็นส่วนหนึ่งของระบบเฟสล็อกคูลูป ทำหน้าที่เปรียบเทียบเฟส โดยในโครงงานนี้การเปรียบเทียบเฟสจะเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ดังนั้นความต่างเฟสได้ผล 2 อย่างคือ สัญญาณไฟบวก และไม่มีสัญญาณไฟ โดยทั่วไปการเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจะใช้ เอ็กซ์คูซิฟออร์(EX-OR) ดังนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบเฟสเป็นไอซีเบอร์ DM 7486 ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างของไอซีเบอร์ DM 7486

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการทำงานของ DM 7486

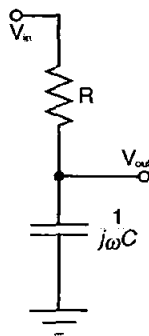
$$Y = A \oplus B$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

( L=สัญญาณไฟฟ้าต่ำ, H=สัญญาณไฟฟ้าสูง )

3.6 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

ประกอบด้วย ตัวต้านทาน(Resister : R) และ ตัวเก็บประจุ(Capacity : C) วงจรนี้ทำหน้าที่กรองสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบเฟส ได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงออกมา โดยต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความถี่ตัดของวงจร ( $f_c$ ) สามารถคำนวณได้จากสูตรนี้

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

เนื่องจากสัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรตรงความถี่ต่ำผ่าน มีความถี่ที่ต่ำมากๆ จึงต้องใช้ตัวต้านทานที่มี ค่าความต้านทานสูงๆ และใช้ตัวเก็บประจุที่มี ค่าความเก็บประจุสูงๆเช่นกัน

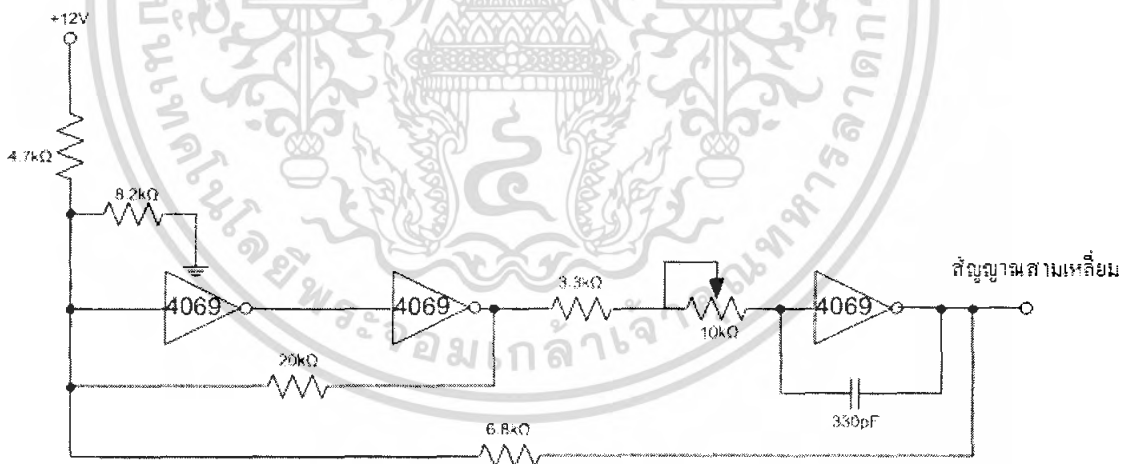
### 3.7 วงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์(Pulse Width Modulation : PWM)

เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 6 W ในการเหนี่ยวนำ จึงต้องมี วงจรขับกระแส(Drive Current) ให้กับขดลวดโซลินอยด์ ซึ่งในวงจรขับกระแสต้องอาศัยการควบคุม กระแสจากวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

ในส่วนวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์ประกอบด้วย วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยม วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส(Non-Inverting Amplifier) และ วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ(Comparator) อธิบายดังนี้

#### 3.7.1 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

เมื่อต่อวงจรดังรูปที่ 3.9 จะได้สัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมออกมา



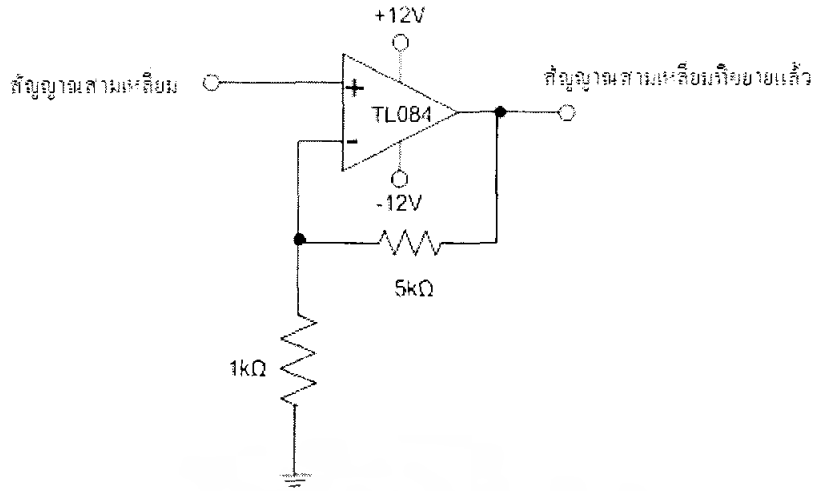
รูปที่ 3.9 วงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

สัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมที่สร้างได้นี้ จะมีระดับสัญญาณต่ำ จึงต้องขยายสัญญาณให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.10

#### 3.7.2 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

เนื่องจากสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมจากวงจรที่ต่อในรูปที่ 3.9 นั้นมีระดับสัญญาณที่ต่ำจึงต้อง ขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้น โดยต่อเข้ากับวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



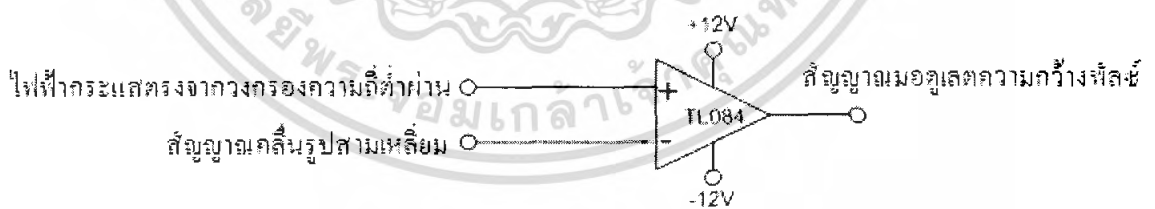
รูปที่ 3.10 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

$$\begin{aligned}
 Gain &= 1 + \frac{R_f}{R_i} \\
 &= 1 + \frac{5}{1} \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

จะได้ค่าการขยาย 6 เท่า

### 3.7.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

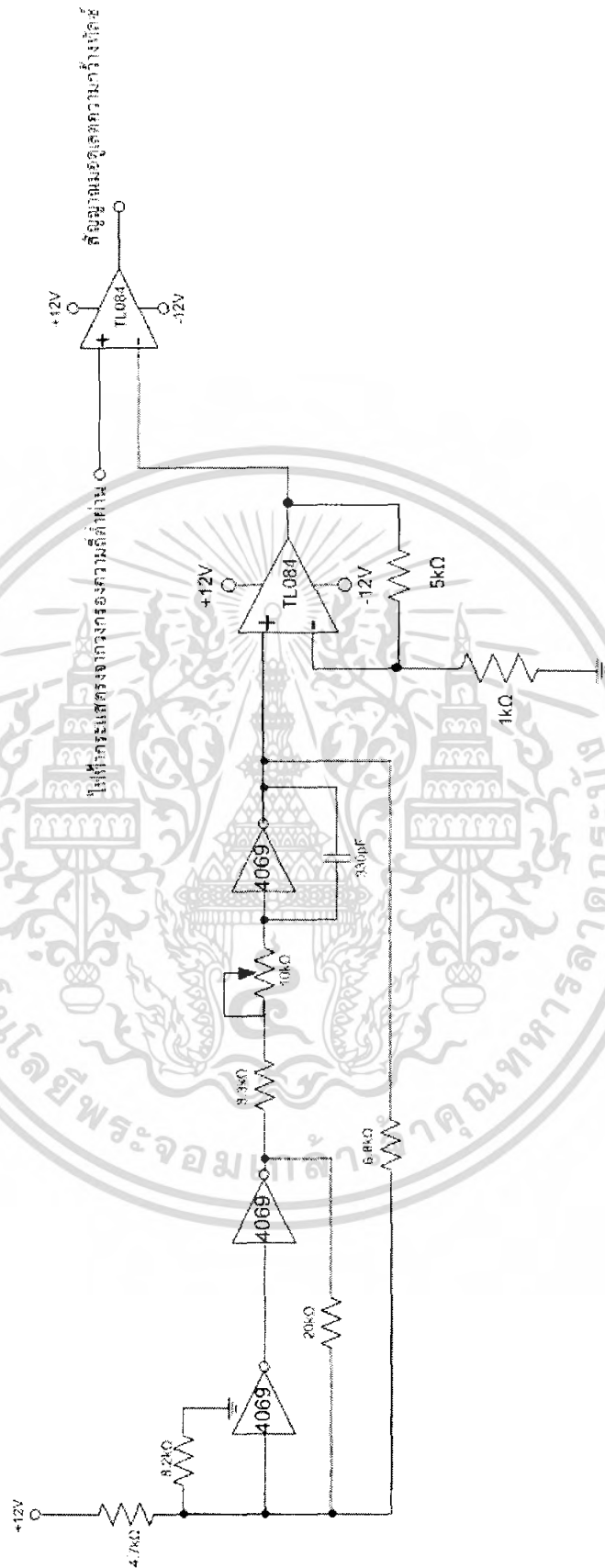
วงจรนี้จะทำการเปรียบเทียบสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสแล้ว กับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงจากวงจรรองความถี่ต่ำผ่านเป็นสัญญาณอ้างอิง ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

จากวงจรในรูปที่ 3.9, 3.10 และ 3.11 ต่อยรวมกันเป็นวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์ แสดงดังรูปที่ 3.12 จะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์เพื่อนำไปป้อนในวงจรขับกระแสต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

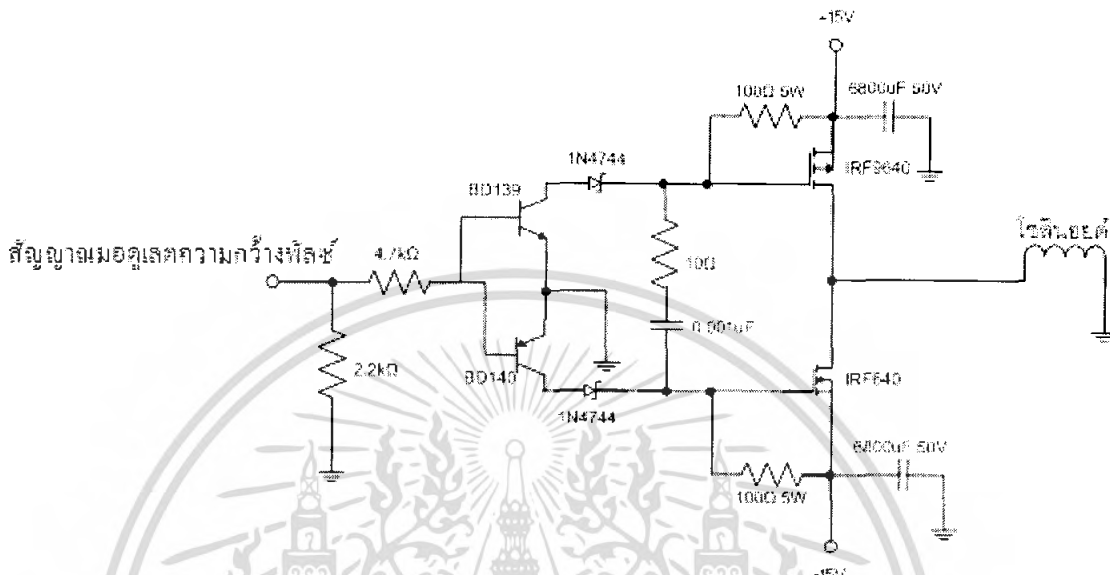


รูปที่ 3.12 วงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 วงจรขับกระแส

ในส่วนวงจรขับกระแส ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.13 เมื่อป้อนสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์เข้ามาแล้วจะได้เอาต์พุต เอาต์พุตนี้จะขับกระแสออกมาเหนี่ยวนำขดลวด โซลินอยด์



รูปที่ 3.13 วงจรขับกระแส

3.9 ขดลวดโซลินอยด์

ทำหน้าที่รับกระแสไฟเพื่อเหนี่ยวนำแท่งเหล็กให้กดทับสายยางด้วยแรงต่างๆ สร้างโดยนำแกนทรงกระบอกกรวงมาพันด้วยทองแดงขนาด 32 พันเป็นขดๆทั้งหมด 2,800 รอบจากนั้นนำปลายทองแดงทั้ง 2 ขั้วต่อเข้ากับวงจรขับกระแสในรูปที่ 3.12 แล้วนำแท่งเหล็ก ที่สามารถสวมลงไปในแกนทรงกระบอกกรวงที่พันด้วยทองแดงแล้วได้ โดยแท่งเหล็กจะใช้งานคู่กับแม่เหล็กที่วางไว้อีกฝั่ง เมื่อใช้งานแท่งเหล็กจะถูกแรงจากแม่เหล็กดึงดูดให้กดทับสายน้ำเกลือ ขณะที่กดทับสายน้ำเกลืออยู่นี้ก็จะเกิดการหยดน้ำเกลือความถี่หนึ่งๆ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านที่ขดลวดโซลินอยด์ บริเวณนี้ก็จะเกิดการเหนี่ยวนำแท่งเหล็กทำงานเป็นแม่เหล็กชั่วคราวโดยกำหนดขั้วขดลวดโซลินอยด์ให้เกิดการเหนี่ยวนำแท่งเหล็กให้มีแรงดันแม่เหล็ก เพื่อลดแรงกดทับของสายน้ำเกลือลง จึงทำให้ความถี่ในการหยดน้ำเกลือเปลี่ยนแปลงโดยจะหยดถี่มากกว่าเดิม จากนั้นก็ตรวจจับความถี่การหยดของน้ำเกลือด้วยวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ(Sensor)

การออกแบบขดลวดทองแดงและจำนวนรอบขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้มีแรงในการเหนี่ยวนำมากน้อยเพียงใด

