สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220 โวลต์

HOME ELECTRIC APPLIANCE CONTROLLER VIA INTERNET AND POWER LINE

โดย

นายประภาส เสวิกา

นายอดุลย์ ฉาสืบ

นายอรรถพล รอดไพรี

ปพ.
ป347ค
2549

เลขหมู่......................................

เลขทะเบียน......72130......

วัน,เดือน,ปี...1...1...มี.ย...2550

b.....11763784

i...............................

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ)..............................ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ)..............................ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220 โวลต์
HOME ELECTRIC APPLIANCE CONTROLLER VIA INTERNET AND POWER LINE

โดย

นายประภาส เสวิกา 47015746

นายอดุลย์ ฉาสืบ 47015757

นายอรรถพล รอดไพรี 47015763

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์

รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220 โวลต์

HOME ELECTRIC APPLIANCE CONTROLLER VIA INTERNET AND POWER LINE

ผู้จัดทำ

1. นายประภาส เฉวิกา *47015746*
2. นายอดุลย์ ฉาสืบ 47015757
3. นายอรรถพล รอดไพรี 47015763

....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์)

....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220 โวลต์

HOME ELECTRIC APPLIANCE CONTROLLER VIA INTERNET AND POWER LINE

โดย นายประภาส เสวิกา 47015746

นายอดุลย์ ถาสืบ 47015757

นายอรรถพล รอดไพรี 47015763

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.วิวัฒน์ กีรานนท์

รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบเครื่องควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220โวลต์ ซึ่งโครงงานจะประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบโครงข่ายอินเตอร์เน็ตกับวงจรควบคุม โดยวงจรควบคุมทำหน้าที่ส่งสัญญาณคำสั่งควบคุมผ่านไปทางสายไฟ 220โวลต์แบบเฟสเดียว จุดที่ถูกควบคุมจะมีวงจรรับสัญญาณคำสั่งจากสายไฟ 220โวลต์ เพื่อทำการควบคุม(เปิด–ปิด)อุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้สามารถควบคุมหรือตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยผ่านหน้าเว็บทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะมีการตรวจสอบ รหัสผู้ใช้ รหัสผ่าน

ABSTRACT

This project presents the study and designation of the home electric appliance controller via internet and power line. The project is composed of the computer which connects to the internet network and the controller circuit. The controller transmits the controlling signal via the signal-phase 220 volt power line. At the controlled part, the receiver circuit control (turn on – turn off) the electric devices according with the received controlling signal. The user can control or monitor the status of the electric devices via web page in the internet which requires the authorized user name and password.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ศ.ดร.วิวัฒน์ กีรานนท์ และ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยวางแนวทางตลอดจนช่วยแนะนำสิ่งต่างๆ และข้อผิดพลาดรวมถึงสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำการทดลอง และขอบใจเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนในการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา

นายประภาส เสวิกา
นายอดุลย์ ถาสืบ
นายอรรถพล รอดไพรี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 หลักการทำงานของระบบ	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขตโครงงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 สภาพแวดล้อมของสายไฟฟ้า	4
2.1.1 ปัญหาการลดทอนของสัญญาณสื่อสาร	4
2.1.2 ปัญหาสัญญาณรบกวนต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลัง	4
2.2 มาตรฐานที่ต้องคำนึงในการสื่อสารบนสายไฟฟ้ากำลัง	4
2.2.1 การเลือกความถี่	5
2.2.2 ค่าแรงดันในการส่ง	5
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL 89C4051	5
2.4 หลักการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอล	6
2.5 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	10
2.6 วงจรเรโซแนนซ์	11
2.7 การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากำลัง	12
2.8 วงจรขยายกำลัง	12
2.8.1 วงจรขยายไม่กลับเฟส	12
2.8.2 วงจรขยายกลับเฟส	13
2.9 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232	14
2.9.1 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ	14
2.9.2 UART	17
2.9.3 วงจรภายในและรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS 232	18
2.9.4 ลักษณะสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของพอร์ต RS-232	18
2.9.5 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม	19
2.10 อินเตอร์เน็ต	19
2.11 การทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บบราวเซอร์	21
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	24
3.1 การออกแบบโมเด็ม	24
3.1.1 โมเด็มมาสเตอร์โมดูล	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.1.2 โมเด็มสเลฟโมดูล	26
3.2 การออกแบบส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	30
3.2.1 ส่วนมาสเตอร์โมดูล	30
3.2.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนมาสเตอร์โมดูล	31
3.2.3 ส่วนสเลฟโมดูล	33
3.2.4 การออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนสเลฟโมดูล	34
3.2.5 รูปแบบข้อมูล 8 บิตที่มาสเตอร์โมดูลส่งให้สเลฟโมดูล	34
3.3 ส่วนของเว็บเพจ	35
3.4 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์	40
3.5 วงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า	41
บทที่ 4 ผลการทดลอง	42
4.1 ผลการทดลองส่วนมาสเตอร์โมดูล	42
4.1.1 ผลการทดลองวงจรมอดูเลตแบบฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง	42
4.1.2 ผลการทดลองการคัปปลิ้งสัญญาณทางด้านส่ง	44
4.2 ผลการทดลองส่วนสเลฟโมดูล	48
4.2.1 ผลการทดลองการคัปปลิ้งสัญญาณทางด้านรับ	48
4.2.2 ผลการทดลองวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	51
4.2.3 ผลการทดลองภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง	54
4.3 ผลการทดลองส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์	55
4.4 ผลการทดลองวงจรโซลิดสเตทรีเลย์	61
4.5 ผลการทดลองวงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า	62
4.6 ผลการทดลองหน้าต่างเว็บเพจ	65
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	67
5.1 สรุปผลการทดลอง	67
5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน	68
5.3 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา	68
5.4 วิจารณ์โครงงาน	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ	2
2.1	สภาพแวดล้อมของสายไฟฟ้ากำลัง	4
2.2	ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051	6
2.3	แสดงการมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลแบบต่างๆ	7
2.4	หลักการทำงานวงจรผลิตความถี่ FSK	8
2.5	หลักการทำงานวงจรโวลต์เตจคอนโทรลในการกำเนิดสัญญาณ FSK	8
2.6	หลักการทำงานการดีมอดูเลตสัญญาณ FSK	9
2.7	แสดงการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	10
2.8	วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	10
2.9	วงจรเรโซแนนซ์	11
2.10	วงจรเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากำลัง	12
2.11	แสดงวงจรขยายไม่กลับเฟส	13
2.12	แสดงวงจรวงจรขยายแบบกลับเฟส	13
2.13	แสดงรูปร่างและตำแหน่งขา	15
2.14	การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ นัลโมเด็ม	16
2.15	การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สัญญาณ 3 เส้น	16
2.16	แสดงระบบอินเตอร์เน็ต	20
2.17	แสดงการร้องขอหน้าเว็บเพจของเว็บบราวเซอร์	21
2.18	แสดงการส่งหน้าเว็บเพจไปให้เว็บบราวเซอร์	22
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในโมเด็มมาสเตอร์โมดูล	24
3.2	วงจรกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง	24
3.3	แสดงการหาค่าเรโซแนนซ์ของทรานฟอร์เมอร์ตัวส่ง	25
3.4	แสดงวงจรคัปปลิ้งทางด้านส่ง	26
3.5	บล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในโมเด็มสเลฟโมดูล	26
3.6	แสดงการหาค่าเรโซแนนซ์ของทรานฟอร์เมอร์ตัวรับ	27
3.7	แสดงวงจรคัปปลิ้งทางด้านรับ	27
3.8	แสดงวงจรขยายสัญญาณ	27
3.9	วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	28
3.10	วงจรดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง	29
3.11	วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนมาสเตอร์โมดูล	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.12 แสดงการทำงานของโปรแกรมของส่วนมาสเตอร์โมดูล 31
3.13 แสดงการทำงานของโปรแกรมการทำงานในส่วนของการส่งข้อมูลทีละบิต 32
3.14 แสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการอินเตอร์รัพต์ 32
3.15 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนสเลฟโมดูล 33
3.16 แสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของสเลฟโมดูล 34
3.17 รูปแบบข้อมูล 8 บิตที่มาสเตอร์โมดูลส่งให้สเลฟโมดูล 34
3.18 แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต 36
3.19 แสดงผังการทำงานในส่วนเอเอสพี 37
3.20 แสดงผังการทำงานในส่วนเอเอสพี 38
3.21 แสดงตารางสมาชิก 39
3.22 แสดงตารางสเตตัส 39
3.23 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์ 40
3.24 วงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า 41
4.1 แสดงสัญญาณความถี่เอาท์พุทของลอจิก “0” 42
4.2 แสดงสัญญาณความถี่เอาท์พุทของลอจิก “1” 42
4.3 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง 43
4.4 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง 43
4.5 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 100 กิโลเฮิรตซ์ 44
4.6 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 120 กิโลเฮิรตซ์ 44
4.7 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 130 กิโลเฮิรตซ์ 45
4.8 กราฟแสดงความถี่เรโซแนนซ์ทางด้านส่ง 45
4.9 แสดงอินพุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง เทียบกับเอาท์พุทของคัปปลิ้งด้านส่ง 46
4.10 แสดงอินพุท และ เอาท์พุทของคัปปลิ้งด้านส่ง 46
4.11 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220 โวลต์ 47
4.12 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220 โวลต์ เมื่อมีการส่งข้อมูล 47
4.13 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220 โวลต์ เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล 48
4.14 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 100กิโลเฮิรตซ์ 48
4.15 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 120 กิโลเฮิรตซ์ 49
4.16 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 130 กิโลเฮิรตซ์ 49
4.17 กราฟแสดงความถี่เรโซแนนซ์ทางด้านรับ 50
4.18 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกมาจากสายไฟฟ้า 220 โวลต์ 50
4.19 กราฟแสดงการกรองแถบความถี่ผ่าน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.20 แสดงสัญญาณเอาท์พุทของแบนด์พาสฟิลเตอร์ 52
4.21 แสดงวงจรกรองสัญญาณที่ภาวะลอจิก “0” 52
4.22 แสดงวงจรกรองสัญญาณที่ภาวะลอจิก “1” 53
4.23 แสดงสัญญาณเมื่อคัปปลิ้งออกมาจากแบนด์พาสฟิลเตอร์ 53
4.24 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง 54
4.25 แสดงสัญญาณอินพุทภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง
และเอาท์พุทของภาคดีมอดูเลตอสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง 54
4.26 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1
ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 55
4.27 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2
ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 55
4.28 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 56
4.29 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 56
4.30 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1
ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 57
4.31 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2
ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 57
4.32 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 58
4.33 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 58
4.34 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1
ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 59
4.35 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2
ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 59
4.36 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 60
4.37 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มเอาท์พุทของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมด
ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.38 แสดงสัญญาณที่เข้าอินพุทของวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เทียบกับเอาท์พุทวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นถูกสั่งปิดเอาไว้ 61

4.39 แสดงสัญญาณที่เข้าอินพุทของวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เทียบกับเอาท์พุทวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นถูกสั่งเปิดเอาไว้ 61

4.40 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล) เทียบกับข้อมูลที่ส่ง 62

4.41 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลที่รับ 62

4.42 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด 63

4.43 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด 63

4.44 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด 64

4.45 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด 64

4.46 แสดงหน้าเว็บหน้าแรกจากการเปิดเว็บ 65

4.47 แสดงหน้าต่างสมัครสมาชิก 65

4.48 แสดงหน้าต่างคอนโทรลอุปกรณ์ไฟฟ้า 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ช่วงความถี่ที่ใช้ได้ตามมาตรฐาน EN50065-1	5
2.2 การจัดขา DB-9 และ DB-25	15
2.3 ข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411 Hที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม	19
4.1 แสดงการหาค่าความถี่เรโซแนนท์ (ตัวส่ง)	45
4.2 แสดงการหาค่าความถี่เรโซแนนท์ (ตัวรับ)	50
4.3 แสดงการทดลองวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันอุปกรณ์ไฟฟ้ามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เรามาก ภายในบ้านมีอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆซึ่งอยู่ในตำแหน่งต่างๆทำให้เกิดความไม่สะดวก ทำให้มีการคิดค้นเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าระยะไกล เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างสะดวกสบายเช่น เครื่องควบคุมโดยใช้รีโมทคอนโทรล หรือ เครื่องควบคุมระยะไกลผ่านสายสัญญาณคู่เป็นต้น อย่างไรก็ตามการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัด โดยการควบคุมโดยรีโมทคอนโทรลมีข้อจำกัดทางด้านระยะทางในการควบคุมและการควบคุมระยะไกลผ่านสายสัญญาณคู่มีข้อจำกัดทางด้านการที่จะต้องติดตั้งสายสัญญาณไปตามจุดต่างๆใหม่ ทำให้เกิดความยุ่งยากและสิ้นเปลือง

โครงงานเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220โวลต์ นี้ได้ทำการออกแบบเครื่องควบคุมระยะไกล ที่ส่งสัญญาณควบคุมผ่านเข้าไปในสายไฟฟ้ากำลังที่ติดตั้งอยู่แล้วภายในบ้าน โดยที่การส่งสัญญาณควบคุมจะมีลักษณะเดียวกับการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล โดยนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงานทั้งทางด้านรับและส่งสัญญาณให้มีประสิทธิภาพ สามารถสั่งงานได้จากทางคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การส่งสัญญาณควบคุมผ่านสายไฟฟ้ากำลังจะช่วยลดความยุ่งยากและสิ้นเปลืองในการติดตั้งสายส่งสัญญาณและยังส่งผลให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในสถานที่นั้นด้วย

1.2 หลักการทำงานของระบบ

การทำงานของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220โวลต์ สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

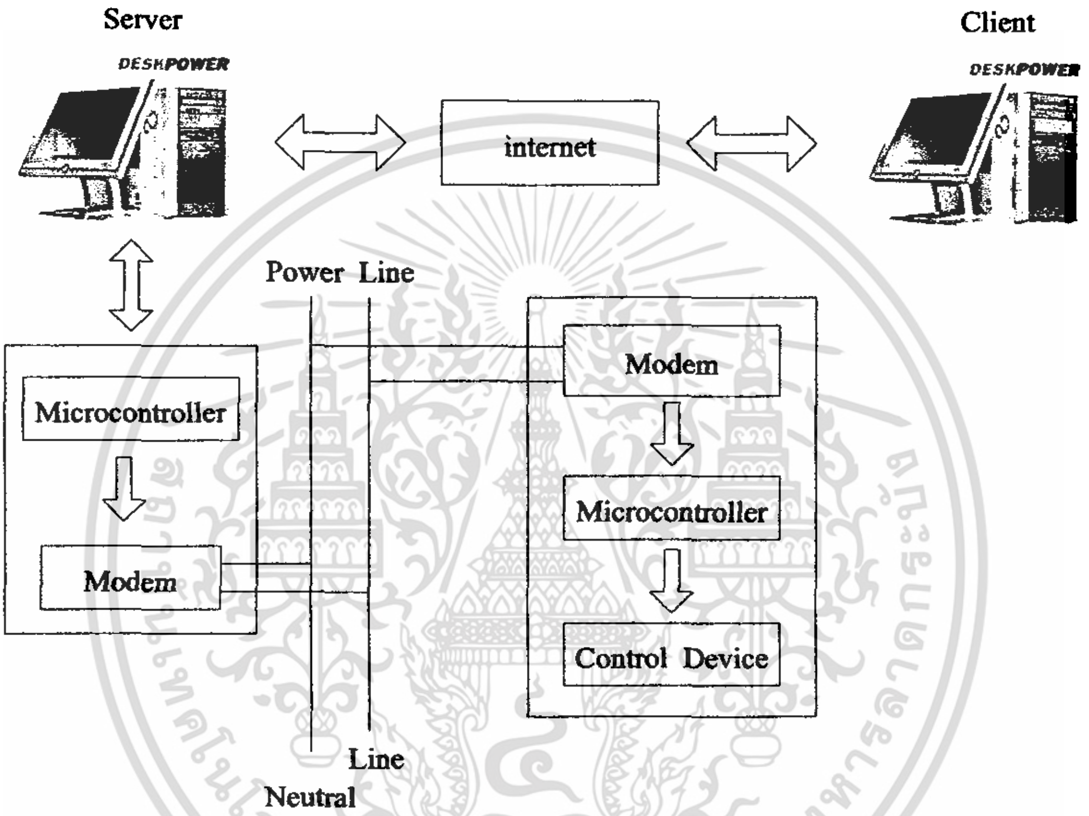
1. ส่วนอินเตอร์เน็ต ในการเชื่อมต่อเพื่อรับและส่งข้อมูลเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน นั้นต้องมีการสื่อสารข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต โดยที่จะใช้คอมพิวเตอร์ภายในบ้านทำเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์คอยให้มีการร้องขอเข้ามาใช้งานจากไคลเอนต์ เพื่อขอเปิดหน้าเว็บเพจเพื่อที่จะใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตและสายไฟ 220โวลต์
2. ส่วนภาคมาสเตอร์โมดูล เป็นส่วนของการส่งสัญญาณควบคุมระบบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลการเปิดและปิดอุปกรณ์ของแต่ละแอดเดรส โดยสามารถเลือกสวิตซ์ที่จะควบคุมได้สูงสุด 4 สวิตซ์ต่อ 1 แอดเดรส จากนั้นจะส่งข้อมูลไปในส่วนของโมเด็มตัวส่ง ซึ่งเป็นส่วนของการผลิตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งจากข้อมูลดิจิตอลที่รับเข้ามาแล้วทำการคัปปลิ้งสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งไปกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับของสายไฟฟ้ากำลังภายในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนของภาคสเลฟโมดูล เป็นภาคของการถอดรหัสข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้งาน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