-ถ้าต้องการออกแบบให้ขดลวดโซลินอยด์มีการเหนี่ยวนำมาก ต้องลดความต้านทานของขดลวด โดยใช้เส้นลวดที่มีขนาดใหญ่และจำนวนรอบที่น้อย

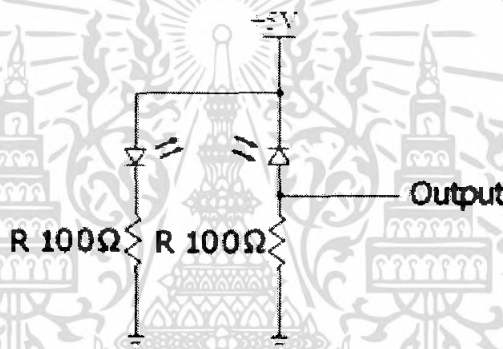
-ถ้าต้องการออกแบบให้ขดลวดโซลินอยด์มีการเหนี่ยวนำน้อย ต้องเพิ่มความต้านทานของขดลวด โดยใช้เส้นลวดที่มีขนาดเล็กและจำนวนรอบที่มาก

### 3.10 วงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

ใช้ตรวจจับความถี่การหยดของน้ำเกลือที่กระเปาะ แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปป้อนกลับที่วงจรเปรียบเทียบเฟสเพื่อเปรียบเทียบเฟสกับสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 โดยในวงจรตรวจจับประกอบไปด้วยวงจรอินฟราเรด(Infrared) วงจรดิฟเฟอเรนเชียล(Differentiator) วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ และวงจรโมโนสเตเบิล(Monostable) อธิบายดังนี้

#### 3.10.1 วงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

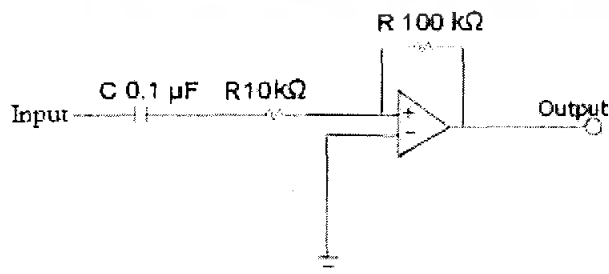
วงจรอินฟราเรดจะประกอบด้วยตัวรับ ตัวส่งอินฟราเรด และตัวต้านทาน แสดงวงจรในรูปที่ 3.14 โดยตัวรับและตัวส่งจะส่งลำแสงและรับลำแสงอินฟราเรดให้กันนำเอากระเปาะหยดน้ำเกลือแทรกระหว่างกลาง วัดสัญญาณที่เอาต์พุตจะได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อหยดน้ำเกลือหยดตัดผ่านลำแสง วัดสัญญาณที่เอาต์พุตจะได้สัญญาณไฟฟ้าที่ลดลงจากเดิม เมื่อหยดน้ำเกลือผ่านลำแสงไปแล้ว วัดสัญญาณที่เอาต์พุตจะได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงดังเดิม



รูปที่ 3.14 วงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

#### 3.10.2 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

วงจรดิฟเฟอเรนเชียลนี้ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน และออปแอมป์(Opamp) แสดงวงจรดังรูปที่ 3.15 จากการตรวจจับหยดน้ำเกลือที่มีความใสจะต้องใช้วงจรที่ตรวจจับได้ไวมาก เนื่องจากวงจรดิฟเฟอเรนเชียลทำหน้าที่คอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่อินพุตเข้ามา เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะสร้างสัญญาณการเปลี่ยนแปลง ในช่วงสั้นๆออกมา

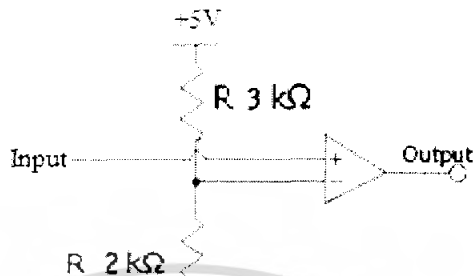


รูปที่ 3.15 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.10.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

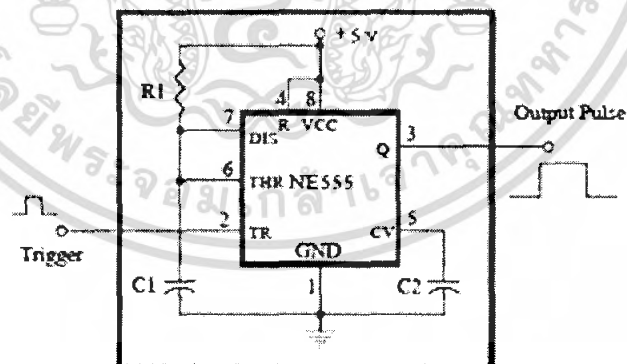
วงจรเปรียบเทียบนี้ประกอบไปด้วยขั้วออปแอมป์ และตัวต้านทาน ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณจาก วงจรดิฟเฟอเรนเชียลและสัญญาณไฟฟ้าอ้างอิง แสดงวงจรในรูปที่ 3.16 จะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณที่มีขอบขาขึ้นและขอบขาลงชัดเจน เพื่อป้อนสู่วงจรโมนอสเตเบิล



รูปที่ 3.16 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ ในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

### 3.10.4 วงจรโมนอสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

วงจรโมนอสเตเบิล ประกอบด้วย ไอซี 555 ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ทำหน้าที่สร้างสัญญาณพัลส์ให้มีความกว้างของสัญญาณพัลส์พอสมควร เพราะในบางครั้งผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่อินพุตเข้ามา จะเกิดสัญญาณที่ซ้ำซ้อนติดกันมา สัญญาณพัลส์ที่ได้นี้จะถูกป้อนเข้าสู่วงจรท็อกเกิล (Toggle) เพื่อจะแปลงสัญญาณพัลส์ให้เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่มี ดีวตีไซเคิล(Duty Cycle) = 50% แสดงวงจรดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 วงจรโมนอสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

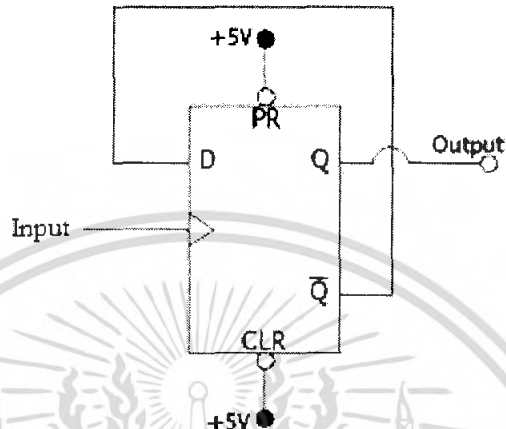
ในวงจร โมนอสเตเบิลมีสูตรคำนวณความกว้างพัลส์คือ

$$\begin{aligned} T &= 1.1 \times R1 \times C1 \\ &= 1.1 \times 10 \text{ k}\Omega \times 1 \mu\text{F} \\ &= 1 \text{ ms} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

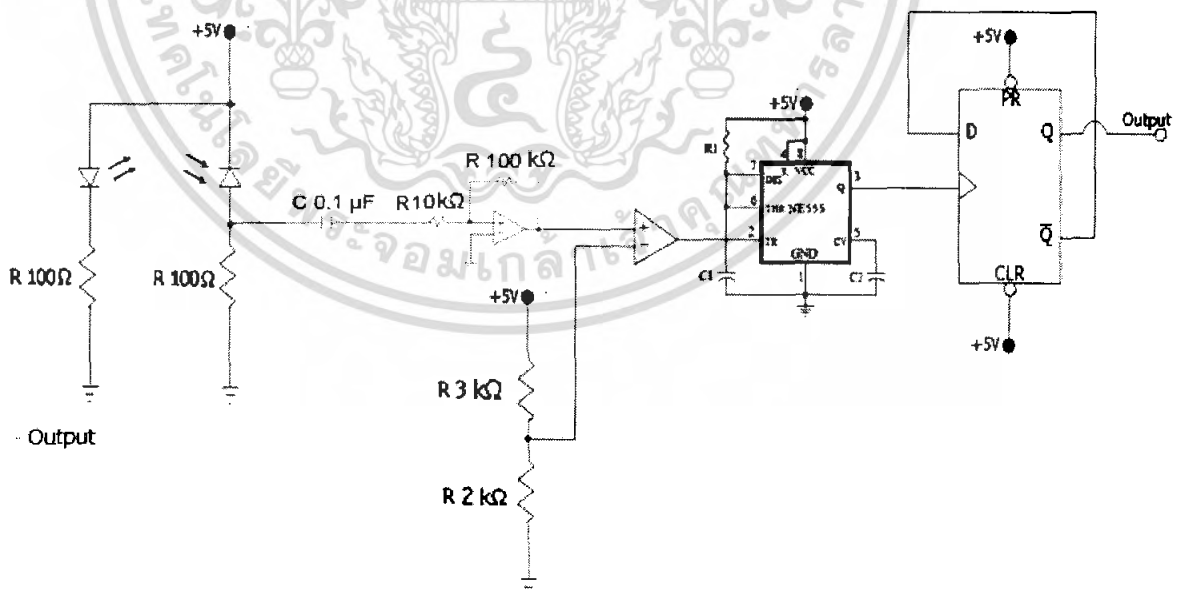
### 3.10.5 วงจรท็อกเกิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

วงจรท็อกเกิลจะทำงานโดยการเปลี่ยนสัญญาณพัลส์ จากวงจรโมโนสเตเบิลให้เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ที่มีควิตีไซเคิล = 50% แสดงวงจรดังรูปที่ 3.18 หลักการทำงานคือ เมื่อมีขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลส์เข้ามาที่ช่องคล็อก (CLK) วงจรท็อกเกิลจะจับที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลส์จากวงจรโมโนสเตเบิลแล้วทำการเปลี่ยนค่าเป็น +5V และ 0V ที่เอาต์พุตทีละครั้ง



รูปที่ 3.18 วงจรท็อกเกิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

จากวงจรในรูปที่ 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 และ 3.18 มาต่อรวมกันเป็นวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ แสดงในรูปที่ 3.17 สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมป้อนกลับไปที่วงจรเปรียบเทียบเฟส



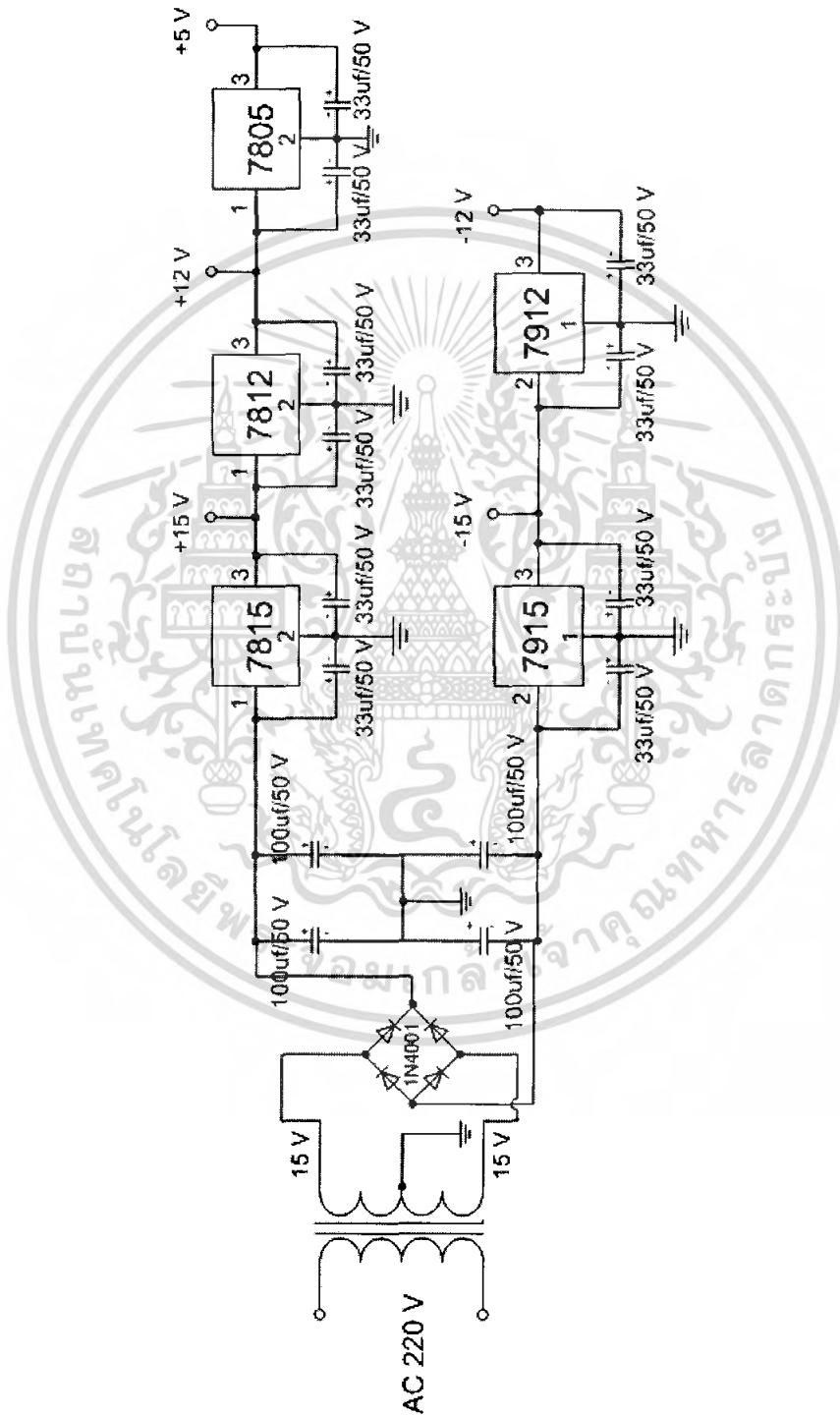
รูปที่ 3.19 วงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 3.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Supply)

ในโครงงานนี้มีใช้แหล่งจ่ายไฟ +15V ,+12V ,+5V ,-15Vและ-12V จึงต้องมีการสร้างแหล่งจ่ายไฟให้มีปริมาณตามที่โครงงานนี้ใช้ และเนื่องจากในส่วนของวงจรขับเคลื่อนนั้นใช้กำลังไฟฟ้าถึง 6 W จึงต้องทำการสร้างแหล่งจ่ายไฟด้วยหม้อแปลงแรงดัน 15V กระแส 1A โดยมีรูปวงจรแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.21 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +15V ,+12V ,-15V ,-12V และ +5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