สัญญาณที่รับจากสายไฟฟ้ากำลังจะเข้าสู่โมเด็มตัวรับ โดยที่โมเด็มจะทำการแยกสัญญาณไฟฟ้าออก จากนั้นทำการกรองความถี่เอาสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งที่ต้องการไปทำการดีมอดูเลต เพื่อนำข้อมูลดิจิตอลที่ได้ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจสอบว่าตรงกับแอดเดรสของตัวเองหรือไม่เพื่อจะได้ทำงานตามแอดเดรสและควบคุมอุปกรณ์ให้ทำหน้าที่ปิดหรือเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการ



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบสร้างเครื่องควบคุมระยะไกล ผ่านสายไฟฟ้ากำลังควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน รองรับสวิตช์สั่งงานควบคุมได้ 4 สวิตช์ โดยรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2. เพื่อออกแบบสร้างวงจรมอดูเลตและดีมอดูเลตแบบฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งใช้เป็นสัญญาณควบคุมแบบดิจิตอล เพื่อใช้ในวงจรเครื่องรับและส่งสัญญาณควบคุม

3. เพื่อออกแบบสร้างวงจรเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากำลังและวงจรกรองแถบความถี่ผ่านเพื่อใช้ในวงจรเครื่องรับและส่งสัญญาณควบคุม

4. เพื่อออกแบบสร้างวงจรควบคุมการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

5. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

6. เพื่อศึกษาการเขียนเว็บไซต์ ซึ่งใช้ในการสั่งการอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตโครงงาน

สามารถสร้างเครื่องรับและส่งสัญญาณควบคุมผ่านสายไฟฟ้ากำลัง เพื่อควบคุมการเปิดและปิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆภายในห้องได้จากคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านสายไฟฟ้ากำลังจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
2. อำนวยความสะดวกในการควบคุมการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในห้อง
3. ศึกษาวิธีการสื่อสารข้อมูลผ่านสายไฟฟ้ากำลัง
4. ศึกษาวิธีการเชื่อมต่อสัญญาณเข้าไปในสายไฟฟ้ากำลัง
5. ศึกษาการออกแบบวงจรกรองความถี่
6. ออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์
7. สามารถออกแบบเว็บไซต์ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 สภาพแวดล้อมของสายไฟฟ้ากำลัง

เนื่องจากสายส่งของระบบไฟฟ้ากำลังถูกออกแบบมา เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณไฟฟ้ากำลังที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงการนำมาส่งสัญญาณสื่อสารความถี่สูงดังนั้นปัญหาสำคัญที่อาจจะเกิดขึ้นกับการส่งสัญญาณสื่อสารดังนี้

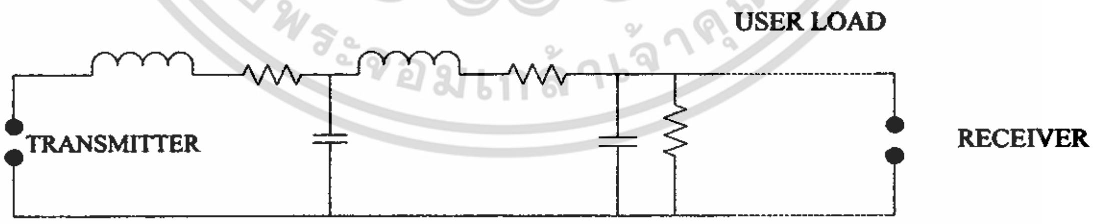
2.1.1 ปัญหาการลดทอนของสัญญาณสื่อสาร

เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้า ซึ่งอิมพีแดนซ์จะเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า การที่จุดเชื่อมต่อของสายไฟฟ้ามีอิมพีแดนซ์ไม่เท่ากันสัญญาณสื่อสารบางส่วนจะสะท้อนกลับทำให้เกิดการลดทอน จากการติดตั้งสายไฟฟ้าหลายเส้นทาง เนื่องมาจากระบบไฟฟ้ากำลังจะมีการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปตามสายไฟฟ้าหลายเส้นทางและความยาวของสายไฟก็จะต่างกัน สัญญาณสื่อสารที่ส่งไปในสายไฟฟ้าเส้นต่างๆ จะมีเฟสต่างกันหากมาบรรจบกันสัญญาณอาจถูกลดทอนหรืออาจหายไปเมื่อจุดบรรจบนั้นมีสัญญาณสื่อสารจากสองเส้นทางที่มีเฟสต่างกัน 180 องศา

2.1.2 ปัญหาสัญญาณรบกวนต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลัง

ในระบบไฟฟ้ากำลังมีสัญญาณรบกวนมากมายที่สำคัญคือ สัญญาณรบกวนจากการทำงานของวงจรหรี่ไฟทำให้เกิดสไปรส์ขนาด 20 -50โวลต์ ในช่วงความถี่100-120 เฮิรตซ์ สัญญาณรบกวนจากสวิตซ์ชิ่งพาวเวอร์ซัพพลายจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนในช่วงความถี่ 20-100 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณจากการส่งอินเตอร์คอมจะส่งคลื่นพาห์ในช่วงความถี่ 150-500 กิโลเฮิรตซ์และจากการทำงานของโหลดประเภทอินดัคทีฟจะเกิดสัญญาณรบกวนอิมพัลส์ขึ้นในระบบสายส่งระบบไฟฟ้ากำลัง

อิมพีแดนซ์ภายในสายส่งมีค่า 10-100โอห์ม ขนาดของตัวเก็บประจุภายในสายประมาณ 10-1000 พิโคฟารัดต่อ 1000 ฟุต ขนาดความต้านทานในสายประมาณ 0.1–1โอห์มต่อ1000ฟุต ความต้านทานในสายยังมีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย



รูปที่ 2.1 สภาพแวดล้อมของสายไฟฟ้ากำลัง

2.2 มาตรฐานที่ต้องคำนึงในการสื่อสารบนสายไฟฟ้ากำลัง

มาตรฐาน EN50065-1 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวกับการสื่อสารบนสายไฟฟ้ากำลังมีข้อกำหนดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การเลือกความถี่

มาตรฐาน EN50065-1 กำหนดความถี่ของการส่งสัญญาณสื่อสารบนสายไฟฟ้ากำลังไว้ที่ความถี่ 3-148 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ช่วงความถี่ดังนี้

ตาราง 2.1 ช่วงความถี่ที่ใช้ได้ตามมาตรฐาน EN50065-1

Electricity supply 3 kHz - 95kHz	Home system 95 kHz - 125kHz	Home system 125 kHz - 140kHz	Alarm & security 140kHz - 148kHz
	Free access		

ในโครงงานนี้เลือกใช้ความถี่ 115 กิโลเฮิรตซ์ และ 125 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ใช้ได้อย่างอิสระ

2.2.2 ค่าแรงดันในการส่ง

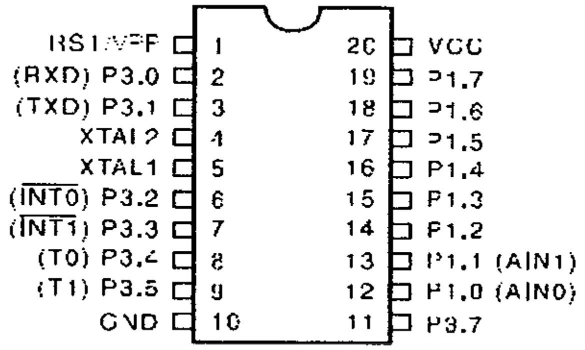
ค่าแรงดันที่สามารถทำส่งภายในที่อยู่อาศัยกำหนดไว้ไม่เกิน 3.56 โวลต์ ส่วนในสถานที่พิเศษ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมถูกกำหนดไว้ไม่เกิน 23.8 โวลต์ ดังนั้นในการออกแบบจึงควรให้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดดังกล่าวนี้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL 89C4051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL 89C4051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเป็น ไอซี 20 ขา ที่ใช้งานง่ายมีรูปแบบคำสั่งและสถาปัตยกรรมโดยทั่วไปเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 คุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

- มีหน่วยความจำโปรแกรมแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์ สามารถโปรแกรมซ้ำใหม่ได้ 1000 ครั้ง
- มีหน่วยความจำแรม 8บิต ขนาด 128ไบต์ บรรจุอยู่ภายใน
- ทำงานได้ในช่วงแรงดัน 2.7 – 6 โวลต์
- ใช้ความถี่สัญญาณนาฬิกาได้ตั้งแต่ 0-24 เมกะเฮิรตซ์
- มีพอร์ตอินพุทและเอาท์พุทให้ใช้งาน 15 ตำแหน่ง
- มีระบบป้องกันการคัดลอกโปรแกรม 2 ระดับ
- มีวงจรไทม์เมอร์และวงจรนับ16 บิต 2 ชุด
- มีวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแอนาลอก 1 ช่องสัญญาณ
- มีระบบประหยัดพลังงาน
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุท
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C4051

2.4 หลักการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอล

หลักการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอลโดยการมอดูเลต

การสื่อสารในปัจจุบันได้นิยมนำเอาการ มอดูเลตสัญญาณแบบดิจิตอลมอดูเลชั่นมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะว่าระบบดิจิตอลให้ค่าความแน่นอนน่าเชื่อถือสูงกว่าระบบแอนาลอกและมีการรบกวนอันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนต่ำ ซึ่งในระบบปัจจุบันนี้ อุปกรณ์ต่างๆ ในด้านดิจิตอลได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ต่ำลงและนอกจากนี้แล้วระบบดิจิตอลมอดูเลชั่นยังสามารถทำการเข้ารหัสก่อนทำการมอดูเลตแล้วทำการถอดรหัสหลังการดีมอดูเลต ทำให้การส่งข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยลง ในการมอดูเลชั่นทางดิจิตอลมีด้วยกัน 3 แบบใหญ่ๆ คือ

1. การเปลี่ยนขนาดของสัญญาณตามสัญญาณดิจิตอล (ASK: Amplitude Shift Keying)
2. การเปลี่ยนความถี่ตามสัญญาณดิจิตอล (FSK: Frequency Shift Keying)
3. การเปลี่ยนเฟสตามสัญญาณดิจิตอล (PSK: Phase Shift Keying)

การเปลี่ยนขนาดของสัญญาณตามสัญญาณดิจิตอล(ASK: Amplitude Shift Keying)

รูปคลื่นที่ได้จากการมอดูเลตสัญญาณแบบดิจิตอลเปลี่ยนขนาดตามสัญญาณที่ได้ ตามระดับของสัญญาณดิจิตอลที่เปลี่ยนแปลงไป ที่ระดับดิจิตอลมีสถานะเป็นลอจิก "0" สัญญาณพาห์ที่ได้จะมีขนาดอยู่ในระดับต่ำ และถ้าสัญญาณที่ได้มีสถานะเป็นลอจิก "1" สัญญาณพาห์ที่ได้จะอยู่ในระดับที่สูง วงจรที่ใช้มอดูเลตเป็นวงจรที่ง่าย ราคาถูก แต่ข้อเสียคือ วงจรทางภาคดีมอดูเลตจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย อันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนที่จะมีผลต่อขนาดของสัญญาณและทางภาครับยังต้องมีวงจรชดเชยการลดทอนของสัญญาณในสายอัตโนมัติและอัตราการส่งข้อมูลอยู่ในระดับที่ต่ำ

การเปลี่ยนความถี่ตามสัญญาณดิจิตอล (FSK: Frequency Shift Keying)

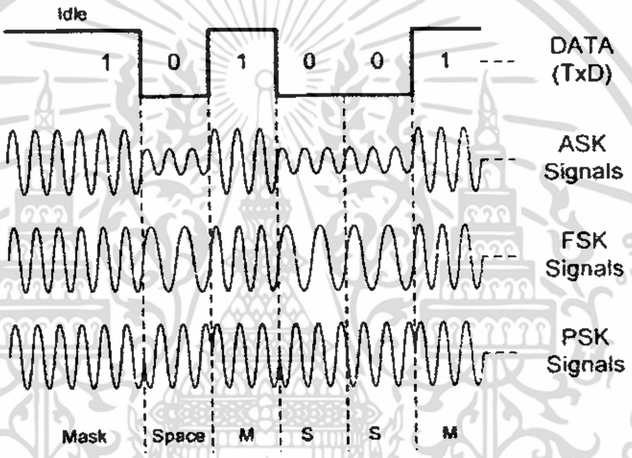
รูปคลื่นที่ได้จาการมอดูเลตสัญญาณแบบนี้ จะเป็นการเปลี่ยนความถี่ตามสัญญาณดิจิตอล ถ้าสัญญาณดิจิตอลเป็น "0" หรือเป็น "1" สัญญาณคลื่นพาห์ที่ได้จะมีความถี่ที่ต่างกัน อัตราการส่งข้อมูลจะมีอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่าการมอดูเลตสัญญาณทางดิจิตอลแบบ ASK เล็กน้อย สำหรับการส่งสัญญาณในสายที่มีแบนด์วิดท์ไม่เกิน 3.4 กิโลเฮิรตซ์ จะสามารถส่งอัตราบิตเรทได้ไม่เกิน 1200 บิตต่อวินาที และวงจรยังมีส่วนประกอบของวงจรที่ง่ายและมีเสถียรภาพต่อสัญญาณรบกวนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนเฟสตามสัญญาณดิจิตอล (PSK: Phase Shift Keying)

รูปคลื่นพาห์ที่ได้จะมีการเปลี่ยนเฟสตามสัญญาณดิจิตอล จะส่งสัญญาณที่ความถี่เดียวกันแต่เฟสของสัญญาณ จะต่างกันตามสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามา “0” กับ “1” มีเฟสต่างกัน 180องศา วงจรของภาครับและภาคส่งข้อมูลมีความยุ่งยาก ราคาสูง แต่สามารถส่งอัตราข้อมูลได้สูงกว่า 1200 บิตต่อวินาที แต่ไม่ค่อยมีเสถียรภาพต่อสัญญาณรบกวนนัก

จากที่กล่าวมาการส่งสัญญาณแบบ FSK จะมีเสถียรภาพต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าการส่งสัญญาณดิจิตอลแบบ ASK และแบบ PSK ถึงแม้ว่าอัตราการส่งข้อมูลอยู่ในระดับที่น้อยกว่าแบบ PSK แต่การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่จำเป็นจะต้องใช้อัตราการส่งข้อมูลที่สูงมากนัก แต่ต้องการความเสถียรภาพต่อสัญญาณที่สูงดังนั้นเราจึงเลือกใช้การส่งข้อมูลแบบ FSK



รูปที่ 2.3 แสดงการมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลแบบต่างๆ

การมอดูเลตแบบ FSK ที่ใช้จะใช้ความถี่อยู่ 2 ความถี่ ที่สถานะลอจิก “1” ใช้ความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ เป็นความถี่มาร์ค(Mark Frequency) และที่สถานะลอจิก “0” ใช้ความถี่ 115 กิโลเฮิรตซ์ เป็นความถี่สเปซ(Space Frequency) อัตราการส่งข้อมูลทางอินพุทเรียกว่าอัตราบิตโดยมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาทีโดยการส่งสัญญาณนี้อัตราบิตต้องเท่ากันเสมอ