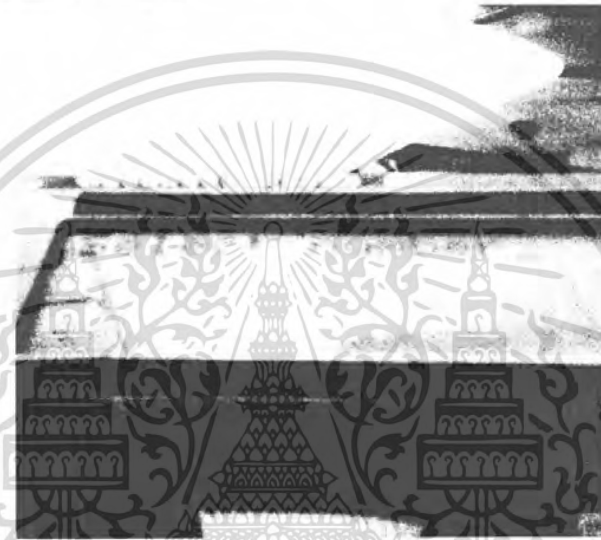
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลจากวงจร MCS-51

เมื่อทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมออกมาในความถี่ต่างๆและแสดงผลออกมาทางหน้าจอแอลซีดี เมื่อทำการเริ่มทำงาน ที่หน้าจอแอลซีดีแสดงผลดังรูปที่ 4.1 เราต้องการกรทศหมายเลขเพื่อทำการสร้างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ต่างๆ เพื่อป้อนเข้าระบบเฟส ล็อกคลุปให้ทำการล๊อคความถี่หยคน้ำเกลือ

##### 4.1.1 ผลที่ได้บนหน้าจอแอลซีดี



รูปที่ 4.1 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า "Select number "

ผลที่หน้าจอแอลซีดี โดยกดตัวอย่างกรณี กดหมายเลข "0" ก็จะได้ผลบนหน้าจอดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงผลหน้าจอแอลซีดีคำว่า "Select number0 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นข้อความก็จะแสดงคำว่า “\*=Begin.#=Renew\_” ดังรูปที่ 4.3 หมายความว่าหากต้องการ  
ยืนยันค่าหมายเลขที่เกิดรูปที่ 4.2 ให้กด “\*” แต่หากต้องการแก้ไขค่าให้กด “#”



รูปที่ 4.3 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “\*=Begin.#=Renew\_”

กรณีที่ 2 ขณะที่แสดงผลบนหน้าจอแอลซีดีแสดงผลดังรูปที่ 4.3 ต้องการยืนยันค่า “0” กด “\*”  
แสดงผลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “\*=Begin.#=Renew\*”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำจอแอลซีดีแสดงคำว่า “Push # to set\_” แสดงผลดังรูปที่ 4.5 หมายความว่ากด “#” เมื่อต้องการสัญญาณสี่เหลี่ยมความถี่ใหม่ ซึ่งในขณะนี้ MCS-51 เริ่มทำการให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ตามหมายเลขที่กดออกมาที่พอร์ต 3.3 จะให้สัญญาณสี่เหลี่ยมออกมาจนกระทั่งเรากด “#” จึงจะหยุด



รูปที่ 4.5 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “Push # to set\_”

เมื่อทำการกด “#” แสดงผลดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “Push # to set#\_”

เมื่อกด # หน้าจอแอลซีดีจะกลับมาที่คำว่า “Select Number\_” แสดงผลดังรูปที่ 4.1 เพื่อตั้งความถี่

ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

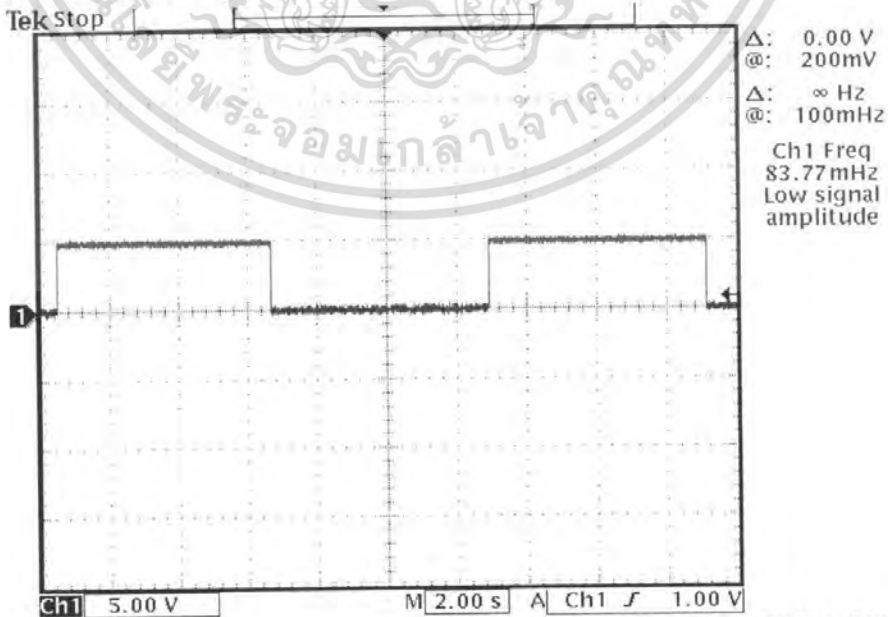
กรณีที่ 2 ขณะที่อยู่หน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 4.3 ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อกด “#” แสดงผลดังรูปที่ 4.7 หน้าจอแอลซีดี จะกลับมาที่คำว่า “Select Number\_” ดังรูปที่ 4.1 เพื่อตั้งความถี่ใหม่



รูปที่ 4.7 แสดงผลหน้าจอแอลซีดี คำว่า “\*=Begin.#=Renew#\_”

4.1.2 ผลสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51

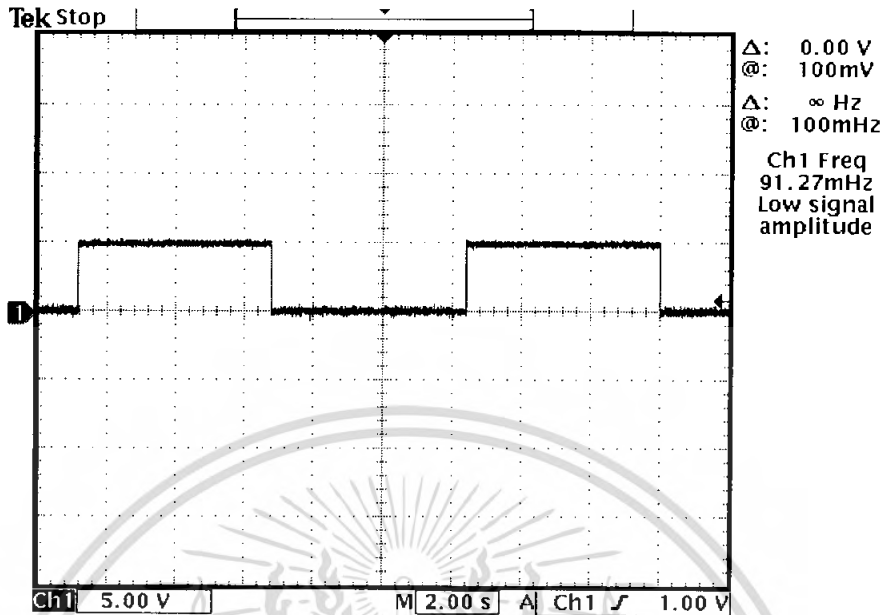
เมื่อแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดีแล้วก็ทำการตรวจวัดผลสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่พอร์ต 3.3 ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 0 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 83.77 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.8



14 May 2008  
18:41:55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 0 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

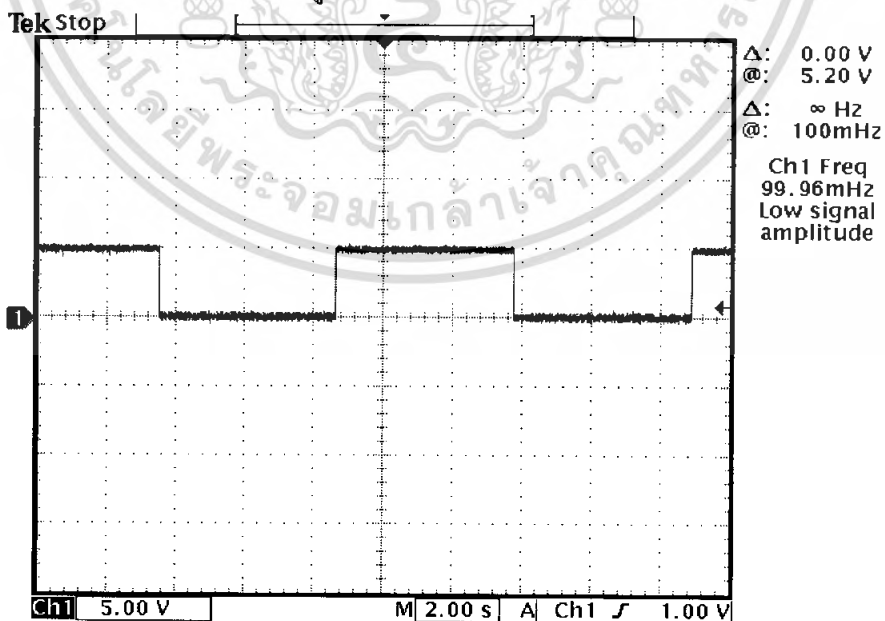
ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อคคค่าสั่งงานหมายเลข 1 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 91.27 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.9



14 May 2008  
18:42:58

รูปที่ 4.9 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก จาก MCS-51 เมื่อคคหมายเลข 1

ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อคคค่าสั่งงานหมายเลข 2 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 99.96 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.10

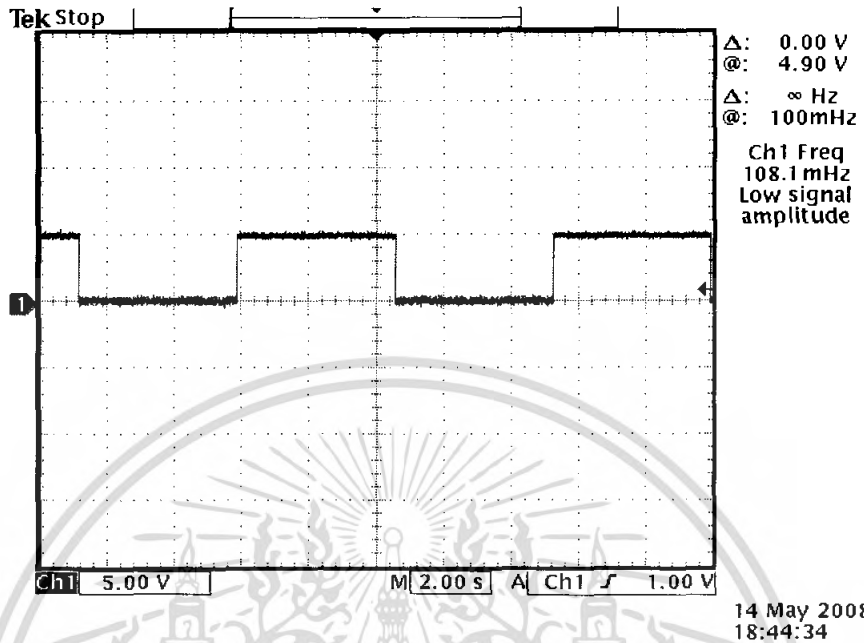


14 May 2008  
18:43:49

รูปที่ 4.10 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อคคหมายเลข 2

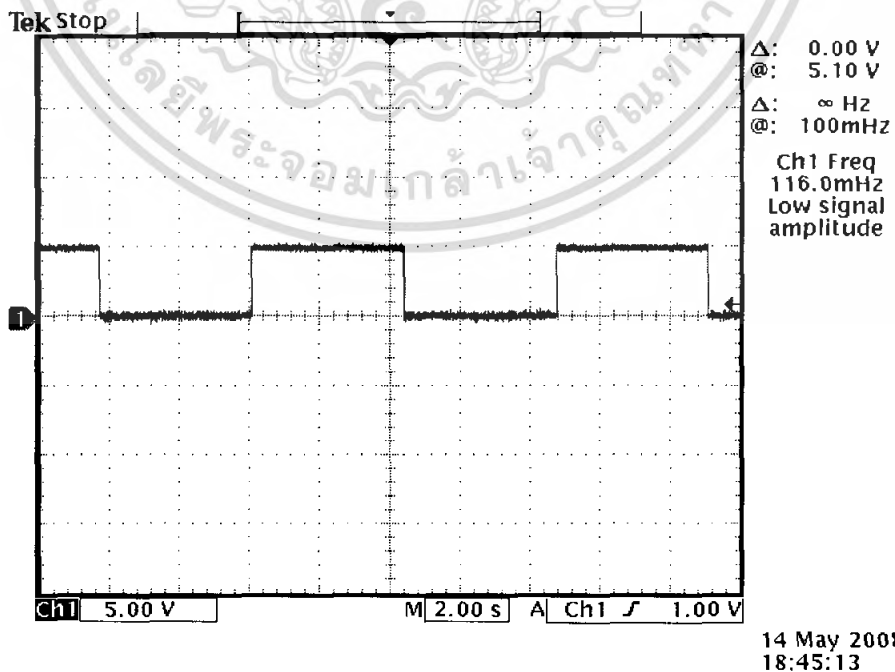
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 3 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 108.1 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 3

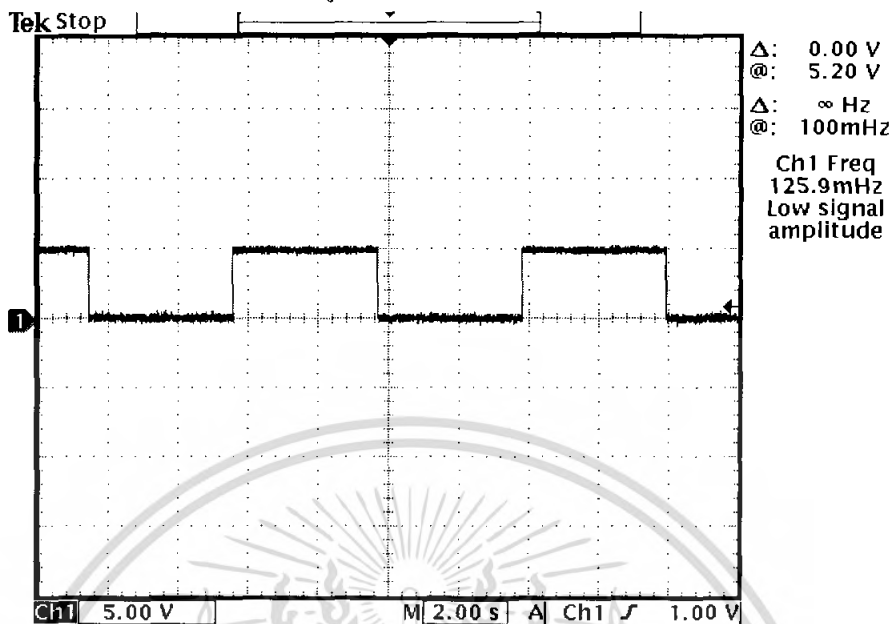
ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 4 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 116.0 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

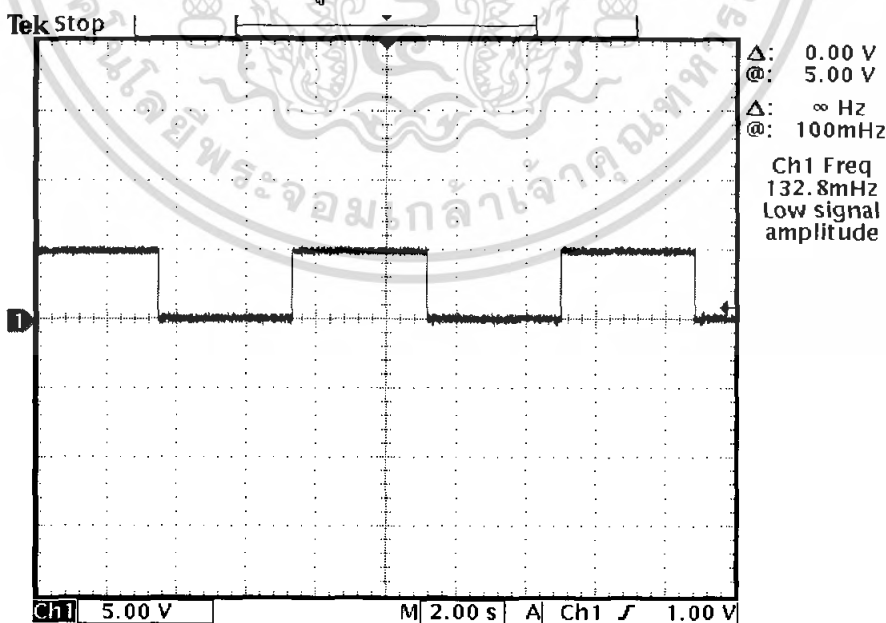
ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 5 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 125.9 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.13



14 May 2008 18:46:51

รูปที่ 4.13 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 5

ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 6 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 132.8 mHz แสดงผลดังรูปที่ 4.14

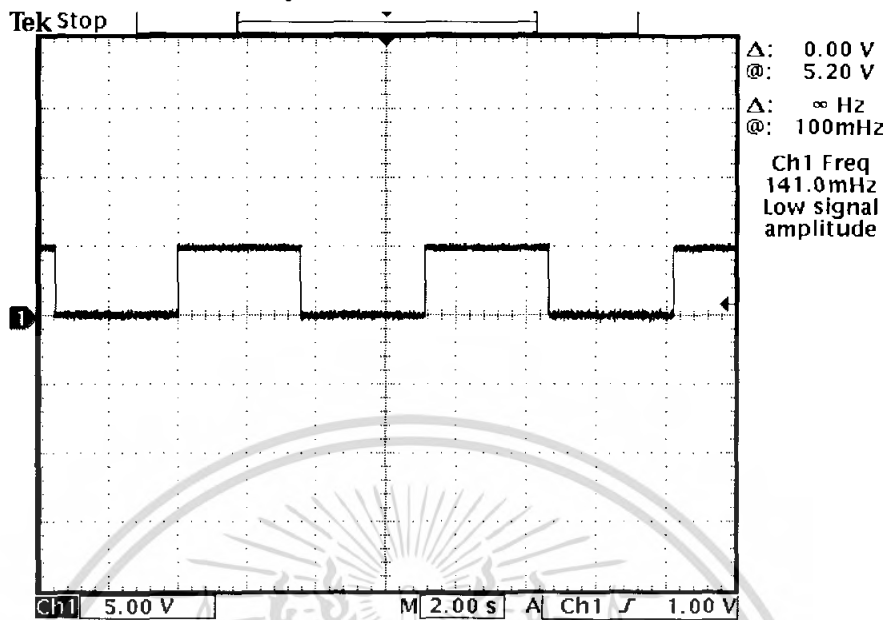


14 May 2008 18:47:40

รูปที่ 4.14 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

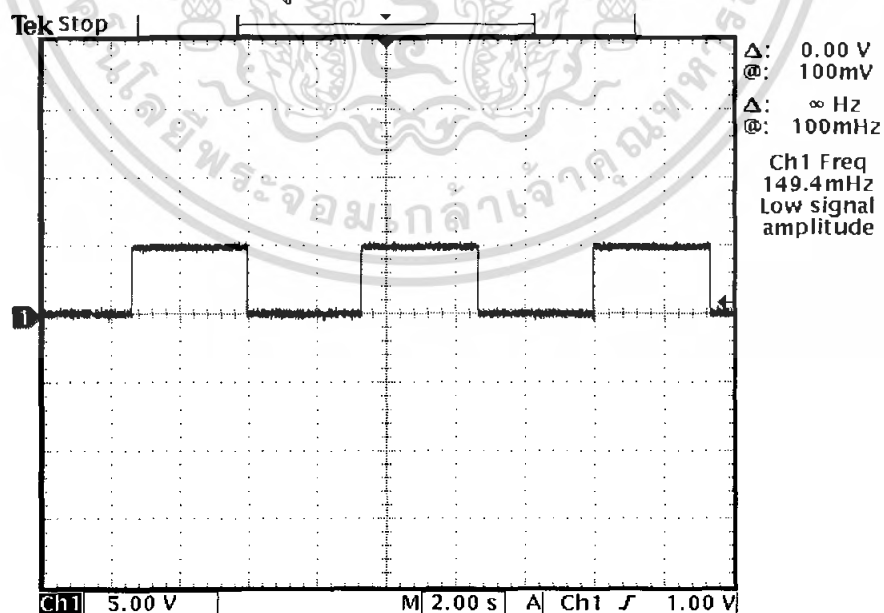
ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 7 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 141.0 mHz แสดงดังรูปที่ 4.15



14 May 2008  
 18:48:31

รูปที่ 4.15 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 7

ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 8 ให้สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 149.4 mHz แสดงดังรูปที่ 4.16

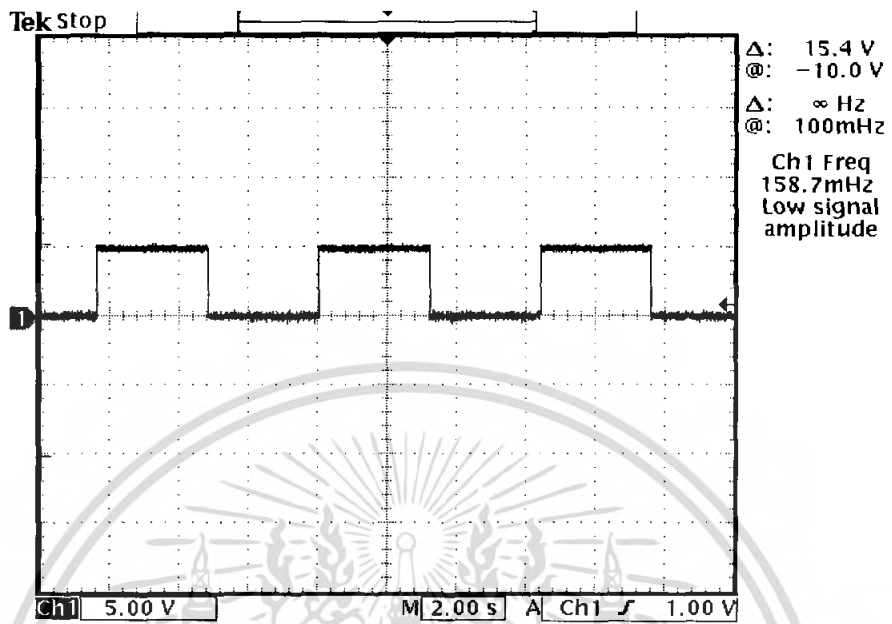


14 May 2008  
 18:49:18

รูปที่ 4.16 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวัดสัญญาณที่พอร์ต 3.3 ของ MCS-51 เมื่อกดคำสั่งงานหมายเลข 9 ให้สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ 158.7 mHz แสดงดังรูปที่ 4.17



14 May 2008  
18:41:15

รูปที่ 4.17 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 เมื่อกดหมายเลข 9

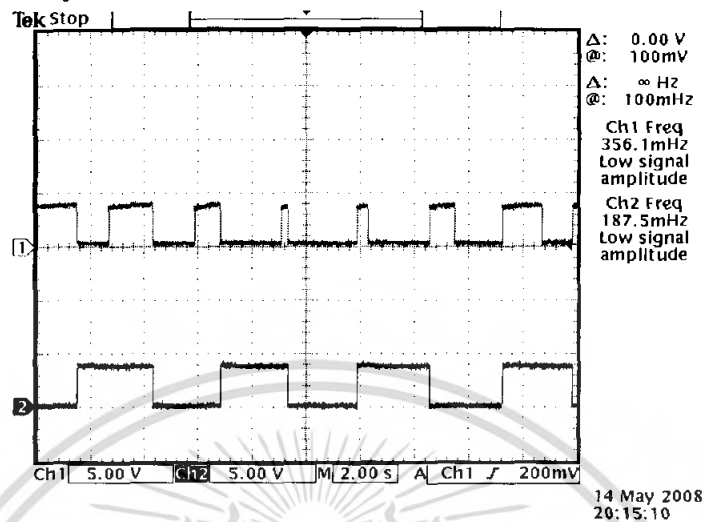
ดังนั้นเมื่อวัดผลแล้วจึงทำการสรุปความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม ได้ดังนี้

ความถี่ 83.77 mHz	เมื่อมีการหยุด 10 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “0”
ความถี่ 91.27 mHz	เมื่อมีการหยุด 11 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “1”
ความถี่ 99.92 mHz	เมื่อมีการหยุด 12 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “2”
ความถี่ 108.1 mHz	เมื่อมีการหยุด 13 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “3”
ความถี่ 116.0 mHz	เมื่อมีการหยุด 14 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “4”
ความถี่ 125.9 mHz	เมื่อมีการหยุด 15 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “5”
ความถี่ 132.8 mHz	เมื่อมีการหยุด 16 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “6”
ความถี่ 141.0 mHz	เมื่อมีการหยุด 17 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “7”
ความถี่ 149.4 mHz	เมื่อมีการหยุด 18 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “8”
ความถี่ 158.7 mHz	เมื่อมีการหยุด 19 หยุดต่อหน้าที่ กดหมายเลข “9”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลของวงจรเปรียบเทียบเฟส

นำเอาสัญญาณเอาต์พุตจาก MCS-51 ที่ พอร์ต 3.3 มาเปรียบเทียบเฟสกับสัญญาณที่ตรวจจับหยุดของน้ำเกลือ แสดงผลดังรูปที่ 4.18 ขณะที่ยังไม่เกิดการลื่นไถลความถี่



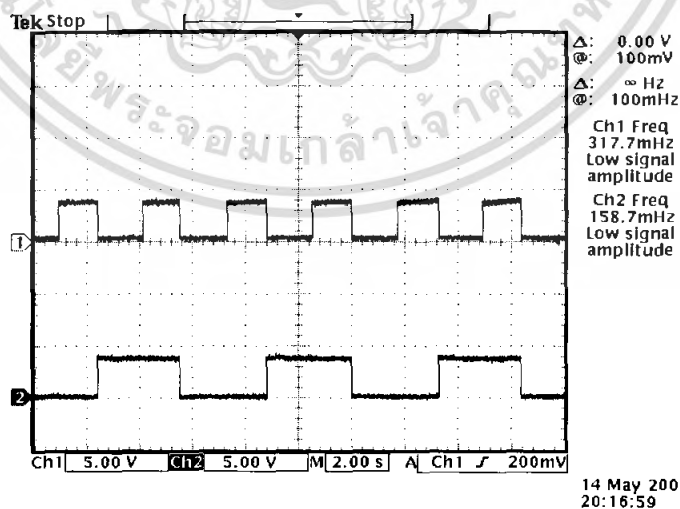
รูปที่ 4.18 สัญญาณที่เอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบเฟสขณะที่ความถี่ในการหยคน้ำเกลือยังไม่ลื่นไถลความถี่

ch1 ผลจากวงจรเปรียบเทียบเฟส

ch2 ผลจากวงจรตรวจจับหยุดของน้ำเกลือ

จะเห็นว่าสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบเฟสที่ ch1 มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปมาโดยความกว้างของสัญญาณสี่เหลี่ยมจะค่อยๆ แคบลงและค่อยๆ ว่างขึ้น ส่วนผลจากวงจรตรวจจับหยุดน้ำเกลือของ ch2 จะค่อยๆ ปรับความถี่ในการหยดให้มีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51

จากรูปที่ 4.19 เป็นตัวอย่างของสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบเฟส ขณะที่หยคน้ำเกลือ ลื่นไถลความถี่ที่ความถี่ 158.7 mHz