สัญญาณที่ลอจิก “0” ให้เป็น ω_1 และที่ลอจิก “1” ให้เป็น ω_2 และเราก็จะได้สมการการมอดูเลตแบบ FSK ตามสมการนี้

$$V(t) = A\cos(\omega_c \pm \Delta\omega)t \qquad (2.1)$$

A = ขนาดของสัญญาณ

ω_c = $2\pi fc$

$\Delta\omega$ = ความถี่เบี่ยงเบนของความถี่มาร์คและความถี่สเปซ

t = เวลา

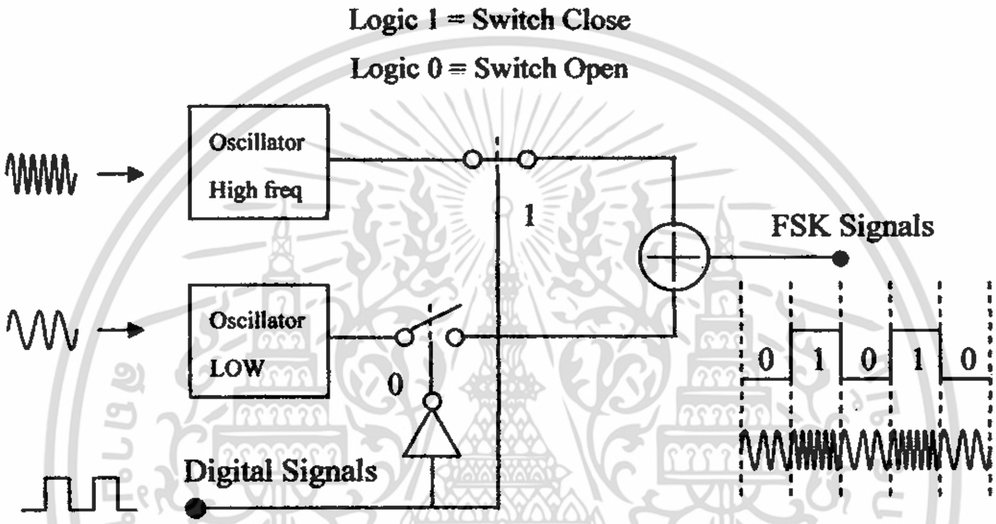
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ (FSK Modulator)

การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ คือการมอดูเลตทางความถี่ของคลื่นพาห์ โดยความแตกต่างกันของความถี่ คลื่นพาห์จะบอกถึงค่าของข้อมูลดิจิตอล

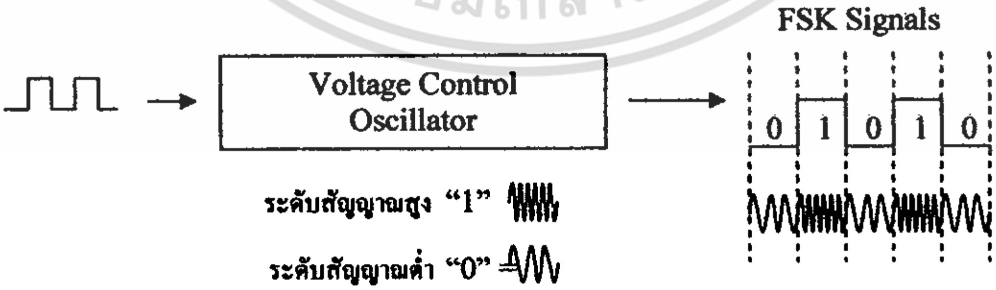
การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลทางความถี่ จะทำการเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรมเป็นคลื่นไซน์แอนาลอก โดยความถี่สูงแทนลอจิก "1" หรือความถี่ "มาร์ค" และความถี่ต่ำแทนลอจิก "0" หรือความถี่ "สเปซ" โดยป้อนข้อมูลดิจิตอลเข้าสู่วงจรผลิตความถี่ FSK(FSK Generator) ตามรูปที่ 2.4

วงจรผลิตความถี่ FSK จะทำหน้าที่ เปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลเป็นความถี่คลื่นไซน์แอนาลอกตามระดับของลอจิกของสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของวงจรผลิตความถี่ FSK

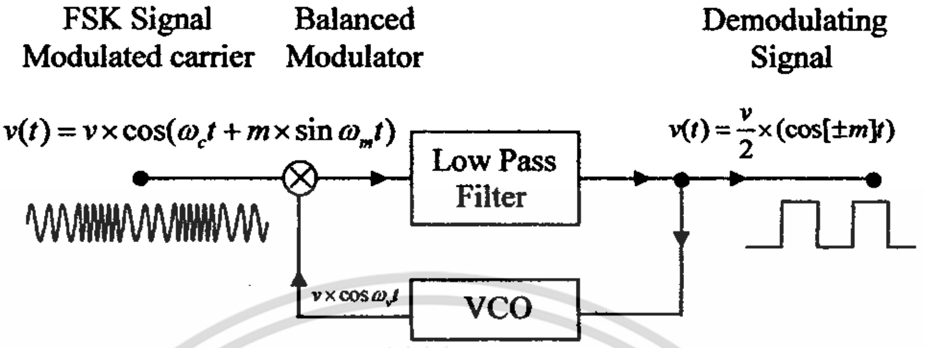
การทำงานตามรูปข้างบนนี้จะมีวงจรกำเนิดความถี่ 2 วงจรคือ วงจรผลิตความถี่สูงและวงจรผลิตความถี่ต่ำ ในการกำเนิดสัญญาณ FSK เบื้องต้นนั้นเราจะใช้สวิตช์ในการเปิดหรือปิด ความถี่ดังรูปข้างบน โดยสัญญาณดิจิตอลลอจิก "1" จะถูกแทนด้วยความถี่สูงและ สัญญาณดิจิตอล "0" จะถูกแทนด้วยความถี่ต่ำ จากนั้นจะส่งมารวมกันให้เป็นสัญญาณ FSK ส่งออกไปยังวงจรภาคต่อไป



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานวงจรโวลต์เตจคอนโทรลในการกำเนิดสัญญาณ FSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิตอลจะถูกป้อนเข้าสู่ วงจรโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ เพื่อจะทำการเปลี่ยนเป็นสัญญาณมอดูเลตทางความถี่โดยวงจรโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่ในการแปลงระดับลอจิกของสัญญาณดิจิตอลไปเป็นความถี่ต่างๆ



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานการดีมอดูเลตสัญญาณ FSK

หลักการทำงานก็คือแรงดันกระแสตรงที่ออกมาจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน จะถูกใช้ควบคุมความถี่ของโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ ซึ่งถ้าความถี่อินพุทเปลี่ยนไปแรงดันที่ควบคุมโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์นี้ก็จะเปลี่ยน วงจรนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงแรงดันนี้ไปเปลี่ยนแรงดันที่ควบคุมโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ ให้เคลื่อนไปตามอินพุทด้วยก็จะทำให้ลูปซึ่งควบคุมความถี่ด้วยโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์นี้ทำงานกับความถี่อินพุท ถ้าการเปลี่ยนแปลงของความถี่อินพุทอันเนื่องมาจากอินพุทสัญญาณมอดูเลตทางความถี่ โวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ที่ควบคุมแรงดันก็จะเป็นแรงดันซึ่งเปลี่ยนแปลงเป็นขั้วด้วยสัญญาณมอดูเลตทางความถี่ ดังนั้นโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ที่ควบคุมแรงดัน จะเป็นตัวดีมอดูเลตข้อมูลสัญญาณมอดูเลตทางความถี่

สัญญาณ FSK และเอาท์พุทของโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์จะผ่านเข้ามาสู่วงจรคูณ (Balance Modulator) ให้สัญญาณมอดูเลตทางความถี่มีสมการเป็น

$$v(t) = v\cos(\omega_c t + m\sin(\omega_m t)) \quad (2.2)$$

และด้วยรูปคลื่นมอดูเลตที่เป็นไบนารี่ก็จะได้

$$v(t) = v\cos(\omega_c t + m) \quad (2.3)$$

ให้สัญญาณโวลต์เตจคอนโทรลออสซิลเลเตอร์เป็น $v\cos(\omega_v t)$ เมื่อคูณเข้าด้วยกันจะได้

$$\begin{aligned} v(t) &= v^2\cos(\omega_c t \pm m)\cos\omega_v t \\ &= \frac{v^2}{2}\left[\cos((\omega_c + \omega_v)t \pm m) + \cos((\omega_c - \omega_v)t \pm m))\right] \end{aligned} \quad (2.4)$$

ถ้าความถี่ ω_c และ ω_v มีค่าเท่ากันก็จะได้

$$v(t) = \frac{v^2}{2}\left[\cos(2\omega t \pm m) + \cos(\pm m)\right] \quad (2.5)$$

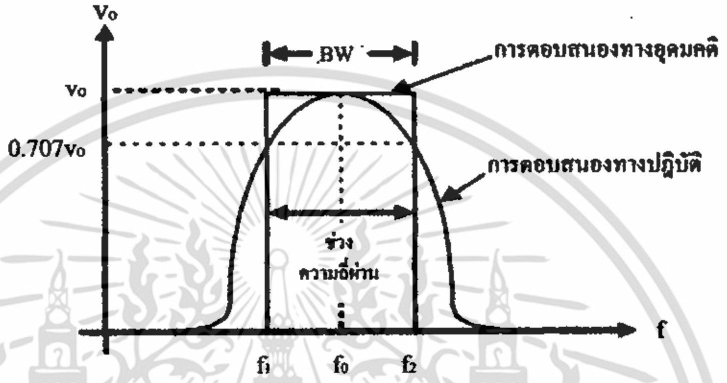
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเทอมของ 2ω จะถูกกรองออกไปด้วยวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเหลือแต่

$$v(t) = \frac{v^2}{2}\cos(\pm m) \tag{2.6}$$

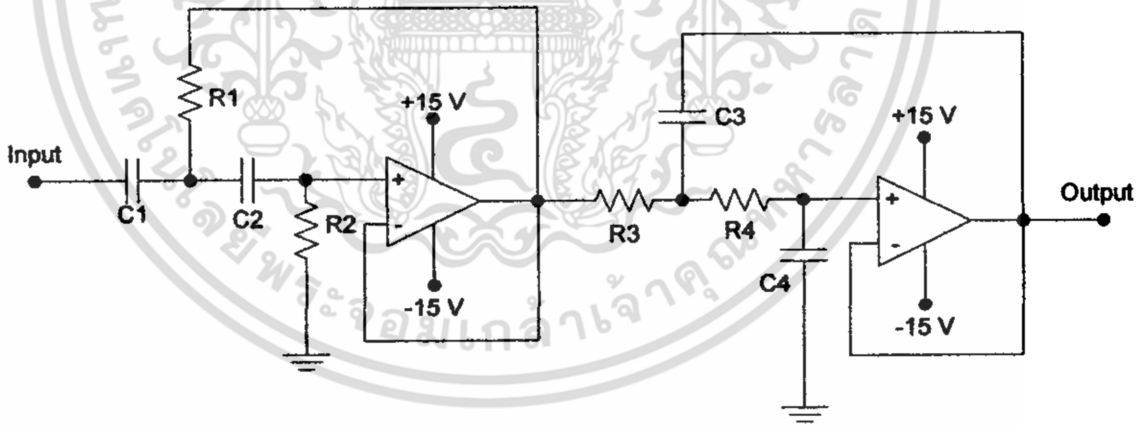
2.5 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน(Band Pass Filter)หรือย่อว่า BPF เป็นวงจรที่กรองเฉพาะความถี่ที่ต้องการออกมาเท่านั้น ดังนั้นการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองแถบความถี่ผ่านนี้จะเป็นดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

ความถี่ศูนย์กลางก็สามารถกำหนดได้จากค่าของอุปกรณ์ที่นำมาต่อในวงจรเช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.8 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

จะเห็นว่าใช้วงจรกรองความถี่สูงผ่านและวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านมาต่อร่วมกัน ดังนั้นจะสามารถคำนวณหาความถี่คัดออฟ f_1 และ f_2 ได้จาก

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}} \tag{2.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_3R_4C_3C_4}} \tag{2.8}$$

โดยที่ความถี่ f_1 นี้จะเป็นคัดออฟด้านความถี่สูงผ่านและความถี่ f_2 ก็จะเป็นคัดออฟ ด้านความถี่ต่ำผ่าน

2.6 วงจรเรโซแนนซ์

เป็นวงจรที่ต่อรวมกันระหว่าง ตัวเก็บประจุ กับขดลวดเหนี่ยวนำเพื่อวัตถุประสงค์ให้วงจรเรโซแนนซ์เลือกความถี่

รูปที่ 2.9 วงจรเรโซแนนซ์

วงจรเรโซแนนซ์จะยอมให้ความถี่ค่าหนึ่งผ่านได้ดี เรียกว่าความถี่เรโซแนนซ์ ที่ความถี่เรโซแนนซ์วงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรมจะมีกระแสผ่านวงจรมากที่สุดโดยมีแรงดันตกคร่อมต่ำที่สุด ส่วนวงจรแบบขนานกระแสจะไหลผ่านน้อยโดยมีแรงดันตกคร่อมมากที่สุด ซึ่งจะคำนวณหาค่าความถี่เรโซแนนซ์ได้จาก

$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{2.9}$$

Fr : ค่าความถี่เรโซแนนซ์(Hz)

L : ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด (H)

C : ค่าความจุของตัวเก็บประจุ (F)

สมการนี้สามารถใช้คำนวณได้ทั้งแบบขนานและ แบบอนุกรม

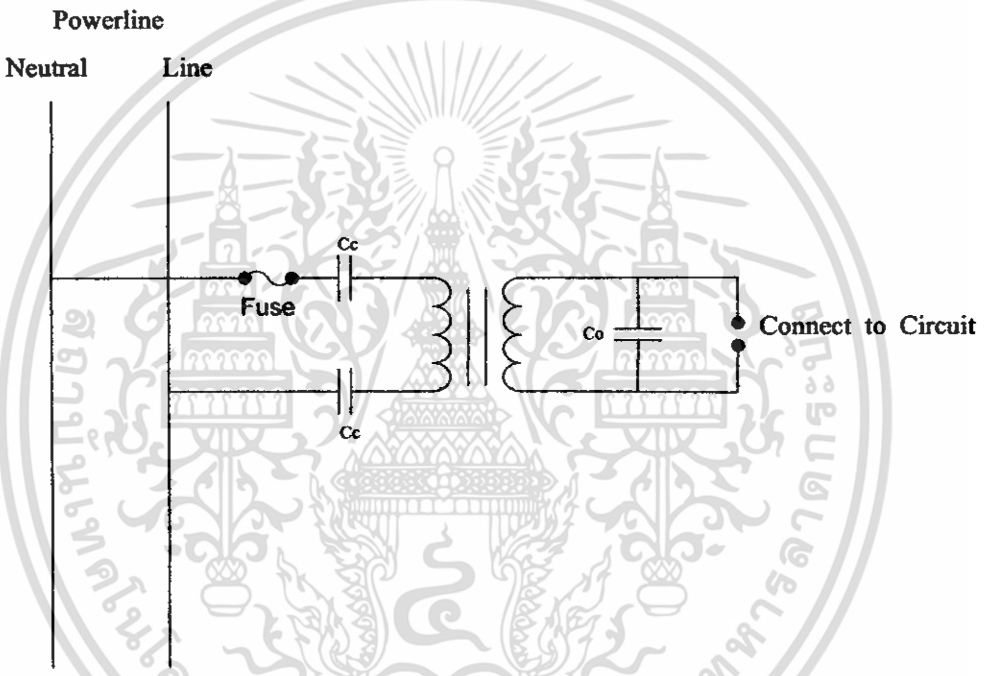
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากำลัง

จะใช้หลักการ ขดลวดของหม้อแปลงและตัวเก็บประจุมาทำการคัปปลิ้งในการส่งสัญญาณไปในสายไฟฟ้า

ใช้หม้อแปลงเป็นตัวเชื่อมต่อโดยทำหน้าที่เป็นวงจรเรโซแนนซ์ และกรองความถี่ผ่าน ส่งสัญญาณเข้าไปในสายไฟฟ้ากำลังและป้องกันอันตรายจากสัญญาณไฟฟ้ากำลังโดยทำหน้าที่แยกกราวด์ของวงจรกับระบบไฟฟ้าออกจากกัน ส่วนตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่ ป้องกันไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งจะคอยตัดแรงดันสูงจากสายส่ง

ในโครงงานนี้เลือกใช้หม้อแปลง ไอเอฟของวิทยุ ชนิดสีดำมาใช้ ด้านปฐมภูมินำมาต่อขนานกับตัวเก็บประจุเพื่อให้เป็นวงจรเรโซแนนซ์



รูปที่ 2.10 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมกับสายไฟฟ้ากำลัง

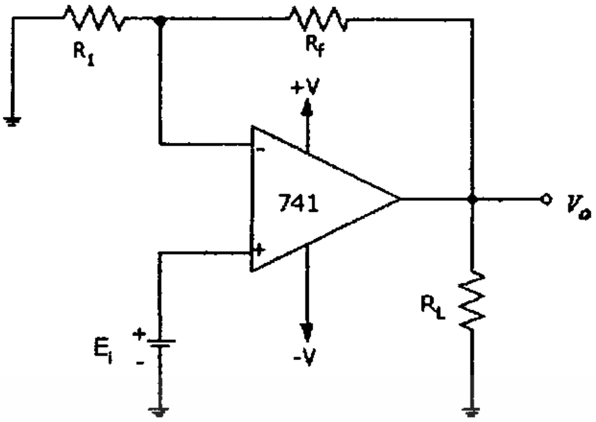
ส่วนด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไอเอฟ จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับด้านไฟฟ้ากำลัง โดยก่อนเข้าสู่สายไฟฟ้าต้องผ่านตัวเก็บประจุเพื่อแยกระหว่างความถี่สูงและความถี่ต่ำออกจากกันและป้องกันแรงดันสูงจากสายไฟฟ้า

2.8 วงจรขยาย (Amplifier)

2.8.1 วงจรขยายไม่กลับเฟส (Non – Inverting Amplifier)

เป็นวงจรที่มีลักษณะที่ป้อนสัญญาณอินพุทเข้าที่ขานอนอินเวอร์ติ้งหรือขาบวก ซึ่งจะให้สัญญาณเอาท์พุทมีลักษณะที่เหมือนกับสัญญาณอินพุท ไม่กลับเฟสและอัตราการขยายแรงดันของวงจรชนิดนี้จะมีตั้งแต่ หนึ่งเท่าขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรขยายไม่กลับเฟส

อัตราการขยายของสัญญาณสามารถคำนวณได้จาก

$$G = 1 + \frac{R_f}{R_i} \quad (2.10)$$

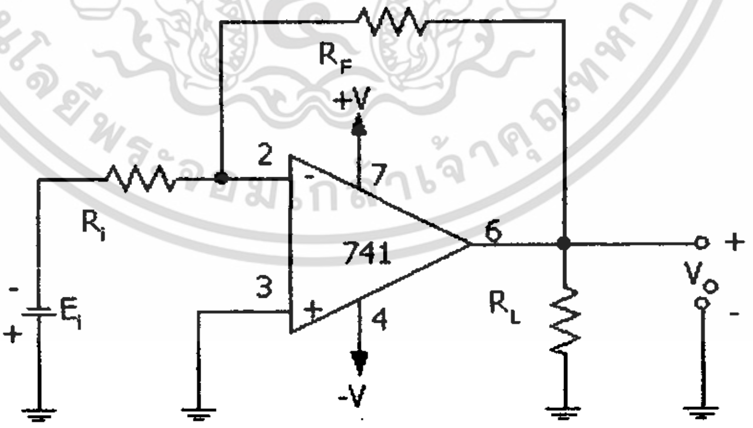
2.8.2 วงจรขยายแบบกลับเฟส(Inverting Amplifier)

เป็นวงจรขยายที่ป้อนสัญญาณอินพุท เข้าที่ขาอินเวอร์ติ้ง หรือขาลบ ซึ่งจะให้เอาท์พุทที่มีลักษณะสัญญาณที่กลับเฟสกับสัญญาณอินพุท 180 องศา สามารถทำเป็นวงจรขยายสัญญาณต่างๆได้ อัตราการขยายแบบลูปปิด A_{CL} จาก E_i ไปสู่ V_0 ขึ้นอยู่กับ R_f และ R_i

อัตราการขยายของสัญญาณสามารถคำนวณได้จาก

$$G = -\frac{R_f}{R_i} \quad (2.11)$$

เครื่องหมายติดลบบอกถึงการกลับเฟสของสัญญาณระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรขยายแบบกลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association :EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA และ RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยมีความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 โวลต์ถึง -12 โวลต์ แสดงว่ามีข้อมูลและ +3 โวลต์ ถึง +12โวลต์ แสดงว่าเป็นช่องว่าง

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Termination: DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผล ตัวอย่างเช่นไมโครคอนโทรเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์

ซึ่งมีความสามารถ ในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์วงจรข้อมูลปลายทางจะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจากการเชื่อมต่อข้อมูลเท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS – 232

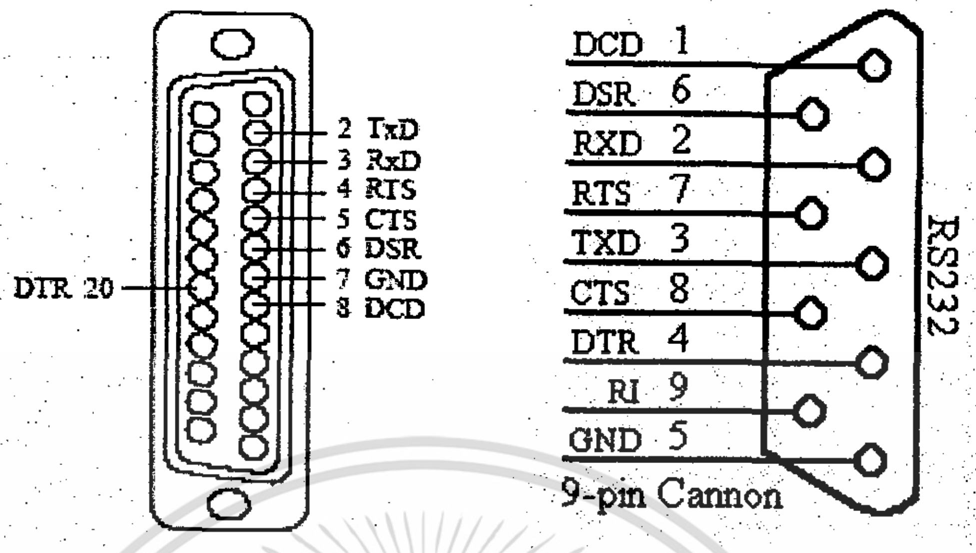
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลและวงจรข้อมูลปลายทางอย่างหนึ่งที่เห็นไว้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลจะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของวงจรข้อมูลปลายทางจะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักจะถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็ม โดยที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

2.9.1 คอนเน็กเตอร์พอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS 232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB 25 จะมีขาใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจาก ขาอื่นๆที่เคยใช้งานในอดีต แต่ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) คอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรม 25 หรือแบบ DB 25 **(ข) คอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB 9**

รูปที่ 2.13 แสดงรูปร่างและตำแหน่งขา

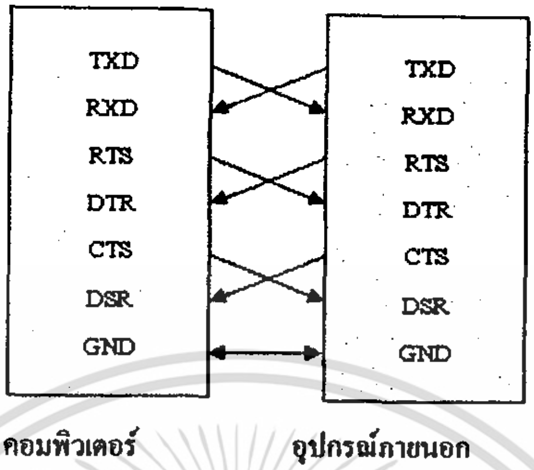
ตาราง 2.2 การจัดขา DB-9 และ DB-25

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect :DCD	อินพุท
2	3	Receiced Data : RxD	อินพุท
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาท์พุท
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาท์พุท
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready :DSR	อินพุท
7	4	Request To Send : RTS	เอาท์พุท
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุท
9	22	Ring Indicator :RI	อินพุท

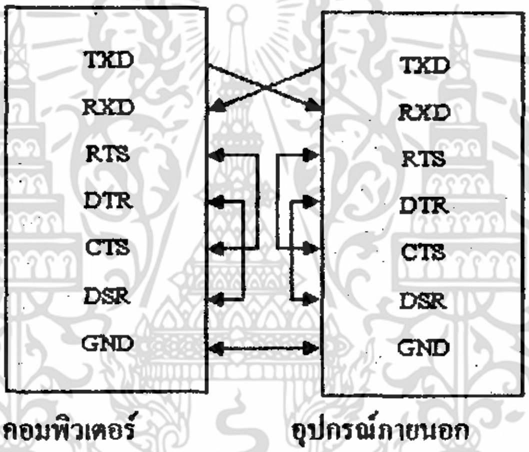
สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.14 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูลและเป็นการเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็มหรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยจะมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็ค (Handshake) เต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.15 เป็นการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สัญญาณ 3 เส้นลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูลอีกเส้นสำหรับรับข้อมูลและเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้



รูปที่ 2.14 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบนัลโมเด็ม



รูปที่ 2.15 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232 โดยใช้สัญญาณ 3 เส้น

-Data Carrier Detect(DCD) หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect(CD) ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

-Received Data(RxD) ขานี้ใช้เพื่อรับส่งสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

-Transmitted Data(TxD) ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

-Data Terminal Ready (DTR) เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยจะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองด้วยกันและต้องต่อขา DCD ด้วยกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

-Signal Ground(GND) ขากราวด์ของระบบ

-Data Set Ready(DSR) ขานี้จะใช้คู่กับ DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Request To Set(RTS) เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบใช้สายสัญญาณ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

- Clear To Send(CTS) ขานี้จะคอยรับสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.9.2 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้วUART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล, รูปแบบการส่งข้อมูล ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ความผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน)

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรทแบบโปรแกรมได้(programmable buadrate generator)โดยกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิตดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1- 65,535 และ UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์และฟูลดูเพล็กซ์ โดยการส่งแบบฮาล์ฟูลดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

ชนิดของ UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์ คือ 8250 ซึ่งเป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันยาวนาน UART เบอร์นี้จะมีบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและการส่งข้อมูลจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาทีเท่านั้น แต่ UART เบอร์นี้ถือว่าเป็นต้นแบบของ UART ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ทุกๆรุ่นจะ ต้องสนับสนุนการ ทำงานตามรูปแบบของ UART เบอร์นี้

UART อีกเบอร์หนึ่ง คือ 16450 มีความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115,200 บิตต่อวินาที และเพิ่มรีจิสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART นอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิฟรีจิสเตอร์ แบบเฟิร์สอินเฟิร์สเอาท์(First In First Out :FIFO) ขนาด 16 ไบต์เข้าไปทำให้สามารถสนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้ โดยคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันใช้ UART เบอร์นี้หรือใหม่กว่า เช่นเบอร์ TLI5C750 ซึ่งมีรีจิสเตอร์แบบเฟิร์สอินเฟิร์สเอาท์ ขนาด 64 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5โวลต์และ +3 โวลต์ มีโหมดการประหยัดพลังงานสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาทีเมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72130

อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการส่งข้อมูลที่มีมากมายของ UART เบอร์ใหม่ๆก็ไม่ได้ช่วยให้การรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น เนื่องจากคอมพิวเตอร์ยังใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาแบบในการแปลงข้อมูลเพียง 1.8432 เมกะเฮิรตซ์เท่านั้น

2.9.3 วงจรภายในและรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS 232

เครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปสามารถต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 สูงสุดได้ถึง 4 พอร์ต ซึ่งจะมีชื่อเรียกเป็น COM1 COM2 COM3 และ COM4 ซึ่งพอร์ตอนุกรมในแต่ละตัวต่างก็ใช้งาน UART ภายในคอมพิวเตอร์ในการติดต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกัน

การทำงานภายในพอร์ตอนุกรม ซึ่งประกอบไปด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 8บิต 8ตัวที่ใช้งานร่วมกับ UART แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายในพอร์ตอนุกรมสามารถคำนวณได้จากค่ารีจิสเตอร์พื้นฐานของพอร์ตอนุกรม ยกตัวอย่าง พอร์ตอนุกรม COM1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 03F8H ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่างๆจะเป็นตำแหน่งที่บวกเข้าไปกับค่า 03F8H โดยใช้รีจิสเตอร์ที่ใช้งานกับพอร์ตอนุกรมดังนี้

00H เป็นรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่รับมาหรือเตรียมข้อมูลก่อนที่จะส่งออกไป

01H รีจิสเตอร์อีนาเบิลการอินเตอร์รัพต์ใช้เซตโหมดการอินเตอร์รัพต์ของพอร์ตอนุกรม

02H รีจิสเตอร์แสดงโหมดการอินเตอร์รัพต์ ใช้เพื่อตรวจสอบโหมดการอินเตอร์รัพต์เมื่อมีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้น

03H รีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล

04H รีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม ใช้ตรวจสอบบิตสำหรับติดต่อกับโมเด็ม เช่น RTS หรือ DTR

05H รีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

06H รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม ซึ่งจะแสดงสถานะของขา DCD และ DSR และ CTS

00H รีจิสเตอร์สำหรับการเก็บข้อมูลชั่วคราว

รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาและข้อมูลที่จะส่งออกไป โดยการติดต่อกับรีจิสเตอร์นี้เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการจะส่งต้องกำหนดให้บิต DLAB ในรีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบข้อมูลมีสถานะเป็น “0” ซึ่งการเขียนข้อมูลมายังแอดเดรสนี้ เป็นการส่งข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ส่งข้อมูลและข้อมูลจะถูกส่งออกไปแบบอนุกรม สำหรับการรับข้อมูล หลังจากมีการอ่านรีจิสเตอร์นี้ออกไป รีจิสเตอร์นี้จะถูกเคลียร์และเตรียมพร้อมสำหรับการรับข้อมูลในไบต์ต่อไป

2.9.4 ลักษณะสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของพอร์ต RS-232

สัญญาณเอาท์พุทที่ใช้ควบคุม (RTS และ DTR) และสัญญาณแสดงสถานะอินพุท (CTS, DSR และ DCD) ของพอร์ตอนุกรม RS-232 จะถูกกลับสถานะภายในตัว UART จะให้ระดับสัญญาณเอาท์พุทออกมาเป็นแบบทีทีแอลเท่านั้น ดังนั้นเมื่อสัญญาณถูกส่งออกมาจาก UART จึงต้องส่งเข้าสู่วงจรขับเพื่อปรับระดับแรงดันให้ได้ระดับสัญญาณเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 ก่อนส่งออกไปจากคอมพิวเตอร์สำหรับอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทาง ก็จะต้องมีวงจรขับในลักษณะนี้เช่นเดียวกัน เพื่อให้ระดับสัญญาณในระดับเดียวกัน แต่วงจรขับที่ใช้ภายในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทางนั้นจะถูกกลับสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม

แอดเดรสพื้นฐานของพอร์ตอนุกรม มี 4 ตำแหน่งดังนี้ คือ

COM1 : 3F8H

COM2 : 2F8H

COM3 : 3E8H

COM4 : 2E8H

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องเพื่อใช้งานคอมพิวเตอร์ ไบออสภายในคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบสถานะแอดเดรสของพอร์ตอนุกรมทั้งหมด ถ้าไบออสตรวจพบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรม ไบออสจะนำค่าของแอดเดรสที่ตรวจพบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาด 2 ไบต์ สำหรับพอร์ตอนุกรม COM1จะเก็บไว้ที่แอดเดรส 0000 : 0400H และ 0000 : 0401H ส่วนตำแหน่งอื่นๆมีรายละเอียดดังนี้

COM2 = 0000 : 0402H - 0403H

COM3 = 0000 : 0404H - 0405H

COM4 = 0000 : 0406H - 0407H

นอกจากนี้ที่หน่วยความจำแอดเดรส 0000 : 0411 ยังใช้สำหรับแสดงจำนวนของพอร์ตอนุกรมที่มีใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์อีกด้วยโดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.3