รูปที่ 4.19 สัญญาณที่เอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบเฟสขณะที่หยคน้ำเกลือลื่นไถลความถี่ที่ 158.7 mHz

ch1 ผลจากวงจรเปรียบเทียบเฟส

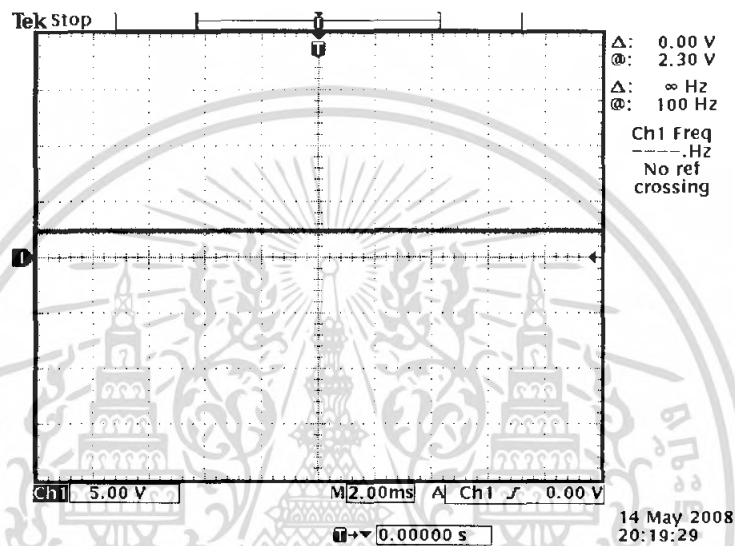
ch2 ผลจากวงจรตรวจจับหยุดของน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบเฟสที่ ch1 จะมีลักษณะเดียวกันเสมอและมีความถี่เป็นสองเท่าของความถี่สัญญาณที่ ch2 ส่วนผลจากวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือที่ ch2 มีลักษณะที่คงที่แสดงว่าการหยดน้ำเกลือมีความถี่ในการหยดที่คงที่

#### 4.3 ผลของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

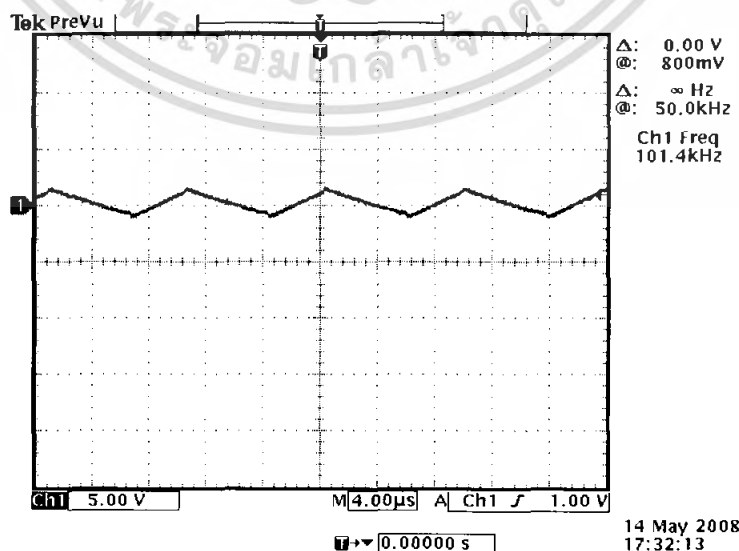
ผลจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน(วงจรในรูปที่ 3.8) จะได้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงออกมา แสดงผลดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

#### 4.4 ผลของวงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

ผลของวงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยม(วงจรในรูปที่ 3.9) แสดงผลดังรูปที่ 4.21

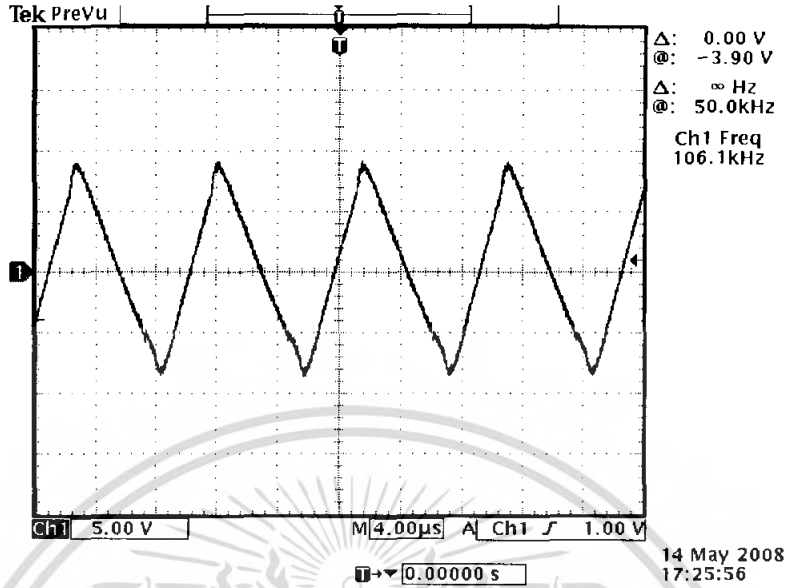


รูปที่ 4.21 ผลของวงจรสร้างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ผลของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

ผลของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส(วงจรในรูปที่ 3.10) แสดงผลดังรูปที่ 4.22

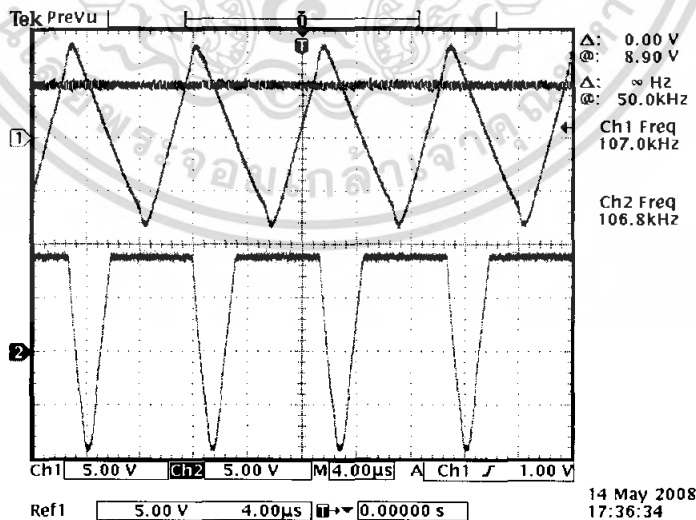


รูปที่ 4.22 ผลของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

เนื่องจากผลสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมที่ได้มีระดับสัญญาณต่ำจึงต้องขยายขนาดสัญญาณด้วยวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

#### 4.6 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ(วงจรในรูปที่ 3.11) ทำหน้าที่เปรียบเทียบระหว่างสัญญาณสามเหลี่ยมกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง จากวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน จะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์



รูปที่ 4.23 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์

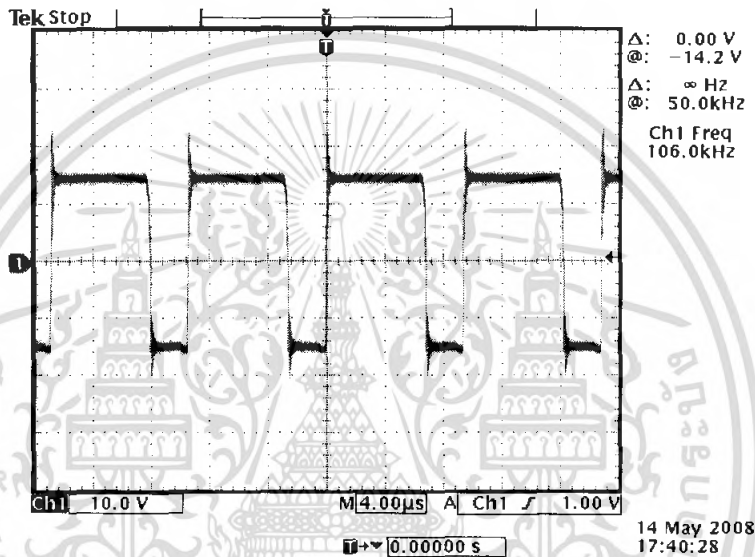
ch1และR1 เป็นสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมและไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอินพุตในวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ ch2 เป็นสัญญาณที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ สัญญาณนี้เป็นสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรมอดูเลตความกว้างพัลส์ ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณระหว่างสัญญาณคลื่นรูปสามเหลี่ยมกับ สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงจากวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน จะได้เอาต์พุตเป็นสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์

4.7 ผลของวงจรขับกระแส

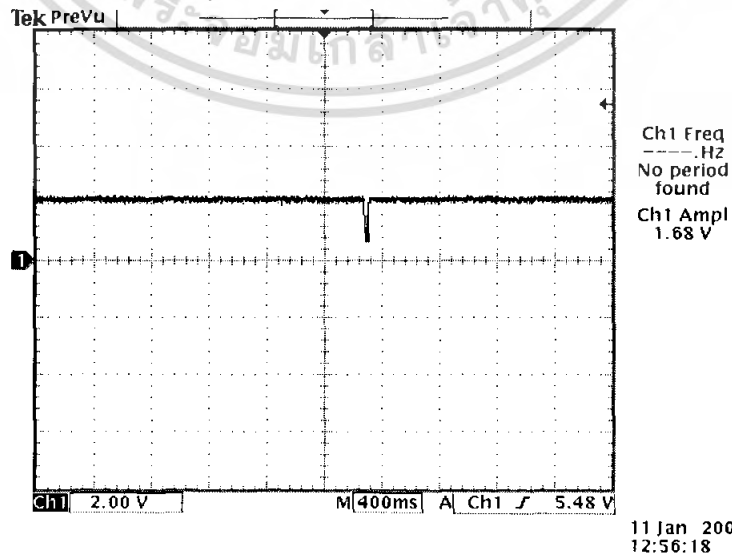
วงจรขับกระแส(วงจรในรูปที่ 3.13) ผลจากวงจรขับกระแสแสดงผลดังรูปที่ 4.24 โดยกระแสที่เหนี่ยวนำขดลวดโซลินอยด์จะแปรผันตรงกับควิต์ไซเคิล ซึ่งควิต์ไซเคิลจะเปลี่ยนแปลงตามความกว้างพัลส์ของสัญญาณมอดูเลตความกว้างพัลส์



รูปที่ 4.24 ผลจากวงจรขับกระแส

4.8 ผลของวงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

ผลของวงจรอินฟราเรด(ดังรูปวงจรที่ 3.14) ได้สัญญาณดังรูปที่ 4.25



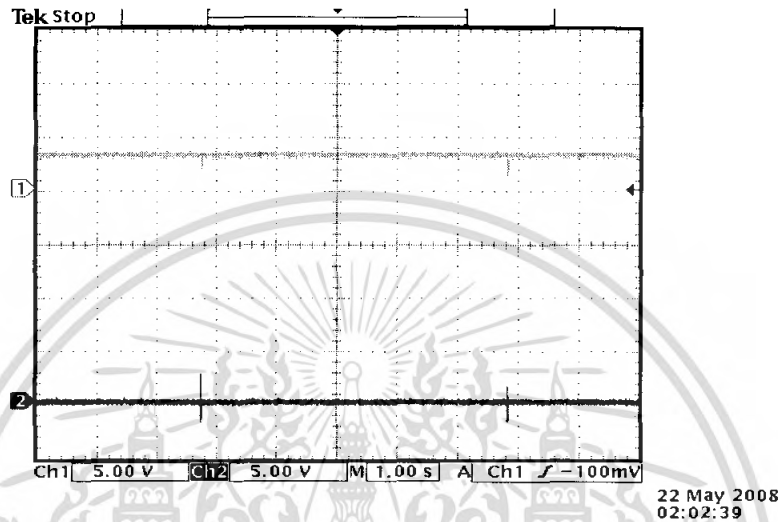
รูปที่ 4.25 แสดงผลของวงจรอินฟราเรดในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.25 เมื่อขณะที่ไม่มีหยดน้ำเกลือตัดผ่านแสงอินฟราเรดนั้น สัญญาณที่ได้จะเป็นกระแสไฟตรง +5V เมื่อหยดน้ำเกลือตัดผ่านแสงอินฟราเรดจะเกิดการลดลงของกระแสไฟตรง จากนั้นเมื่อหยดน้ำผ่านไปจากตัวอินฟราเรดแล้ว จะได้กระแสไฟตรง +5V ดังเดิม

#### 4.9 ผลของวงจรดิฟเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เมื่อนำสัญญาณที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบสัญญาณมาป้อนให้วงจรดิฟเฟอเรนเชียล(ดังรูปวงจรที่ 3.15) จะได้สัญญาณ แสดงผลดังรูปที่ 4.26



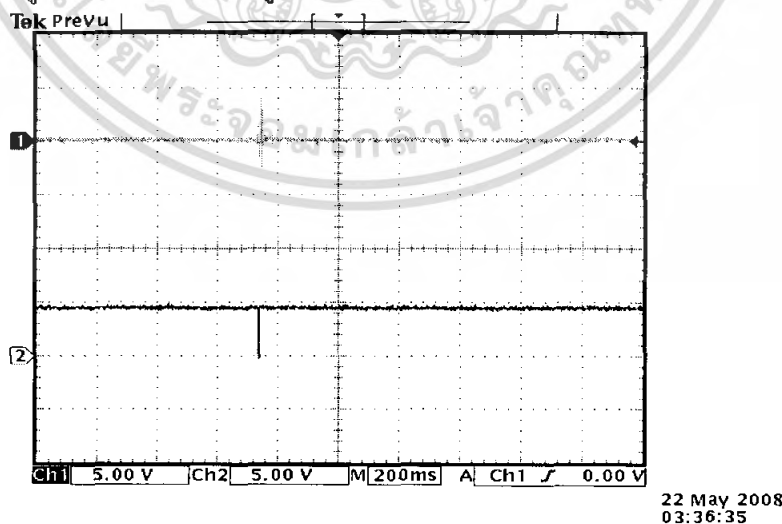
รูปที่ 4.26 แสดงผลของวงจรดิฟเฟอเรนเชียลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

ch1 อินพุตของวงจรดิฟเฟอเรนเชียล

ch2 เอาต์พุตของวงจรดิฟเฟอเรนเชียล

#### 4.10 ผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เมื่อนำสัญญาณที่วงจรดิฟเฟอเรนเชียลตรวจวัดได้ มาเป็นอินพุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ(วงจрдังรูปที่ 3.16) จะได้ผลดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 แสดงผลของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

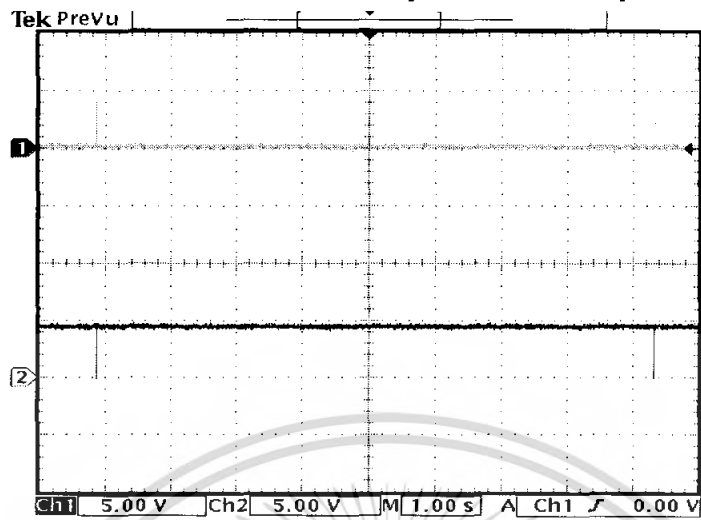
ch1 อินพุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ

ch2 เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.11 ผลของผลของวงจรโมโนสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