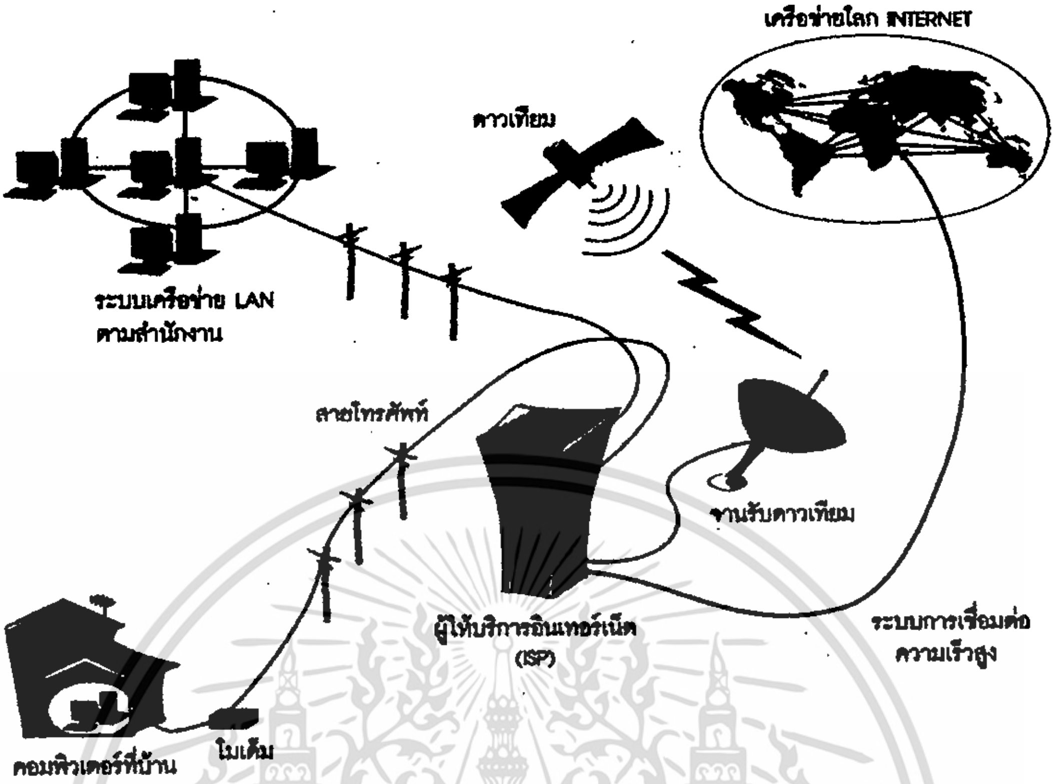
ตารางที่ 2.3 ข้อมูลในแอดเดรส 0000 : 0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม

บิต3	บิต2	บิต1	จำนวนพอร์ต
0	0	0	ไม่มีพอร์ตอนุกรม
0	0	1	มีพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต
0	1	0	มีพอร์ตอนุกรม 2 พอร์ต
0	1	1	มีพอร์ตอนุกรม 3 พอร์ต
1	0	0	มีพอร์ตอนุกรม 4 พอร์ต

2.10 อินเตอร์เน็ต

อินเตอร์เน็ต มาจากคำว่า Inter Connection Network หมายถึง เครือข่ายของคอมพิวเตอร์ ระบบต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน ลักษณะของระบบอินเตอร์เน็ต เป็นเสมือนใยแมงมุม ที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตนั้น สามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทาง โดยไม่กำหนดตายตัว และไม่จำเป็นต้องไปตามเส้นทางโดยตรง อาจจะผ่านจุดอื่น ๆ หรือ เลือกไปเส้นทางอื่นได้หลาย ๆ เส้นทาง ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงระบบอินเตอร์เน็ต

เวิร์ล ไวด์ เว็บ

เป็นบริการเรียกดูข้อมูลแบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วยตัวหนังสือ รูปภาพ เสียง หรือ ภาพยนต์ โดยข้อมูลจะถูกจัดไว้เป็นหน้าๆ ที่เรียกว่าเว็บเพจ ซึ่งหน้าแรกที่เข้าถึง จะเรียกว่าโฮมเพจ มีการเชื่อมโยงข้อมูลโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ คือเมื่อผู้ใช้กดที่ข้อความไฮเปอร์เท็กซ์ ก็จะสามารถกระโดดไปดูข้อมูลจากแหล่งอื่นเพิ่มเติมได้อีก การกระโดดไปมาตามแต่ผู้ใช้จะกดนี้เอง ทำให้เรียกระบบนี้ว่าเว็บ (Web) ซึ่งหมายถึง ใยที่ชักไปมาเป็นตาข่ายเหมือนแมงมุม การจัดเอกสารในลักษณะดังกล่าวจะใช้ภาษาที่เรียกว่า HTML(Hypertext Markup Language)

โฮมเพจ

เป็นเว็บเพจหน้าแรกสุดของข้อมูลในเว็บไซต์หนึ่งเว็บไซต์ เมื่อเราเปิดเว็บไซต์ขึ้นมาแล้วก็จะปรากฏเป็นหน้าเว็บเพจ เว็บเพจหน้าแรกนี้เราจะเรียกว่า โฮมเพจโดยจะมีลิงค์ไปยังเว็บเพจหน้าต่างๆ ทั้งในเว็บไซต์เดียวกันและก็ต่างเว็บไซต์ได้ด้วย

เว็บเพจ

หน้าเว็บแต่ละหน้า ที่ประกอบไปด้วยข้อมูล รูปภาพ เสียง และวิดีโอ โดยเป็นข้อมูลแบบมัลติมีเดีย ในเว็บไซต์หนึ่งจะมีเว็บเพจหลายๆ หน้า เปรียบเสมือนกับหน้าหนังสือในหนึ่งเล่มที่ถูกแบ่งเป็นหน้าๆ ส่วนจะมีกี่หน้านั้นก็จะขึ้นอยู่กับเนื้อหาของแต่ละเว็บไซต์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เว็บไซต์

เว็บเพจหลายๆ หน้ามารวมกัน แล้วตั้งชื่อเพื่อบอกแหล่งที่อยู่บนอินเตอร์เน็ต

บราวเซอร์

หรือเว็บบราวเซอร์ เป็นโปรแกรมที่ใช้อ่านเว็บเพจ โดยจะแปลงค่ารหัสของคอมพิวเตอร์ ให้เป็นภาพและเสียงตามที่ผู้สร้างเว็บเพจนั้นกำหนดไว้ โปรแกรมบราวเซอร์ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ ไออี หรืออินเตอร์เน็ตเอ็กซ์โพลเรอร์ (IE- Internet Explorer), เน็ตสเคป นาวิเกเตอร์ (Netscape Navigator), โอเปร่า (Opera)เป็นต้น บราวเซอร์ทำหน้าที่เหมือนกับทีวีคือมีเครื่องรับสัญญาณ จากนั้นแปลสัญญาณแสดงบนหน้าจอทีวีให้เรารู้ว่าตรงจุดไหนแสดงรูปอะไร สีอะไร และมีเสียงพูดว่าอย่างไร

เว็บเซิร์ฟเวอร์

คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บเว็บไซต์และคอยให้บริการเมื่อมีคนเรียกดูเว็บไซต์ เซิร์ฟเวอร์หนึ่งตัวอาจเก็บเว็บไซต์หลายตัวคล้ายๆ ห้องสมุด 1 แห่ง ก็เก็บหนังสือได้หลายเล่ม

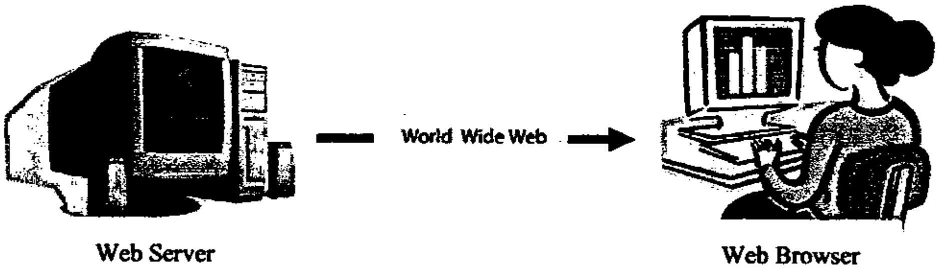
2.11 การทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บบราวเซอร์

การติดต่อระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บบราวเซอร์ จะเริ่มจากเว็บบราวเซอร์ส่งการเชื่อมต่อและร้องขอข้อมูล (เว็บเพจ) ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ หากข้อมูลที่ร้องขอเป็นข้อความ, รูปภาพ หรือเสียงธรรมดาเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะส่งข้อมูลที่เว็บบราวเซอร์เรียกร้องไปให้โดยตรง เมื่อส่งข้อมูลไปให้เรียบร้อยแล้วก็จะตัดขาดการติดต่อจากกัน แต่ถ้ากรณีที่การร้องขอเป็นพวกเอกสารแล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการแปลคำสั่งในเอกสารก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปให้เว็บบราวเซอร์แปลผลแสดงเป็นเว็บเพจให้ผู้ใช้ดูอีกที จากนั้นก็จะตัดขาดการติดต่อ การทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บบราวเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 แสดงการร้องขอหน้าเว็บเพจของเว็บบราวเซอร์

หากข้อมูลที่ร้องขอเป็น HTML ธรรมดา เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลไปให้โดยตรง แต่ถ้าเป็นเอกสารแล้ว เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการแปลคำสั่งก่อน จากนั้นจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปให้เว็บบราวเซอร์อีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงการส่งหน้าเว็บเพจไปให้เว็บบราวเซอร์

อธิบายการทำงานระหว่างเว็บบราวเซอร์และเว็บเซิร์ฟเวอร์

การทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์และเว็บบราวเซอร์ จะมีลักษณะเป็นแบบ สเตตัสเลส(Stateless) นั่นคือจะมีการติดต่อกันระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเว็บบราวเซอร์ เมื่อมีการร้องขอจากเว็บบราวเซอร์เท่านั้นและช่วงที่ไม่ได้มีการติดต่อกันนั้น เว็บเซิร์ฟเวอร์จะไม่ได้มีการเก็บ หรือจดจำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการเชื่อมต่อกันครั้งที่แล้วไว้เลย

ยูอาร์แอล (Uniform Resource Locator : URL)

เป็นชื่อของเว็บไซด์เพื่อบอกแหล่งที่อยู่ของเว็บไซด์นั้นๆ บนอินเตอร์เน็ต

ไอพีแอดเดรส

คือหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต

โดเมนเนม

ชื่อโดเมน คือ ชื่อเรียกเสมือน เช่น www.police.go.th เป็นชื่อโดเมนของเว็บไซด์สำนักงานตำรวจแห่งชาติ อ่านว่าเวิร์ล ไวด์ เว็บ ดอต โปลิส ดอต จีโอ ดอต ทีเอช ชื่อโดเมนนั้นมีความสำคัญมากเพราะบ่งบอกประเภทของหน่วยงานและสถานที่จดทะเบียนการใช้งาน ชื่อโดเมนถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆและลงท้ายด้วยรหัสย่อของประเทศ เช่น ประเทศไทยลงท้ายด้วย.th ประเทศสิงคโปร์ลงท้ายด้วย .sg ประเทศอังกฤษลงท้ายด้วย .uk ยกเว้นเว็บไซด์ที่จดทะเบียนในประเทศสหรัฐอเมริกา ไม่ต้องลงท้ายด้วย .us

แม่ข่ายข้อมูล (Database Server)

แม่ข่ายข้อมูลเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการเรียกค้นและจัดการฐานข้อมูลในอินเตอร์เน็ตแม่ข่ายข้อมูล จะถูกเรียกใช้จากเว็บเซิร์ฟเวอร์อีกต่อหนึ่ง หลังจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับการร้องขอจากเว็บบราวเซอร์ ให้ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล ปกติจะใช้กับระบบอินทราเน็ต ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลภายในองค์กรนั้นๆ

ไฮเปอร์ลิงค์ (Hyperlink)

เป็นส่วนของเนื้อความ ซึ่งอาจเป็นข้อความหรือรูปภาพในเว็บเพจที่แสดงว่ามีการเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจอื่นอีก เมื่อเราเลื่อนตัวชี้ของเมาส์ ไปยังส่วนเหล่านี้ตัวชี้ของเมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือและแถบสถานะ (Status bar) จะแสดงชื่อไฟล์เว็บเพจที่ถูกเชื่อมโยงไว้ให้ทราบ เมื่อเราคลิกที่ส่วนของลิงค์นั้นก็จะไปยังเว็บเพจที่ถูกเชื่อมโยงไว้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HTML

HTML หรือเอกสารที่เห็นกันอยู่ที่เว็บบราวเซอร์ นั่นเอง จุดเด่นที่สำคัญที่สุดของHTMLนั้นก็คือความสามารถในการเชื่อมโยง ข้อมูลไปยังเอกสารอื่นได้ เป็นเอกสารที่มีความสามารถมากกว่าเอกสารทั่วไป และมีความสามารถ แบบไฮเปอร์เท็กซ์ คือสามารถเปิดดูได้ ส่วนการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเอกสารอื่นๆนั้น สามารถทำได้โดยการใส่สัญลักษณ์พิเศษเข้าไปในเอกสาร ซึ่งจะถูกอ่านโดยโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ต่างๆเช่น ไออี , เน็ตสเคป นาวิเกเตอร์, โอเปร่า ซึ่งภาษาHTMLนั้นมีรากฐานมาจากภาษา SGML(Standard General Markup Language) ซึ่งเป็น อีกภาษาหนึ่งที่ใช้ในการใช้งานอินเตอร์เน็ตในระยะแรกๆ และต่อมาก็ได้มีการพัฒนาภาษาHTMLอยู่ ตลอดเวลา จนกระทั่งปัจจุบันนี้ ความจริงแล้ว HTMLนั้นก็ไม่ถึงกับเป็นภาษา หนึ่งเพราะขาดคุณสมบัติหลายๆอย่างและHTMLนั้นก็มีคุณสมบัติที่ ง่ายต่อการเขียน ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ ไม่มีความรู้ทางด้านภาษาโปรแกรมใดๆเลย ก็สามารถเขียนได้อย่างสบายและจุดเด่นที่สำคัญที่สุด คือเราสามารถนำเสนอข้อมูลที่มีทั้ง ตัวอักษร ภาพ เสียงและอื่นๆที่ผนวกอยู่ในไฟล์เดียวและสามารถเชื่อมโยงกับเอกสารอื่นๆได้ง่ายดาย

ทีซีพี และไอพี (TCP/IP)

TCP/IP ย่อมาจาก Transmission Control Protocol/Internet Protocol เป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีการใช้หลักการเครือข่ายแบบแพคเกตสวิตช์ (packet - switching network) นั่นคือแพคเกตหรือกลุ่มข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มๆและส่งไปยังปลายทางโดยใช้เส้นทางต่าง ๆ กัน ตามแต่ปลายทางที่กำหนด โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายจะต้องมีหมายเลขประจำตัวเครื่องให้เครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ อ้างอิงถึงกันได้ หมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ในอินเตอร์เน็ตเรียกว่า หมายเลขไอพี (IP address) โดยคำว่าไอพี ย่อมาจากอินเตอร์เน็ตโปรโตคอล (Internet Protocol) หมายเลขไอพีจะเป็นหมายเลขชุดหนึ่งขนาด 32 บิต หมายเลขชุดนี้จะถูกแบ่งเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 8 บิตเท่าๆกัน ในการอ้างถึงก็จะแปลงเลขนั้นเป็นเลขฐานสิบเพื่อความสะดวกให้ผู้ใช้อ้างถึงได้ง่าย ดังนั้นตัวเลขในแต่ละส่วนนี้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 เท่านั้น เช่น 192.10.1.101 เป็นต้น

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

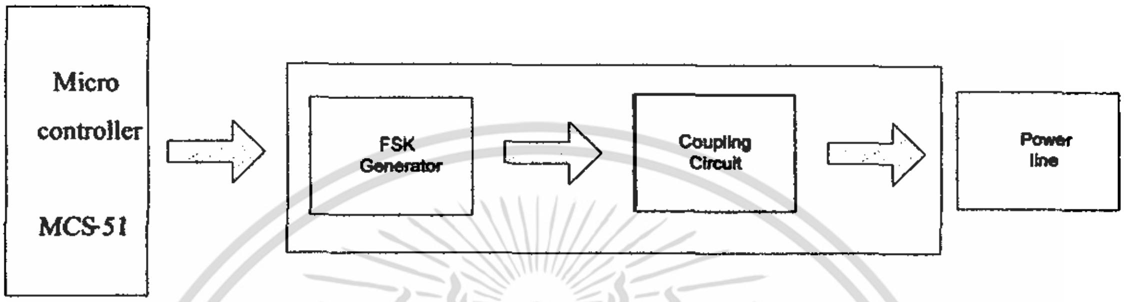
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบโมเด็ม

3.1.1 โมเด็มมาสเตอร์โมดูล

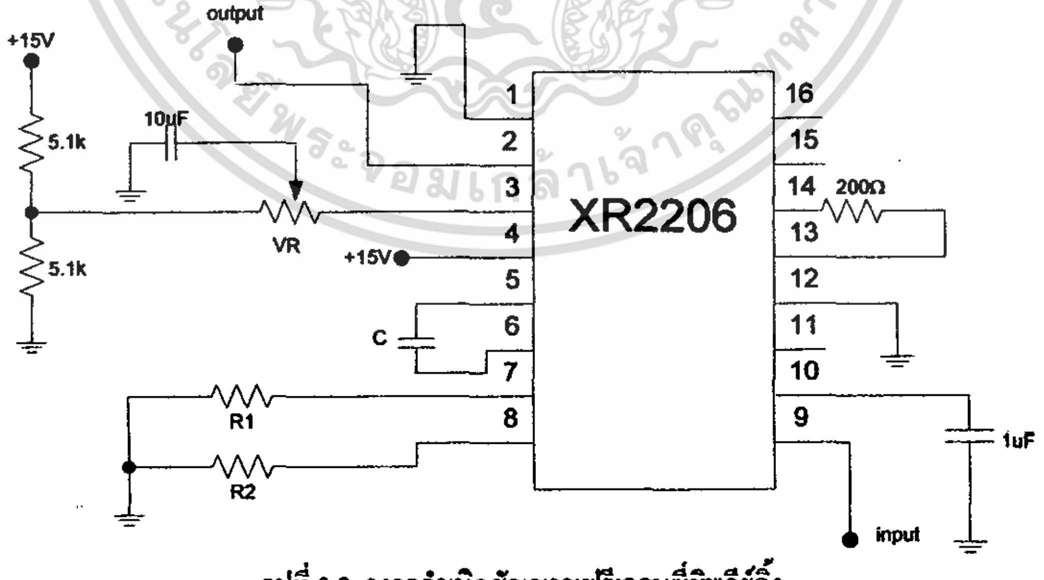
ภายในจะประกอบด้วยภาคต่างๆ แสดงในบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในโมเด็มของมาสเตอร์โมดูล

หน้าที่การทำงานของบล็อกไดอะแกรมจากรูปที่ 3.1

1. ภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง โดยเลือกใช้ไอซีเบอร์ XR-2206 โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง โดยส่งบิต "0" ที่ความถี่ประมาณ 115 กิโลเฮิรตซ์และส่งบิต "1" ที่ความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ โดยค่าความต้านทานที่ขา 7 และ 8 ของไอซีจะเป็นตัวกำหนดความถี่ของลอจิก 1 และ 0 ที่เข้ามาจากขา 9 ของไอซีวงจรกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถคำนวณหาค่า R_1, R_2 และ C ได้จากสมการ

$$F_1 = \frac{1}{C \times R_1} \tag{3.1}$$

$$F_2 = \frac{1}{C \times R_2} \tag{3.2}$$

กำหนดให้ตัวเก็บประจุ C เท่ากับ 10 นาโนฟารัดและความถี่ F_1 เท่ากับ 115 กิโลเฮิรตซ์และความถี่ F_2 เท่ากับ 125 กิโลเฮิรตซ์ดังนั้นสามารถหาความต้านทาน R_1 และ R_2 ได้

$$R_1 = \frac{1}{C \times F_1} = \frac{1}{115kHz \times 10nF}$$

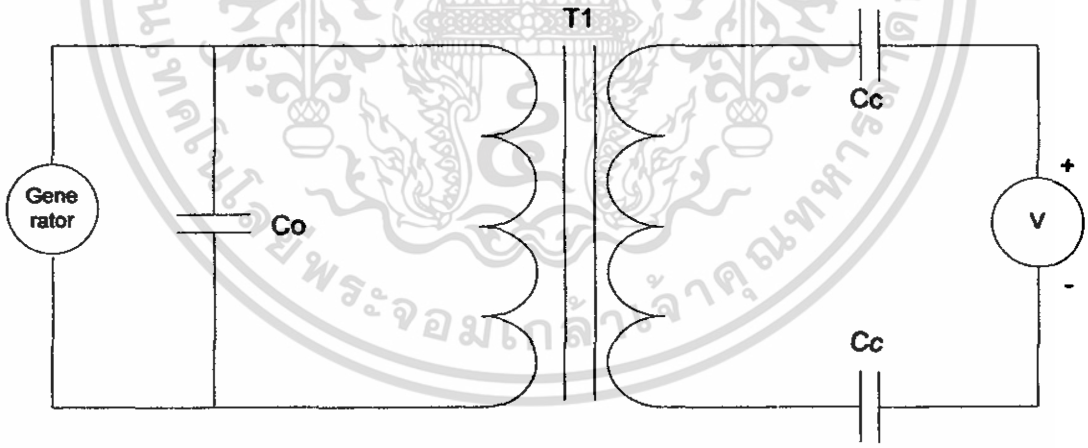
$$= 869.11\Omega$$

$$R_2 = \frac{1}{C \times F_2} = \frac{1}{125kHz \times 10nF}$$

$$= 800\Omega$$

เลือกใช้ R_1 และ R_2 เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 1 กิโลโอห์มเพื่อปรับให้ได้ค่าความต้านทานตามที่คำนวณได้

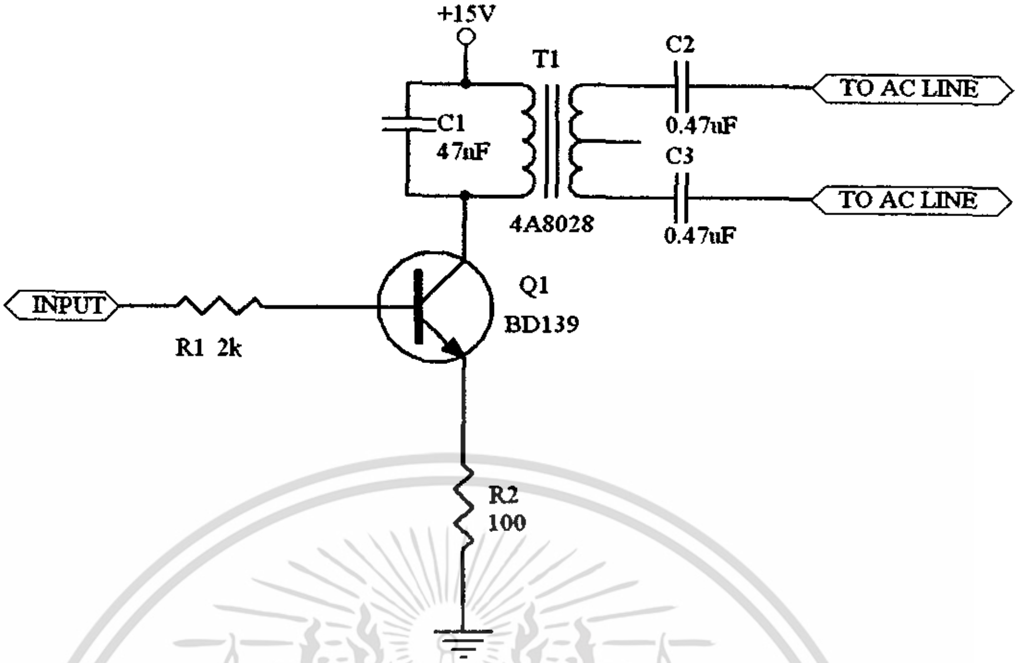
2. ภาคคัปปลิ้งตัวส่ง ในโครงงานนี้ใช้ทรานฟอร์เมอร์เป็นตัวเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้ากำลัง โดยทำหน้าที่เป็นวงจรเรโซแนนซ์และป้องกันอันตรายจากสัญญาณไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากสัญญาณ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์นั้นเป็นความถี่ที่ไม่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์นั่นเอง



รูปที่ 3.3 แสดงการหาค่าเรโซแนนซ์ของทรานฟอร์เมอร์ตัวส่ง

ในวงจรคัปปลิ้งนี้จะใช้ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 120 กิโลเฮิรตซ์จึงต้องทำการปรับตัวเก็บประจุ Co จนได้ค่าขนาดของแรงดันเอาท์พุทสูงสุด จะได้ค่า Co เท่ากับ 4.7 นาโนฟารัดและเลือกใช้ค่า Cc เท่ากับ 0.47 ไมโครฟารัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

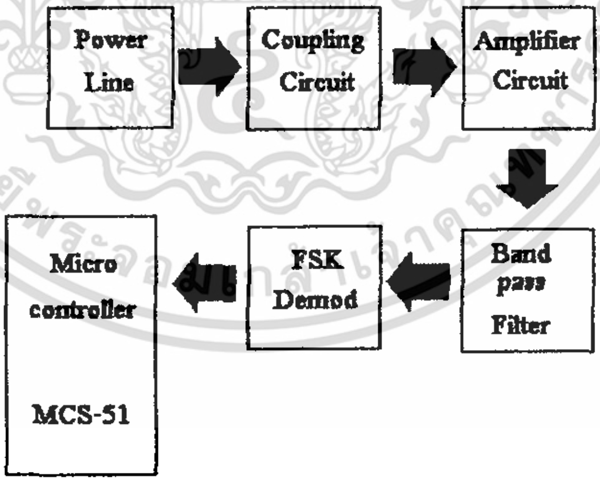


รูปที่ 3.4 แสดงวงจรคัปปลิ้งทางด้านส่ง

จะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139 ต่อเป็นวงจรขับสัญญาณ เพื่อขับสัญญาณอินพุทให้ออกไปสู่สาย ไฟฟ้ากระแสสลับ

3.1.2 โมเด็มสเลฟโมดูล

ภายในจะประกอบด้วยภาคต่างๆ แสดงในบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

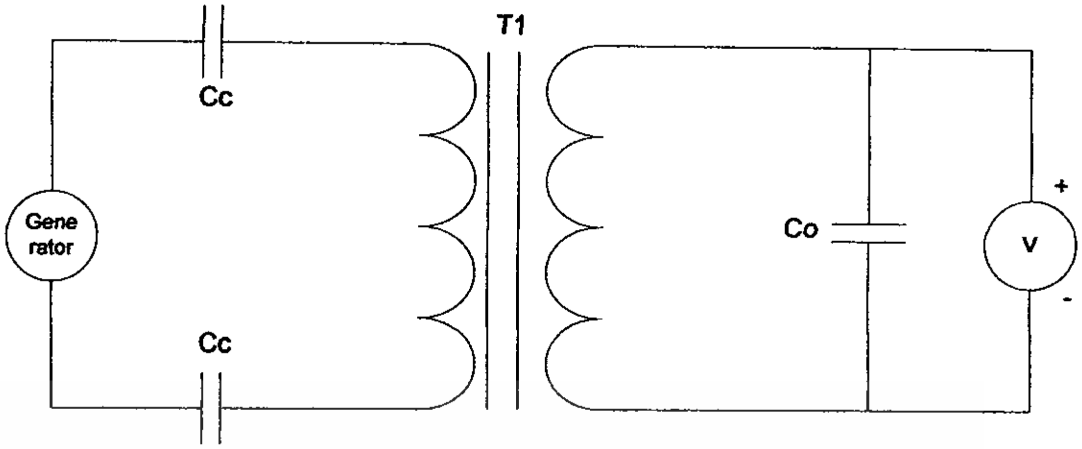


รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในโมเด็มของสเลฟโมดูล

หน้าที่การทำงานของบล็อกไดอะแกรมจากรูปที่ 3.5

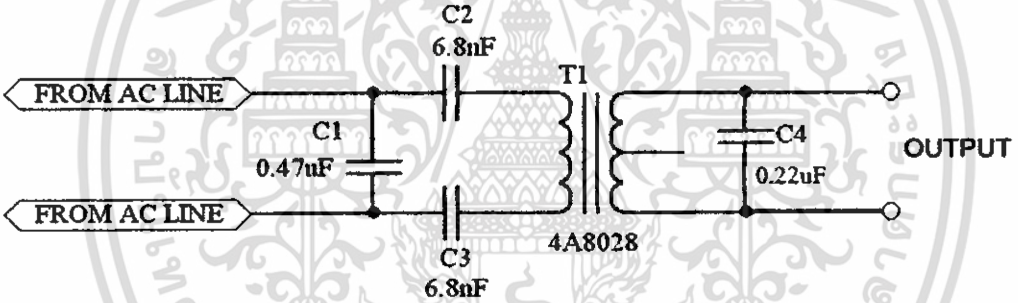
1. ภาคคัปปลิ้งตัวรับ ในโครงงานนี้ใช้ทรานฟอร์เมอร์เป็นตัวเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้ากำลัง โดยทำหน้าที่เป็นวงจรเรโซแนนซ์และป้องกันอันตรายจากสัญญาณไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากสัญญาณ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์นั้นเป็นความถี่ที่ไม่ทำให้เกิดเรโซแนนซ์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



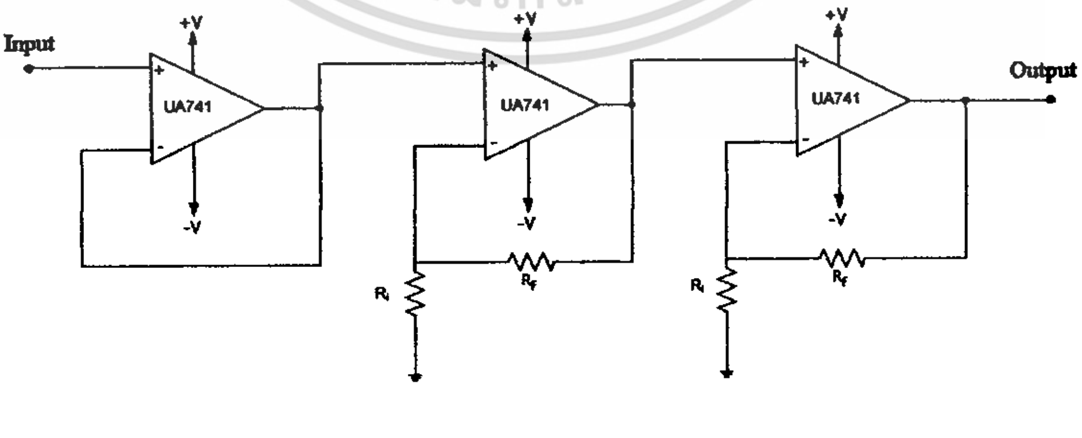
รูปที่ 3.6 แสดงการหาค่าเรโซแนนซ์ของทรานฟอร์เมอร์ตัวรับ

ในวงจรคัปปลิ้งนี้จะใช้ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 120 กิโลเฮิรตซ์จึงต้องทำการปรับตัวเก็บประจุ Co จนได้ค่าขนาดของแรงดันเอาท์พุทสูงสุด จะได้ค่า Cc เท่ากับ 6.8 นาโนฟารัดและเลือกใช้ค่า Co เท่ากับ 0.22 ไมโครฟารัดและเนื่องจาก Cc นี้ต้องนำมาต่อกับสายไฟฟ้ากำลังจึงต้องเลือกค่า Cc ที่ทนต่อค่าแรงดันสูงด้วย



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรคัปปลิ้งทางด้านรับ

2. ภาคขยายสัญญาณ ในโครงงานทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มาจากภาคคัปปลิ้งทางด้านรับ เพื่อที่จะให้มีสัญญาณที่มีขนาดมากขึ้น เพื่อที่นำไปใช้งานในภาคถัดไป



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายสัญญาณนี้ใช้ชุดแรกต่อเป็นบัฟเฟอร์ทำหน้าที่ป้องกันและชุดที่ 2 และ 3 ต่อมาใช้การต่อแบบขยายไม่กลับเฟสสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$A = 1 + \frac{R_f}{R_i} \tag{3.3}$$

ถ้าให้ความต้านทาน R_f เท่ากับ 100 กิโลโอห์มและความต้านทาน R_L เท่ากับ 1 กิโลโอห์มจะได้