แสดงผลของวงจรโมโนสเตเบิล(วงจรดังรูปที่ 3.17) ได้ผลดังรูปที่ 4.28



22 May 2008  
02:41:34

รูปที่ 4.28 แสดงผลของวงจร โมโนสเตเบิลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

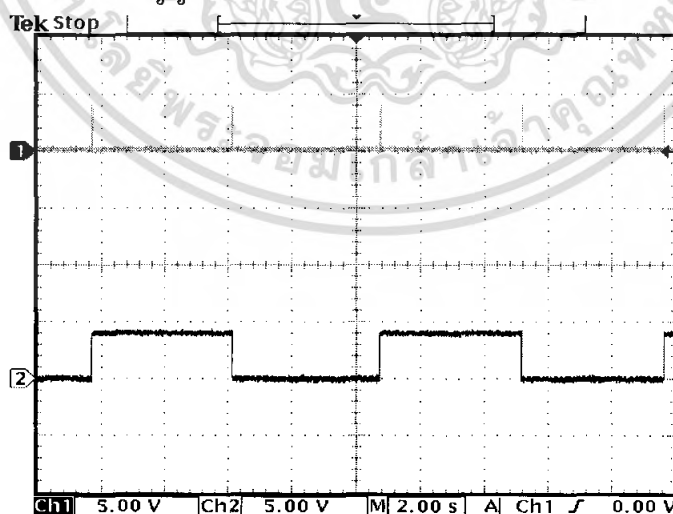
ch1 เอาต์พุตของวงจร โมโนสเตเบิล

ch2 อินพุตของวงจร โมโนสเตเบิล

จากรูปที่ 4.28 ที่ ch1 เป็นสัญญาณจากวงจร โมโนสเตเบิล โดยมีอินพุตเป็นสัญญาณใน ch2 สัญญาณใน ch 2 คือสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ

#### 4.12 ผลของวงจรท็อกเกิ้ลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เมื่อนำสัญญาณพัลส์จากวงจร โมโนสเตเบิลมาป้อนให้กับวงจรท็อกเกิ้ล(ดังรูปวงจรที่ 3.18) เพื่อปรับสัญญาณพัลส์ให้เป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่มี ดิวตี้ไซเคิล = 50% แสดงผลดังรูปที่ 4.29



22 May 2008  
02:48:41

รูปที่ 4.29 ผลของวงจรท็อกเกิ้ลในวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

ch1 อินพุตของวงจรท็อกเกิ้ล

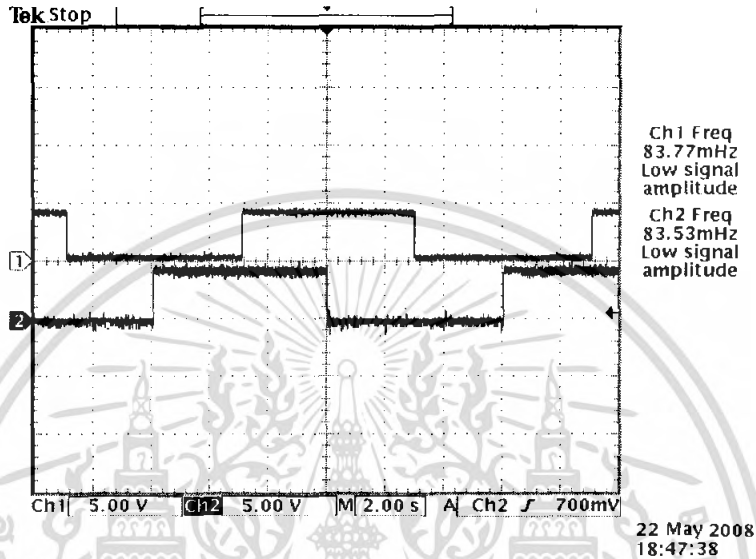
ch2 เอาต์พุตของวงจรท็อกเกิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ออกแบบนี้ ทำงานเมื่อมีขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลส์เข้ามาในวงจรที่ออกแบบ สัญญาณเอาต์พุตของวงจรที่ออกแบบก็จะเปลี่ยนระดับสัญญาณระหว่าง +5V และ 0V จึงได้สัญญาณสี่เหลี่ยมที่มี คิวตี้ไซเคิล = 50%

#### 4.13 ผลการลือคความถี่ระหว่างสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจาก MCS-51 กับสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมของวงจรตรวจจับหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 0 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.30

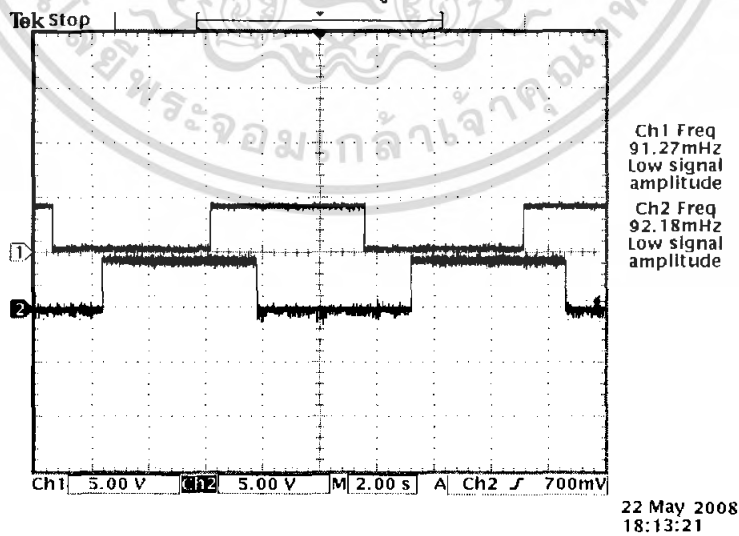


รูปที่ 4.30 ผลผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 83.77 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 1 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.31



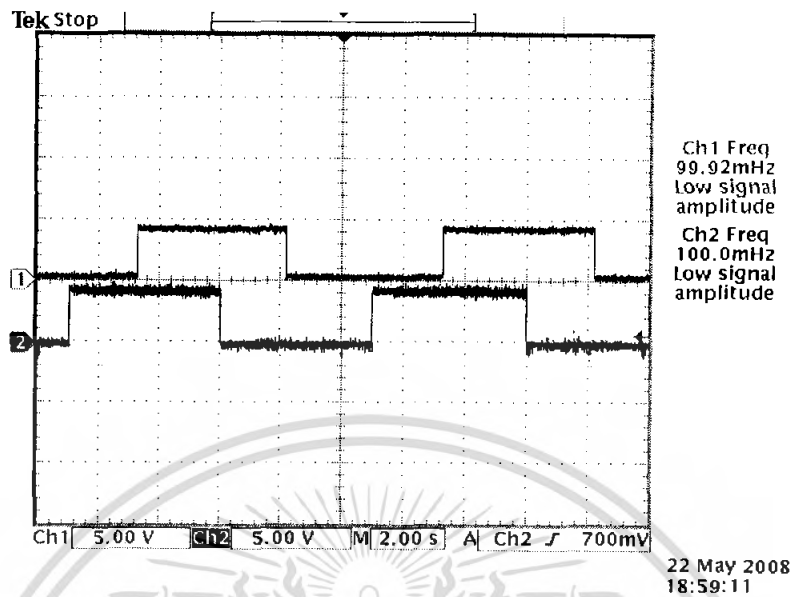
รูปที่ 4.31 ผลผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 91.27 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับยูติเตเห็นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดหมายเลข 2 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.32

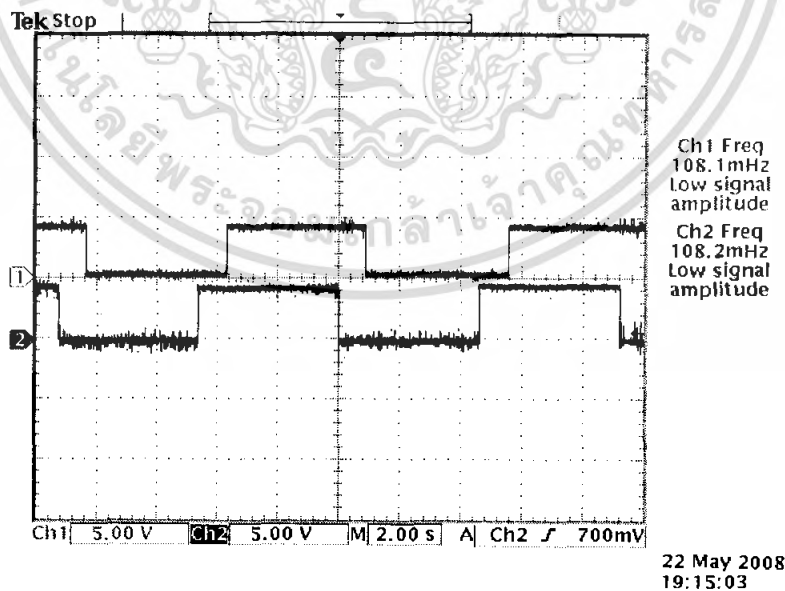


รูปที่ 4.32 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 99.92 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 3 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.33



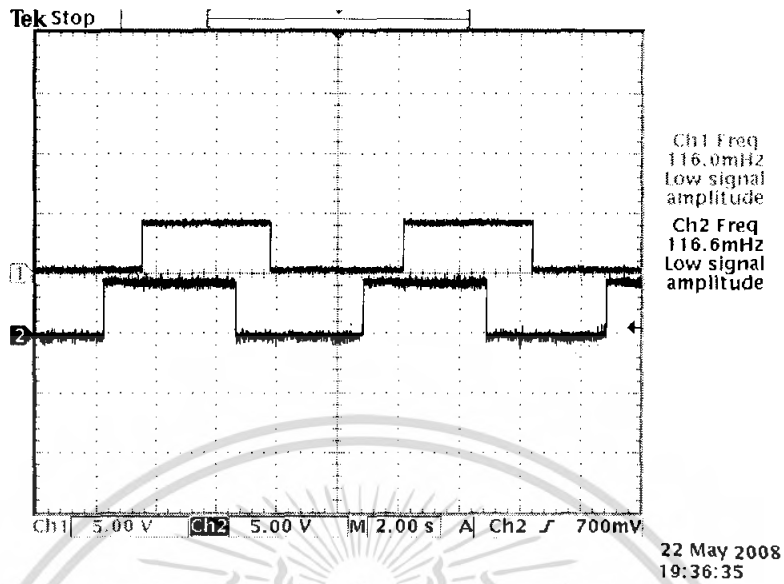
รูปที่ 4.33 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 108.1 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดหมายเลข 4 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.34

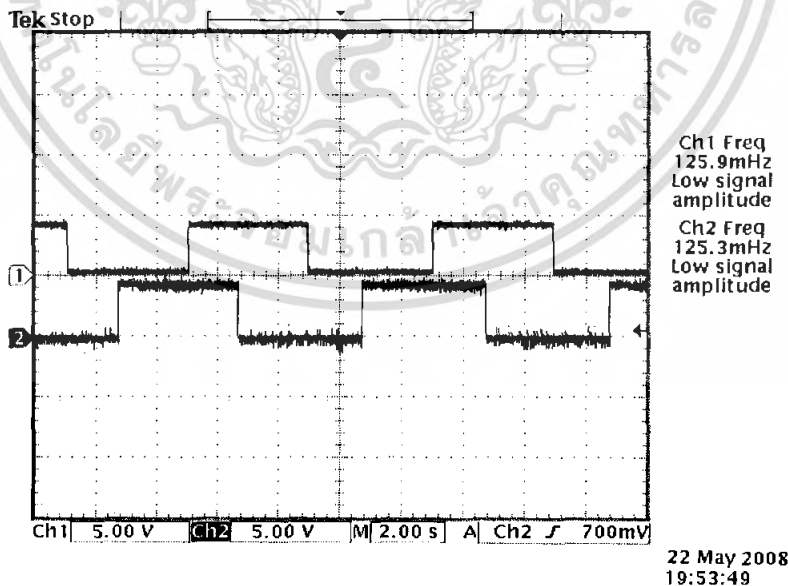


รูปที่ 4.34 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 116.0 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 5 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.35



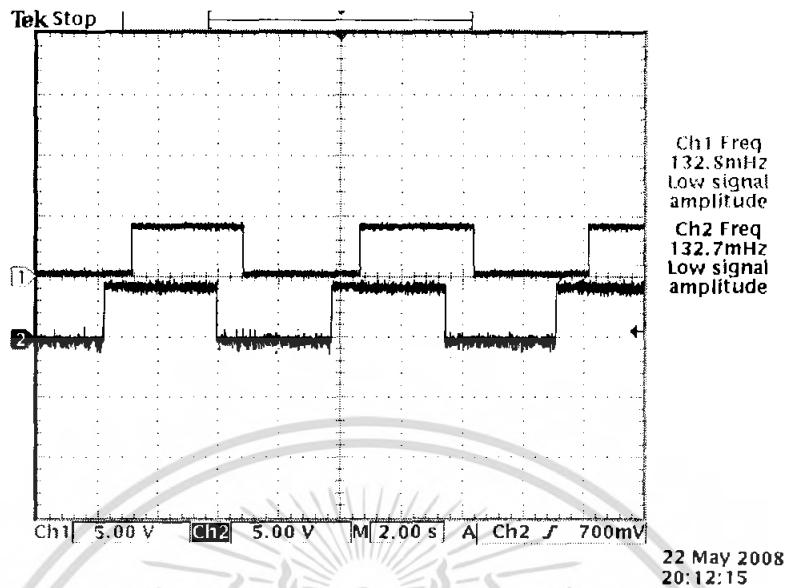
รูปที่ 4.35 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 125.9 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดหมายเลข 6 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.36

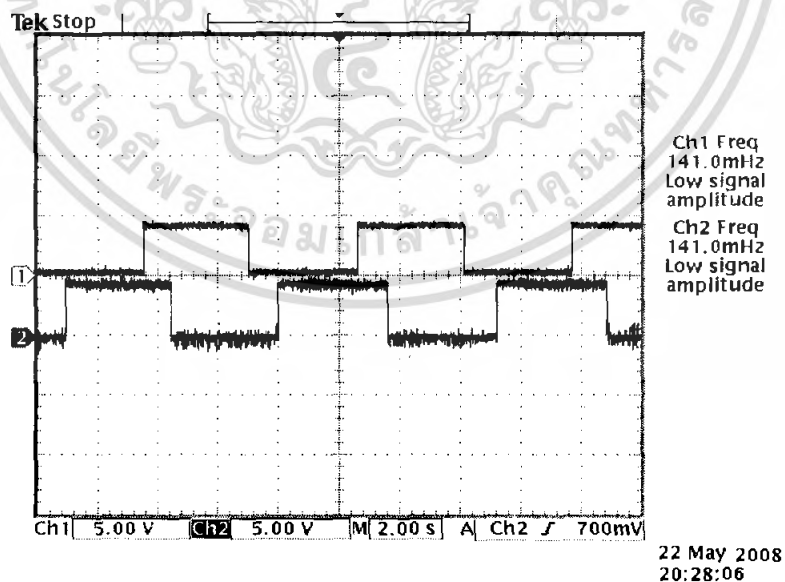


รูปที่ 4.36 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 132.8 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 7 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.37



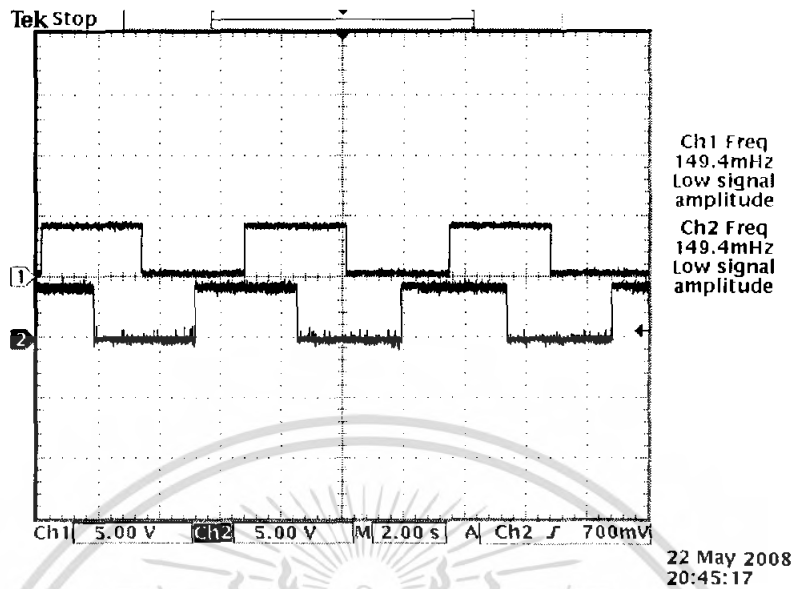
รูปที่ 4.37 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 141.0 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดหมายเลข 8 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.38

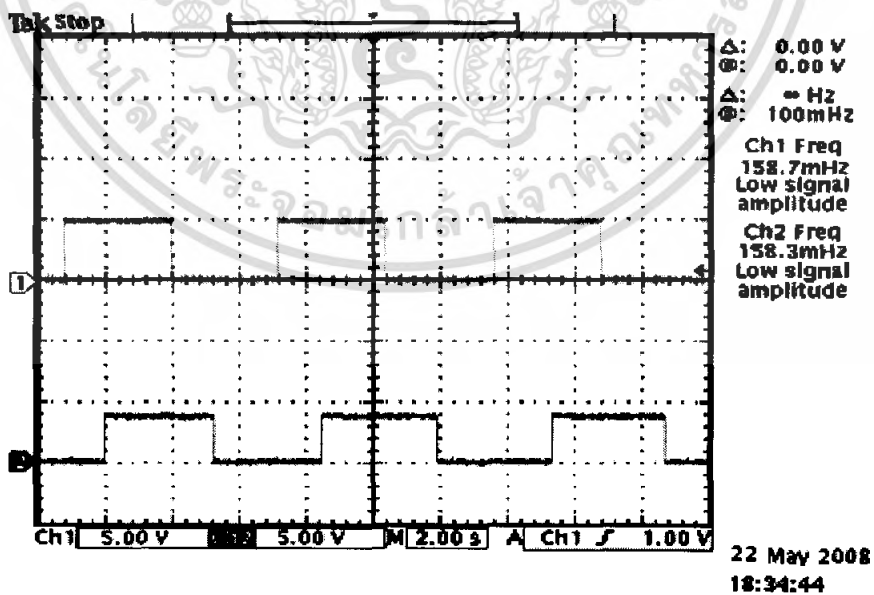


รูปที่ 4.38 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 149.4 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เมื่อกดหมายเลข 9 ได้ผลการลือคความถี่ดังรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.39 ผลการลือคความถี่ของหยดน้ำเกลือที่ความถี่ 158.7 mHz

ch1 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมจากMCS-51

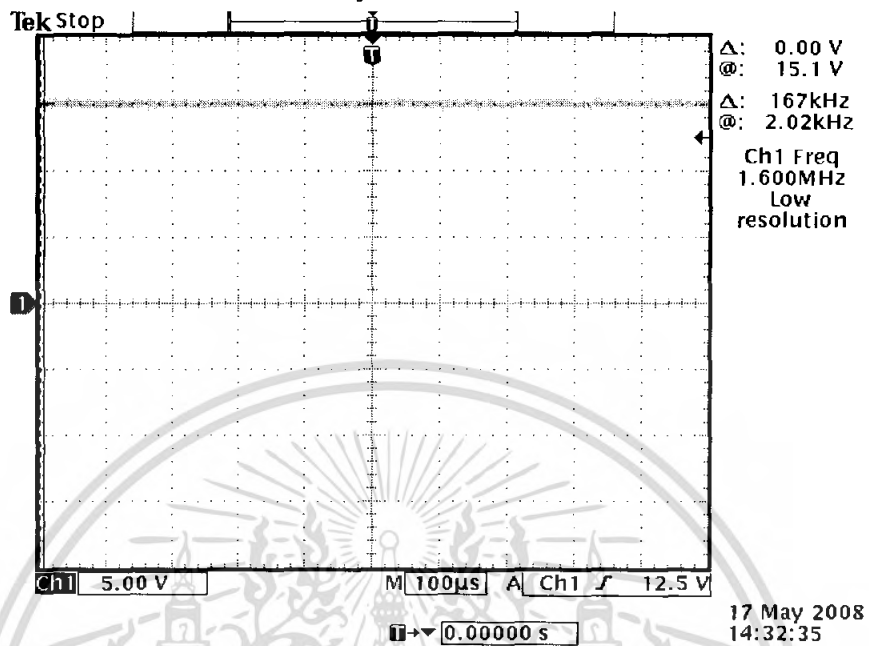
ch2 สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่วัดได้จากหยดน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.14 ผลของวงจรแหล่งจ่ายไฟ

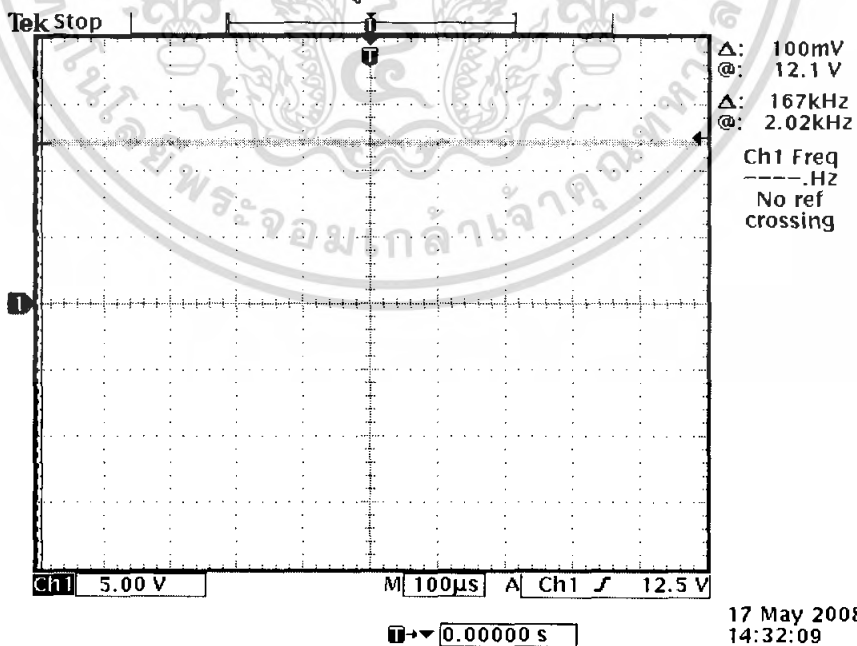
เมื่อต่อวงจรแหล่งจ่ายไฟ(วงจรดังรูปที่ 3.21)

ผลของแหล่งจ่ายไฟ +15V แสดงดังรูปที่ 4.40



รูปที่ 4.40 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +15V

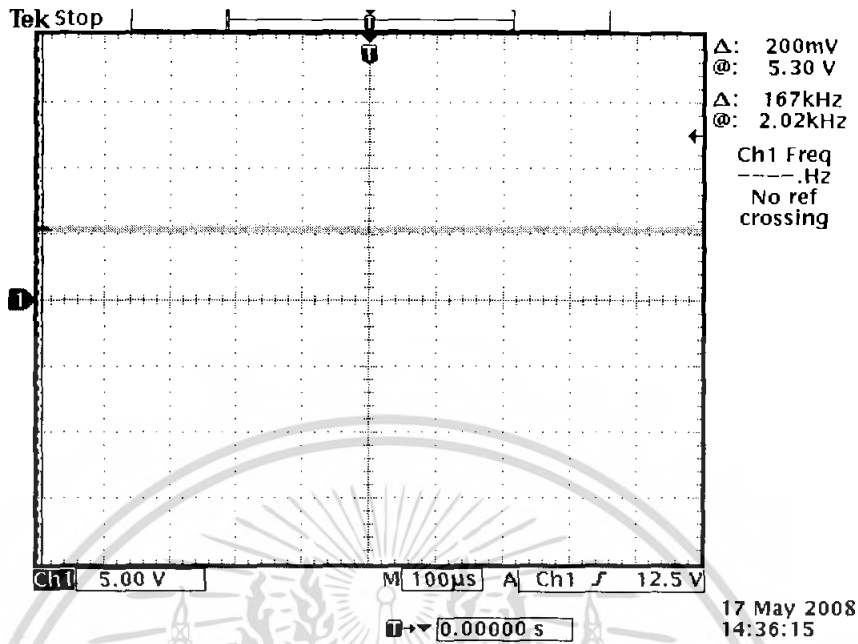
ผลของแหล่งจ่ายไฟ +12V แสดงดังรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.41 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +12V

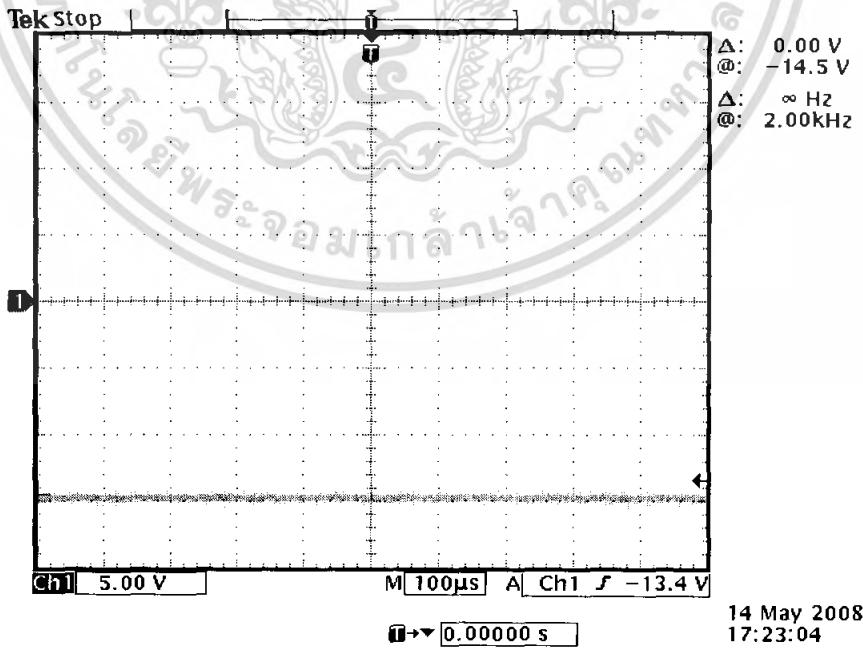
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแหล่งจ่ายไฟ +5V แสดงดังรูปที่ 4.42



รูปที่ 4.42 ผลของแหล่งจ่ายไฟ +5V

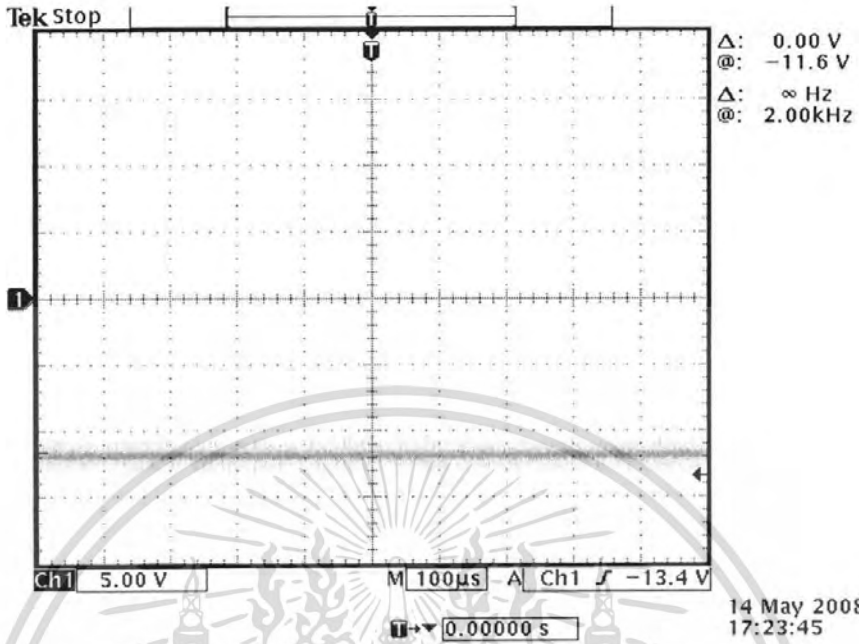
ผลของแหล่งจ่ายไฟ -15V แสดงดังรูปที่ 4.43



รูปที่ 4.43 แสดงผลที่วัดแหล่งจ่ายไฟ -15V

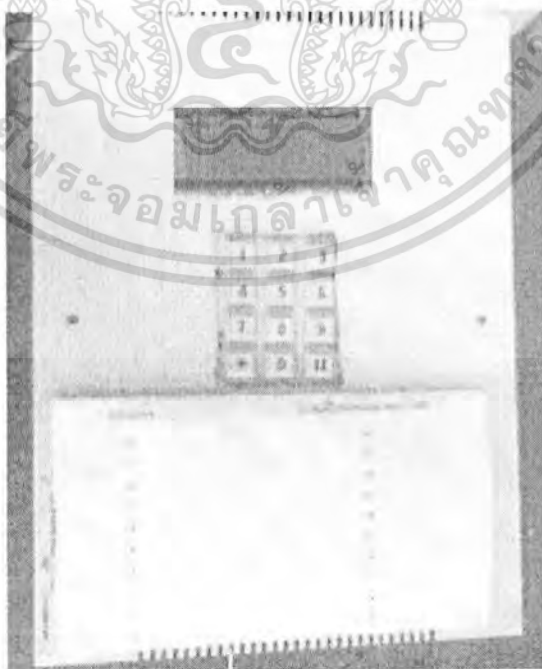
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของแหล่งจ่ายไฟ -12V แสดงดังรูปที่ 4.44



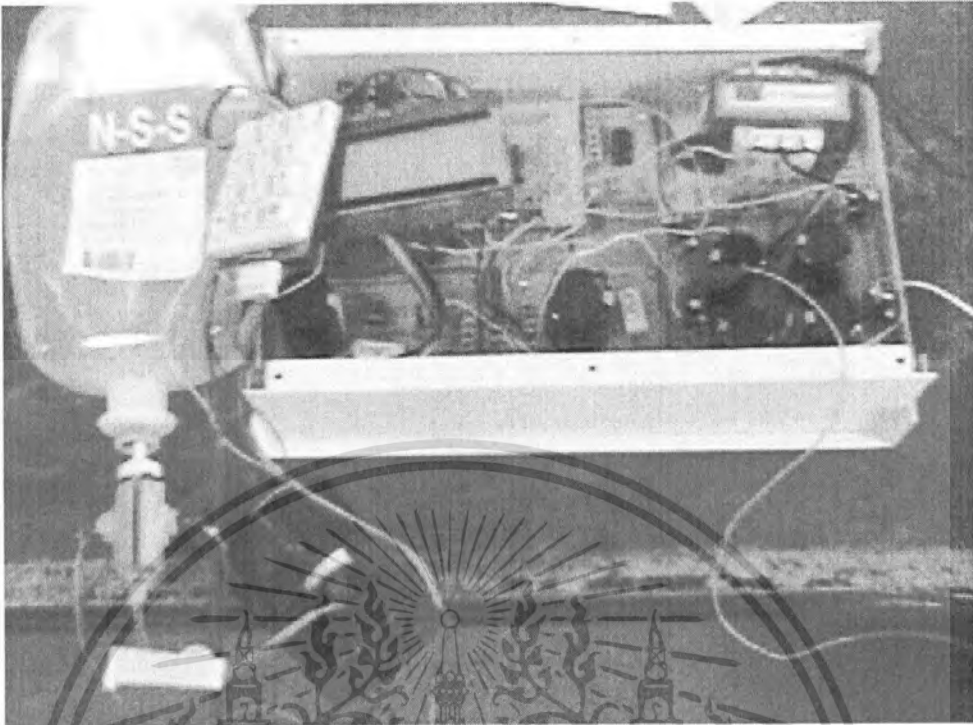
รูปที่ 4.44 แสดงผลที่วัดแหล่งจ่ายไฟ -12V

รูปชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 4.45 และรูปที่ 4.46



รูปที่ 4.45 แสดงชิ้นงานขณะอยู่ในกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 แสดงชิ้นงานเมื่อถอดฟาล์งออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และสรุปผล

#### 5.1 บทวิจารณ์

จากที่ได้ศึกษาและทดลองการทำงานโครงการนี้จะพบปัญหาของโครงการดังนี้

1. เนื่องจากว่าในโครงการนี้ใช้หยคน้ำเกลือเป็นตัวตรวจสอบในระบบป้อนกลับ เพื่อให้เกิดการลือกทางความถี่ของทฤษฎีเฟสลือกคูลูป ซึ่งความถี่ของหยคน้ำเกลือนั้นมีค่าต่ำมาก ทำให้พบว่าการที่หยคน้ำเกลือจะมีความถี่ตามที่เรต้องการในแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการลือกความถี่พอสมควรกว่าที่ความถี่จาก หยคน้ำเกลือจะเท่ากับความถี่ของ MCS-51

2. ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการกดทับของแท่งเหล็กนั้น จะพบว่ามีความแรงด้านจากสายยาง ทำให้การใช้งานแต่ละครั้งต้องเสียเวลาในการติดตั้งให้สายยางมีความแรงด้านน้อยเพียงพอ ที่จะทำให้แท่งเหล็กนี้กดทับจนทำให้ความถี่หยคน้ำเกลืออยู่ในย่านความถี่ที่ให้น้ำเกลือผู้ป่วย

3. ในการเปลี่ยนแปลงความถี่ในการหยคนั้น หากเราทำการเปลี่ยนแปลงทางความถี่ที่ห่างจนเกินไป อย่างเช่นจากเดิมควบคุมให้หยด 10 หยดต่ออนาที จากนั้นเปลี่ยนแปลงเป็น 19 หยดต่ออนาที การลือกทางความถี่จะหลุดการลือกได้ ซึ่งตรงจุดนี้คาดว่าปัญหาจาก แรงเสียดทานของตัวแท่งเหล็กกับแกนที่หันทดลวดทองแดง และกระแสของวงจรจับกระแสยังไม่เพียงพอ

แต่ในโครงการนี้ก็มีข้อดีคือ

1. ในการทำโครงการนี้ถือว่าใช้งบประมาณไม่มาก
2. ความสามารถในการลือกความถี่นั้นจะค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไปนาน ซึ่งต่างจากการควบคุมหยคน้ำเกลือในแบบดินตะขาบกดทับสายยาง เมื่อเวลาผ่านไปเป็นช่วงเวลานาน จะมีการคลาดเคลื่อนจากเดิม

#### 5.2 บทสรุป

จากการทำโครงการนี้พบว่าหากจะนำไปใช้งานจริง ต้องมีการปรับปรุงพัฒนาอีก แต่หลักการในการทำงานที่ทํานี้มีแนวโน้มที่จะไปใช้งานจริงได้ ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องควบคุมการให้น้ำเกลือแบบอัตโนมัติอยู่แล้วแต่ราคาแพงมาก ดังนั้นถ้าใช้งานได้จริงก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางการแพทย์ให้กับผู้ป่วยได้

## หนังสืออ้างอิง

- [1] มงคล ทองสงคราม. สนามแม่เหล็กไฟฟ้า  
 [2] ชัยขง ช่วยรอด, ศิวัฒน์ เรียงรุ่งโรจน์, สมเจนต์ คอนโพ. เครื่องควบคุมการให้น้ำเกลืออัตโนมัติ  
 Automatic saline dripping controller ปพ. ย263ก 2542  
 [3] ปรีชาภรณ์ ขวัญชัย, พิมล ผลพฤษยา, ศราวุทธิ์ ชุนณรงค์. เครื่องควบคุมการให้น้ำเกลืออัตโนมัติ  
 Automatic saline dripping control ปพ. ป461ก 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

โปรแกรมที่เขียนควบคุม MCS-51 ของโครงการนี้

```
#include<reg51.h>
```

```
#include<lcd.h>
```

```
#define KEPPAD_PORT P3
```

```
//#define KEPPAD_PORT P1
```

```
#define PORT2          P2
```

```
sbit outputp      = P2^0;
```

```
//sbit inputp     = P3^2;
```

```
//sbit outputp   = P3^3;
```

```
unsigned char buff1 = 0x00;
```

```
//unsigned char round = 0;
```

```
unsigned char keypad_buf;
```

```
unsigned char TH0buff = 0xB7;
```

```
unsigned char TL0buff = 0xA9;
```

```
unsigned char round = 1;
```

```
unsigned char roundbuff = 10;
```

```
unsigned int i;
```

```
//**************************************************************************
```

```
//                                                                    KEYPAD
```

```
//
```

```
//**************************************************************************
```

```
/*
```

```
    '1'    '2'    '3'    '.'
```

```
    '4'    '5'    '6'    ...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'7'    '8'    '9'    ...
'*'    '0'    '#'    'E'

*/

void debounce_keypad(void)
{
    unsigned int time = 45000;
    while(time--);
}

unsigned char keypad_read()
{
    unsigned char row;
    P1 = 0xFE; //
    1111 1110 row = P1 & 0xF0; // xxxx 0000
    switch(row)
    {
        case 0xE0: //debounce_keypad();
            return '1'; //
    1110 1110 '1'
        case 0xD0: //debounce_keypad();
            return '2'; //
    1101 1110 '2'
        case 0xB0: //debounce_keypad();
            return '3'; // 1011 1110
    1101 1110 '3'
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }

    P1 = 0xFD; //
1111 1101

    row = P1 & 0xF0;
    switch(row){
        case 0xE0:
            //debounce_keypad();
            return '4'; //
1110 1101 '4'
        case 0xD0:
            //debounce_keypad();
            return '5'; //
1101 1101 '5'
        case 0xB0:
            //debounce_keypad();
            return '6'; // 1011 1101
'6'
    }

    P1 = 0xFB; //
1111 1011

    row = P1 & 0xF0;
    switch(row){
        case 0xE0:
            //debounce_keypad();

            return '7'; //
1110 1011 '7'

        case 0xD0:
            //debounce_keypad();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return '8'; // 1101 1011
'8'
case 0xB0:
//debounce_keypad();
return '9'; // 1011 1011
'9'
}

P1 = 0xF7; //
1111 0111
row = P1&0xF0;
switch(row){
case 0xE0:
//debounce_keypad();
return '*'; //
1110 0111 '*'
case 0xD0:
//debounce_keypad();
return '0'; // 1101 0111
'0'
case 0xB0:
//debounce_keypad();
return '#'; // 1011 0111
'#'
}

return 0; // No button
push
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void init_timer()
{
    TMOD = 0x21;
    TH0 = 0xB7;
    TL0 = 0xA9;
    EA = 1;
    ET0 = 1;
    //TR0 = 1; // comment

    for don't start at init
}

void sevice_timer0(void) interrupt 1 using 2
{
    //TH0buff,TL0buff,MulBuff
    TH0 = TH0buff; // reload timer
    TL0 = TL0buff; // reload timer

    if(--round == 0) // check round
    {
        outputp = !outputp; // Display pulse
        round = roundbuff; // reload round
    }
}

```

/\*\* Get number 0-9 or '\*' or '#' from keypad,write to LCD and return numpad data(in HEX)

```
unsigned char numpad2lcd(void)
```

```

{
    bit i = 1;
    unsigned char ch = 0x00;
    while(i)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    ch = keypad_read();
    if( (ch <= '9') && (ch >= '0') )
    {
        hex2lcdLbyte(ch);           // write number in ASCII to LCD
        debounce_keypad();
        i = 0;
        return(ch);
    }
    if( ch == '*' )
    {
        lcd_text('*');           // write symbol in ASCII to LCD
        debounce_keypad();
        i = 0;
        return(ch);
    }
    if( ch == '#' )
    {
        lcd_text('#');           // write symbol in ASCII to LCD
        debounce_keypad();
        i = 0;
        return(ch);
    }
}
}
}

```

```

/*****

```

```

// Configuration Pule By User

```

```

//

```

```

/*****

```

```

void ConfigPule()

```

```

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TR0 = 0;                // shutdown timer

while( !((keypad_buf <= '9') && (keypad_buf >= '0')) )
    keypad_buf = keypad_read();    // Read keypad

hex2lcdLbyte(keypad_buf);

// Display to LCD

debounce_keypad();

if(keypad_buf == '0')
{
    TH0buff = 0x00;
    //---MAX--->FFFF time min
    TL0buff = 0x00;    //---MIN--->0000
    roundbuff = 10;
}
else if(keypad_buf == '1')
{
    TH0buff = 0x00;
    TL0buff = 0x00;
    roundbuff = 7;
}
else if(keypad_buf == '2')
{
    TH0buff = 0x00;
    TL0buff = 0x00;
    roundbuff = 72;
}
else if(keypad_buf == '3')
{
    TH0buff = 0x00;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    66;
    }
    else if(keypad_buf == '4')
    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    62;
    }
    else if(keypad_buf == '5')
    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    57.5;
    }
    else if(keypad_buf == '6')
    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    54;
    }
    else if(keypad_buf == '7')
    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    51;
    }
    else if(keypad_buf == '8')
    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      =    0x00;
        roundbuff    =    49;
    }
    else if(keypad_buf == '9')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        TH0buff      = 0x00;
        TL0buff      = 0x00;
        roundbuff    = 46;
    }
}

/*****
// Generate Pule
//
*****/
void GenPule()
{
    //outputp = 0;
    //delay_pule();
    //outputp = 1;
    //delay_pule();
    TR0 = 1; //

start timer

// Display window 3
lcd_clear();
for(i=0;i<13;i++)
{
    lcd_text(window_3[i]);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        keypad_buf = 0x00; // Clear
buffer
}

```

```

void main(void)
{
    //serial_init();
    // buad rate 9600 bps use interrupt
    lcd_init();
    init_timer();
    keypad_buf = '#';
    // initial value
    while(1)
    {
        while( (keypad_buf == '#') // Goto

```

Configuration Pule

```

{
    //P2 = 0xAA;

    // Display window 1
    lcd_clear();
    for(i=0;i<13;i++)
    {
        lcd_text(window_1[i]);
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ConfigPule();

// Display window 2
lcd_clear();
for(i=0;i<15;i++)
{
    lcd_text(window_2[i]);
}

}

while( keypad_buf == '*' ) // Goto Generate Pule
{
    //P2 = 0x00;
    //lcd_text('B');
    GenPule();
}

P2 = 0xFF;
//lcd_text('C');

keypad_buf = numpad2lcd(); // Wait for push key
and display it.

// Need '*' or '#' to selecting mode

lcd_clear();

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้