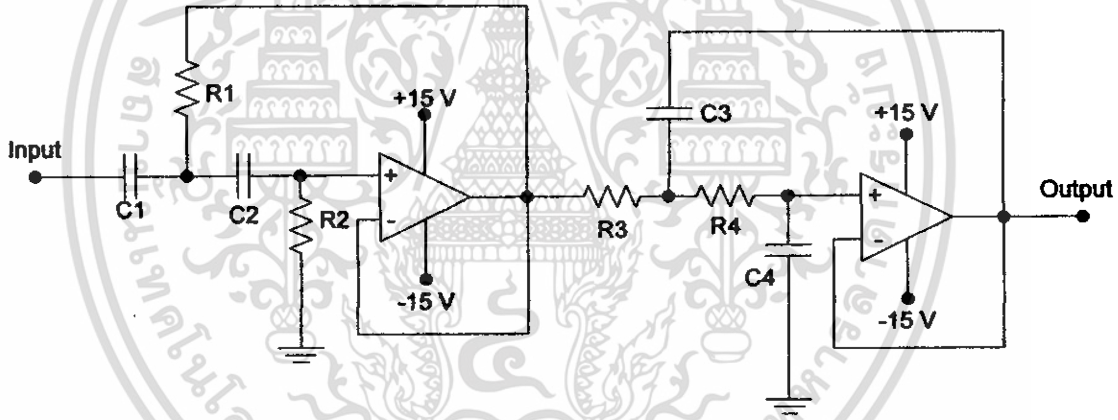
$$A_1 = 1 + 0 = 1$$

$$A_2 = 1 + \frac{200k}{1k} = 200$$

$$A_3 = 1 + \frac{1k}{1k} = 2$$

จะได้อัตราขยายรวมประมาณ 400 เท่า

3. ภาคกรองแถบความถี่ผ่าน ใช้วงจรกรองแถบความถี่ผ่านอันดับสอง วงจรจะทำหน้าที่กรองแถบความถี่ผ่านและกำจัดสัญญาณรบกวนที่เข้ามาในวงจร โดยกำหนดความถี่กลางที่ 120 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นช่วงความถี่กลางของสัญญาณที่ต้องการ วงจรกรองแถบความถี่ผ่านอันดับสองแสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.9 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน ที่นำวงจรกรองความถี่สูงผ่านและวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านมาต่อร่วมกันสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานและ ค่าตัวเก็บประจุได้โดยใช้สมการ

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}} \quad \text{เป็นวงจรกรองความถี่สูงผ่าน} \tag{3.4}$$

กำหนดให้คัดออฟที่ความถี่ 150 กิโลเฮิรตซ์และกำหนดให้ความต้านทาน R_1 เท่ากับ R_2 และค่าตัวเก็บประจุ C_1 เท่ากับ C_2 เป็น 1.2 นาโนฟารัด

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2(1.2nF)^2}} = \frac{1}{2\pi(1.2nF)R_1}; R_1 = R_2$$

$$R_1 = \frac{1}{2\pi(1.2nF)150kHz} = 884.2\Omega$$

เลือกใช้ตัวต้านทาน R_1, R_2 เป็น 890 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_3R_4C_3C_4}} \quad \text{เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน} \tag{3.5}$$

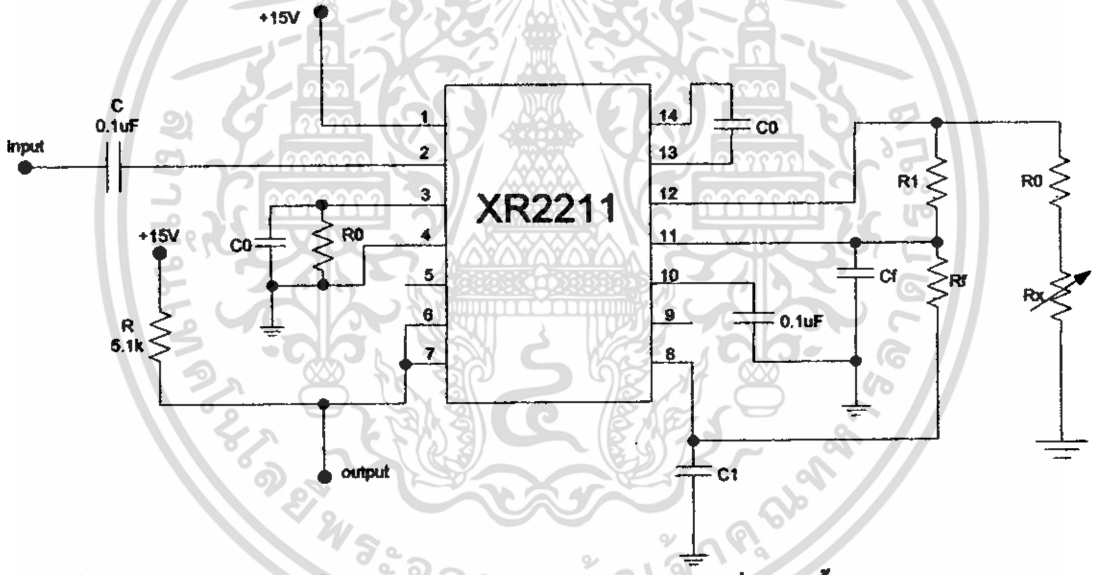
กำหนดให้คัดออฟที่ความถี่ 100 กิโลเฮิรตซ์และกำหนดให้ความต้านทาน R_3 เท่ากับ R_4 และค่าตัวเก็บประจุ C_3 เท่ากับ C_4 เป็น 1.2 นาโนฟารัด

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_3R_4(1.2nF)^2}} = \frac{1}{2\pi(1.2nF)R_3}; R_3 = R_4$$

$$R_3 = \frac{1}{2\pi(1.2nF)100kHz} = 1326.3\Omega$$

เลือกใช้ตัวต้านทาน R_3, R_4 เป็น 1.3 กิโลโอห์ม

4 ภาคดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง โดยเลือกใช้ไอซีเบอร์ XR-2211 โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งเป็นข้อมูลดิจิตอลแล้วส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ การปรับย่านของการดีมอดูเลตทำโดยปรับค่าความต้านทานที่ขา 12 ของไอซี วงจรดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน R_0,R_1, R_f,R_B ,R_x และหาค่าตัวเก็บประจุ C_0,C_1, C_f ได้จากสมการ

$$f_o = \sqrt{F_1 \times F_2} \tag{3.6}$$

$$R_x = R_o + \frac{R_o}{2} \tag{3.7}$$

$$C_o = \frac{1}{R_o \times f_o} \tag{3.8}$$

$$R_1 = 2\frac{R_0 \times f_0}{(F_1 - F_2)} \tag{3.9}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_1 = \frac{1250 \times C_o}{R_1 \times \zeta^2} \text{ โดยที่ } \zeta = 0.5 \quad (3.10)$$

กำหนดให้ความต้านทาน R_o มีค่า 20 กิโลโอห์ม(อยู่ระหว่าง 10-100 กิโลโอห์ม)จะได้

$$f_o = \sqrt{F_1 \times F_2} = \sqrt{115kHz \times 125kHz} = 120kHz$$

$$R_x = R_o + \frac{R_o}{2} = 20k\Omega + \frac{20k\Omega}{2} = 30k\Omega$$

$$C_o = \frac{1}{R_o \times f_o} = \frac{1}{20k\Omega \times 120kHz} = 0.41667nF$$

$$R_1 = 2\frac{R_0 \times f_0}{(F_1 - F_2)} = 2\frac{20k\Omega \times 120kHz}{(125kHz - 115kHz)} = 480k\Omega$$

$$C_1 = \frac{1250 \times C_o}{R_1 \times \zeta^2} = \frac{1250 \times 0.41667nF}{480k\Omega \times 0.5^2} = 4.34\rho F$$

$$R_f = 5 \times R_1 = 5 \times 480k\Omega = 2.4M\Omega$$

$$R_B = 5 \times R_f = 5 \times 2.4M\Omega = 12M\Omega$$

$$R_{sum} = \frac{(R_f + R_1) \times R_B}{(R_1 + R_f + R_B)} = \frac{(2.4M\Omega + 480k\Omega) \times 12M\Omega}{(2.4M\Omega + 480k\Omega + 12M\Omega)} = 2.322M\Omega$$

$$C_f = \frac{0.25}{(R_{sum} \times BaudRate)} = \frac{0.25}{(2.322M\Omega \times 1200bps)} = 8.97\rho F$$

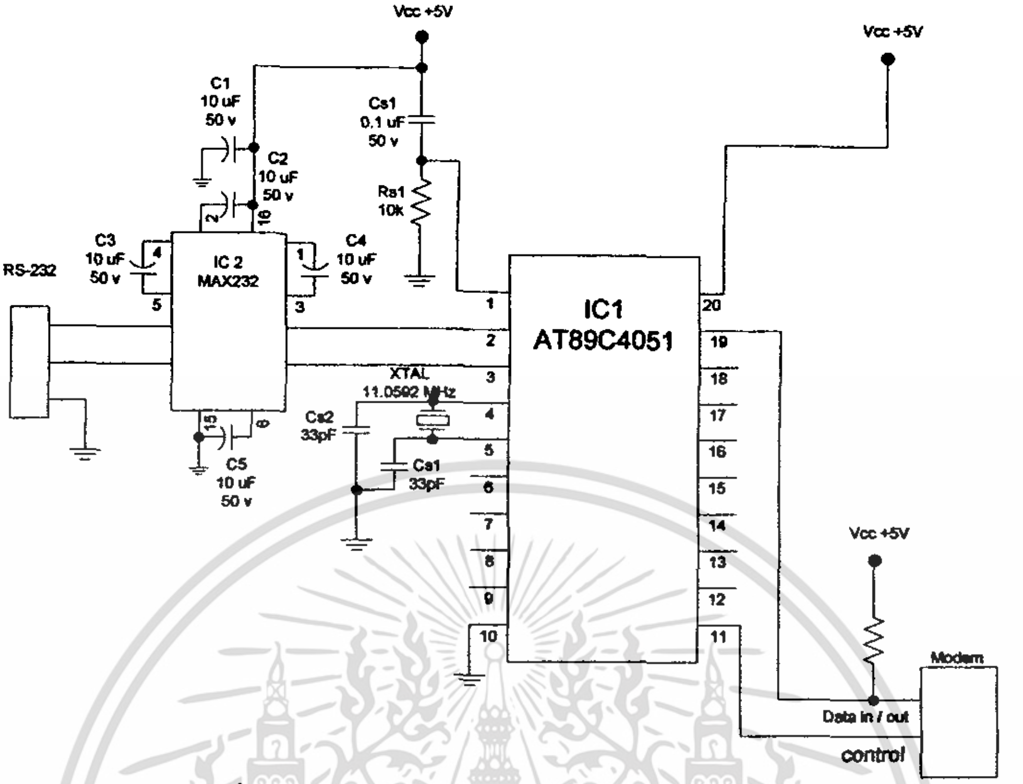
เลือกใช้ค่าความต้านทาน R_X ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 50 กิโลโอห์มและใช้ R_1 เท่ากับ 470 กิโลโอห์มและใช้ R_f เท่ากับ 2 เมกะโอห์มและ R_B ไม่ใส่เนื่องจากความต้านทานสูงมากต่อมาค่าตัวเก็บประจุจะใช้ C_o เท่ากับ 500 พิโคฟารัดและใช้ C_1 เท่ากับ C_f เท่ากับ 10 พิโคฟารัด

3.2 การออกแบบส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.1 ส่วนของมาสเตอร์โมดูล

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C4051 จะใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยที่การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะคอยรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที โดยผ่าน ไอซี MAX-232 จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีแรงดันไฟประมาณ 0-15 โวลต์ ตามสถานะของข้อมูลที่ส่งออกมา ให้ไปเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าทีทีแอลหรือระดับแรงดันไฟ 0 โวลต์ และ 5 โวลต์ตามสถานะลอจิก “0” หรือ “1” และการต่อใช้งานมีดังนี้

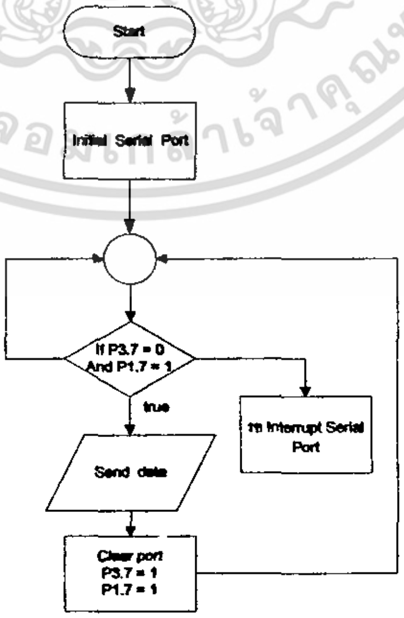
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนมาสเตอร์โมดูล

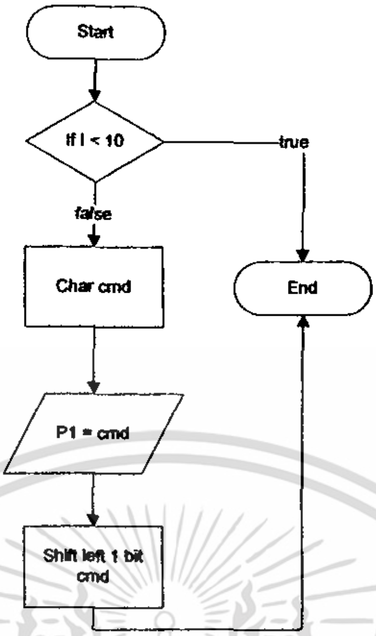
จากรูปจะเห็นว่ามีไอซี MAX-232 ต่อร่วมอยู่ด้วยและหน้าที่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะทำการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์และนำข้อมูลนั้นมาสร้างคำสั่งอันใหม่ขึ้นโดยคำสั่ง จะมีคำสั่งเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและคำสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะสร้างข้อมูลเป็นบิตและส่งออกไปทีละบิตไปให้กับส่วนของโมเด็มในมาสเตอร์โมดูล

3.2.2 การออกแบบโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนของมาสเตอร์โมดูล



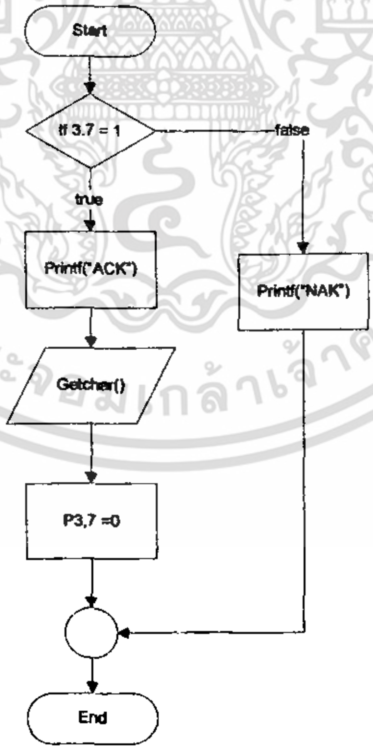
รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของโปรแกรมของส่วนมาสเตอร์โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของโปรแกรมการทำงานในส่วนของการส่งข้อมูลทีละบิต

โปรแกรมในส่วนของการอินเตอร์รัพต์

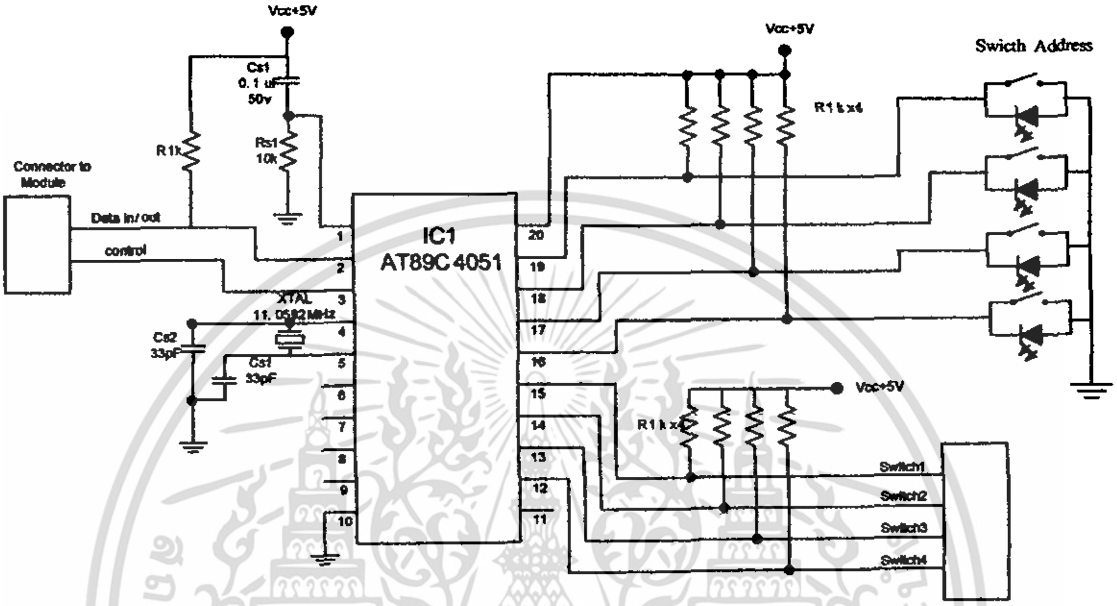


รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการอินเตอร์รัพต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนของสเลฟโมดูล

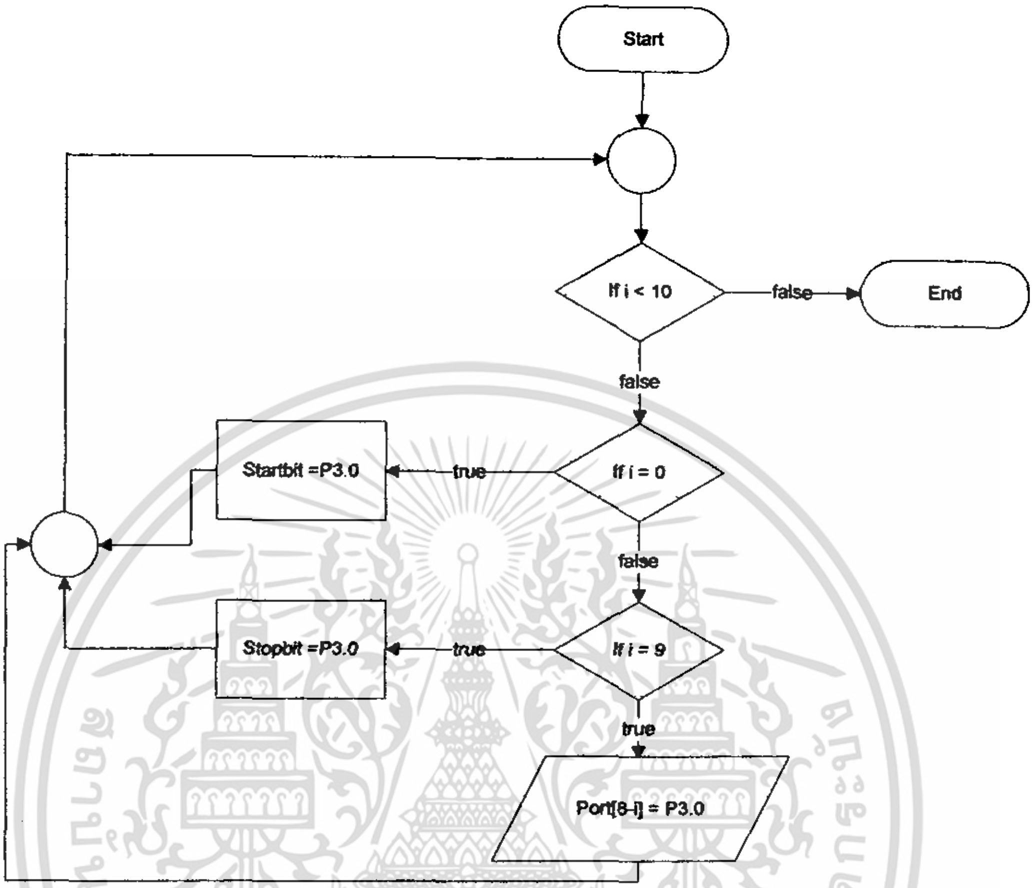
จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C4051 เหมือนกันโดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะคอยทำการตรวจสอบข้อมูลที่มาจาก มาสเตอร์โมดูล ถ้าข้อมูลที่เข้ามานี้ตรวจสอบแล้วตรงกับคำสั่งที่กำหนดก็จะทำงานตามคำสั่งนั้นและสเลฟโมดูลนี้จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสเอาไว้และมาสเตอร์โมดูลจะได้ส่งมาเปรียบเทียบสถานะของแอดเดรสที่กำหนดไว้ วงจรส่วนของสเลฟโมดูลมีดังนี้



รูปที่ 3.15 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนสเลฟโมดูล

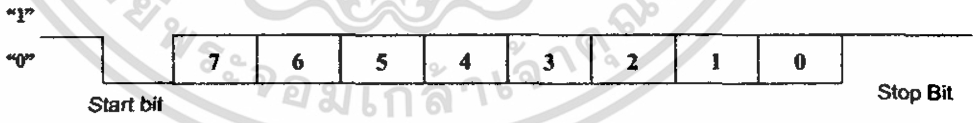
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การออกแบบโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนของสเลฟโมดูล



รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของสเลฟโมดูล

3.2.5 รูปแบบข้อมูล 8 บิตที่มาสเตอร์โมดูล ส่งให้สเลฟโมดูล



รูปที่ 3.17 แสดงรูปแบบข้อมูล 8 บิตที่มาสเตอร์โมดูลส่งให้สเลฟโมดูล

โดยที่ Start bit มีขนาด 1 บิต

Stop bit มีขนาด 2 บิต

บิต 4-7 เป็นบิตแอดเดรส

บิต 0-3 เป็นบิตคำสั่งของแต่ละสวิตช์ถ้าเป็น 0 คือปิด

ถ้าเป็น 1 คือเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของเว็บเพจ

โปรแกรมควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเตอร์เน็ต

โปรแกรมควบคุมผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นโปรแกรมที่สำคัญที่สุดในระบบนี้ ซึ่งจะใช้การติดต่อผ่านทางโปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการติดต่อสื่อสารของเอกสาร HTML โดยรายละเอียดของการเชื่อมต่อโดยใช้โปรโตคอล HTTP มีดังต่อไปนี้

บทบาทของโปรโตคอล

ในการเชื่อมต่อเพื่อรับและส่งข้อมูลเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน นั้นต้องมีการสื่อสารข้อมูล ผ่านอินเตอร์เน็ต ซึ่งสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งคือโปรโตคอล ซึ่งเปรียบเสมือนระบบที่เป็นข้อตกลงว่าจะมีการติดต่อและรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมกันอย่างไรระหว่างไคลเอนต์กับเซิร์ฟเวอร์ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ตัวแม่และตัวลูก ซึ่งโปรโตคอลที่ใช้ในการสร้างเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตคือ HTTP ซึ่งโปรโตคอล HTTP อยู่บนพื้นฐานการติดต่อแบบไคลเอนต์กับเซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องมีการร้องขอและตอบสนอง โดยโปรโตคอลนี้ อาศัยการเชื่อมต่อผ่านทางโปรโตคอล TCP/IP อีกทีหนึ่ง

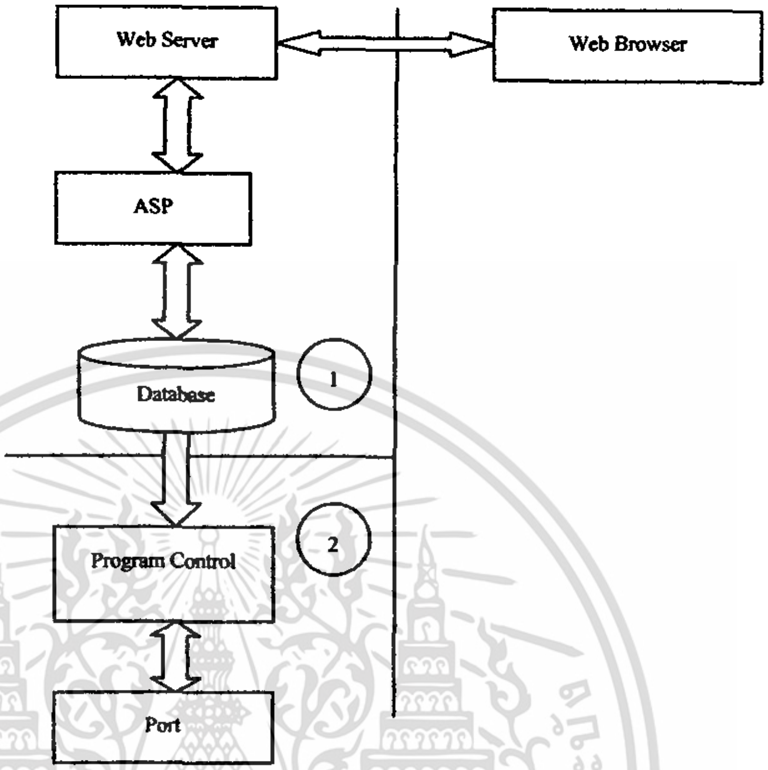
ขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล HTTP มีดังต่อไปนี้

1. สร้างการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ผ่านซ็อกเก็ต จากไคลเอนต์มาเซิร์ฟเวอร์
2. เซิร์ฟเวอร์จะตอบกลับยังไคลเอนต์ว่าการเชื่อมต่อสำเร็จหรือไม่
3. ไคลเอนต์จะส่งคำร้องขอข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์และเซิร์ฟเวอร์จะทำการไปหาข้อมูลที่ไคลเอนต์ต้องการ
4. ข้อมูลจากการตอบสนองจะถูกส่งจากเซิร์ฟเวอร์มายังไคลเอนต์
5. การเชื่อมต่อจะสิ้นสุดลง

การเชื่อมต่อของโปรโตคอล HTTP นั้นมีข้อดีคือมีการเชื่อมต่อในระยะเวลาสั้นๆ หรือที่เรียกทั่วไปว่าเป็นโปรโตคอลแบบคอนเนกชั่นเลส (Connectionless) ข้อมูลจะถูกส่งเป็นชุดๆ และส่งข้อมูลเมื่อมีการร้องขอและจะตัดการติดต่อเมื่อไคลเอนต์ได้ข้อมูลที่ต้องการครบ ไม่ได้ติดต่อกันตลอดเวลา ซึ่งทำให้รับรองไคลเอนต์ จำนวนมากในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต



รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

โปรแกรมที่ใช้ผ่านเครือข่ายนี้ประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน

ส่วนที่1 เป็นส่วนของหน้าจอที่ใช้ในการควบคุมผ่านเว็บบราวเซอร์ที่อยู่ฝั่งไคลเอนต์มีหน้าที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ โดยโปรแกรมจะประมวลผลคำสั่งและส่งข้อมูลที่ได้ออกทางพอร์ตอนุกรมทันที แต่โปรแกรมนี้จะต้องนำค่าที่ใช้ในการควบคุมต่างๆไปบันทึกไว้ในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นมาก่อน

ส่วนที่2 เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการสั่งงานออกจากพอร์ตอนุกรมและการควบคุมซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานอยู่บนฝั่งเซิร์ฟเวอร์เพียงอย่างเดียว ไม่มีการติดต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตโดยในส่วนนี้จะมีหน้าที่ในการไปอ่านจากฐานข้อมูลที่ได้ถูกบันทึกค่าไว้แล้วมาประมวลผลคำสั่งและส่งข้อมูลที่ต้องการควบคุมไปทางพอร์ตอนุกรม โดยจะต้องมีการวนมาอ่านค่าจากฐานข้อมูลอยู่ตลอด

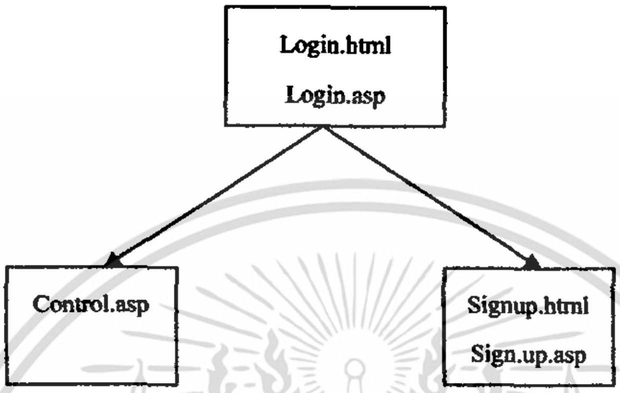
โปรแกรมย่อย

ในการทำงานร่วมกับเว็บเพจเราจะต้องไปยังที่อยู่ของ URL นั้นๆซึ่งทำงานอยู่บนเซิร์ฟเวอร์ โดยหากเว็บเพจที่สร้างไว้มีแค่หน้าที่ในการนำเสนอเพียงอย่างเดียว เอกสารดังกล่าวก็จะถูกสร้างจากภาษา HTML แต่หากเพจดังกล่าวมีการทำงานร่วมกับเรา เช่น การบันทึกแบบฟอร์มแล้วส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์การทำงานจะไม่ได้จบแค่ที่เพจนี้ แต่จะต้องมีการทำงานต่อบนเซิร์ฟเวอร์อีก ทั้งโปรแกรมนี้ยังทำงานอยู่บนฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ซึ่งไม่เหมือนกับ HTML ที่ทำงานอยู่บนเครื่องของเราเช่นเดียวกับในโครงงานนี้ ดังนั้นในโครงงานนี้จึงได้เลือกใช้ ASP(Active Server Page) เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างการพัฒนาโปรแกรม ASP จำเป็นต้องมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการดูการทำงานของโปรแกรมที่ได้มีการพัฒนาขึ้น ซึ่งโปรแกรมนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม PWS (Personal Web Server) เป็นตัวจำลองการทำงานบนเครื่องของเรา

บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานในส่วนเอเอสพี



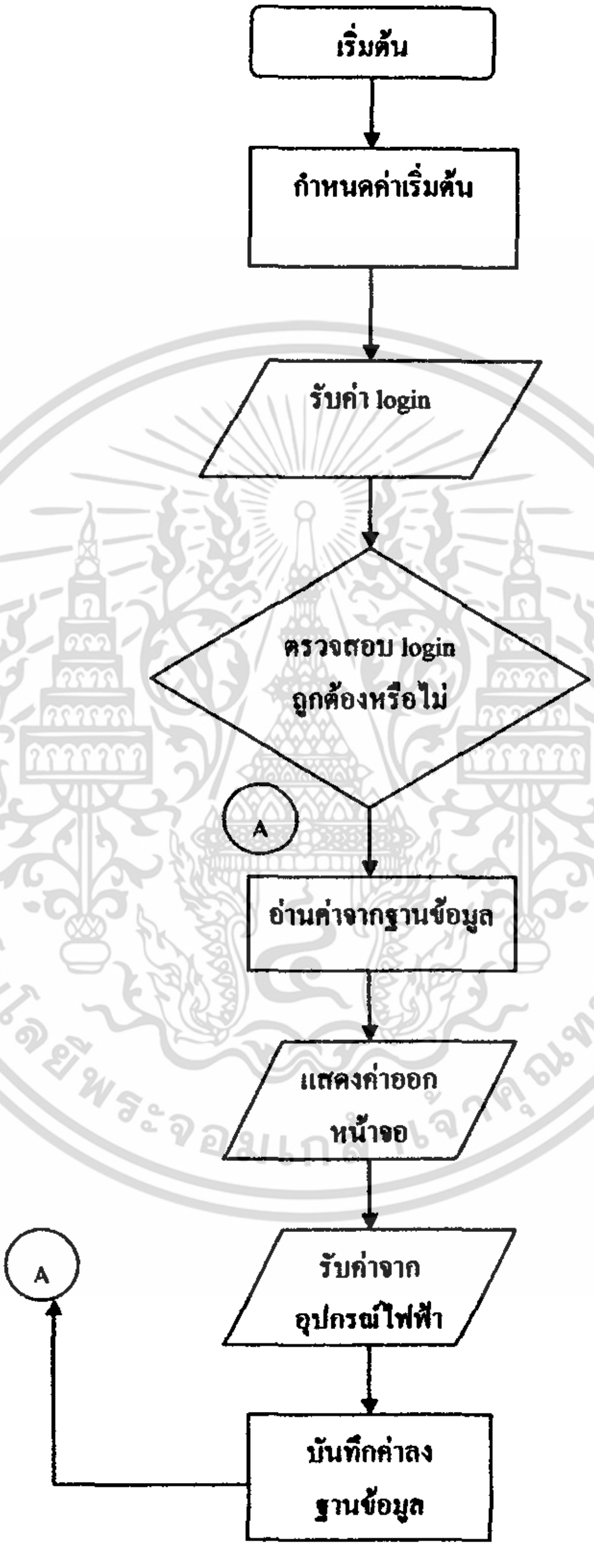
รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานในส่วนเอเอสพี

หลักการทำงานของบล็อกไดอะแกรม

1. ตอนแรกต้องทำการสมัครสมาชิกก่อนคือหน้าต่าง signup.html โดยต้องใส่ค่าต่างๆให้ครบจึงจะได้ username และ password ที่เราต้องการ
2. ที่หน้าต่าง login.html จะรอการป้อน username , password โดยถ้า password ไม่ถูกต้องจะถูกส่งไปยัง login.asp โดยต้องกลับไปใส่ username , password ให้ถูกต้อง
3. หน้าต่าง control.asp ใช้สั่งงานการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะตรวจสอบค่าจากฐานข้อมูลแล้วแสดงผลออกมาว่าสวิตช์ที่ 1 ถึง 4 ว่าเปิดหรือปิด

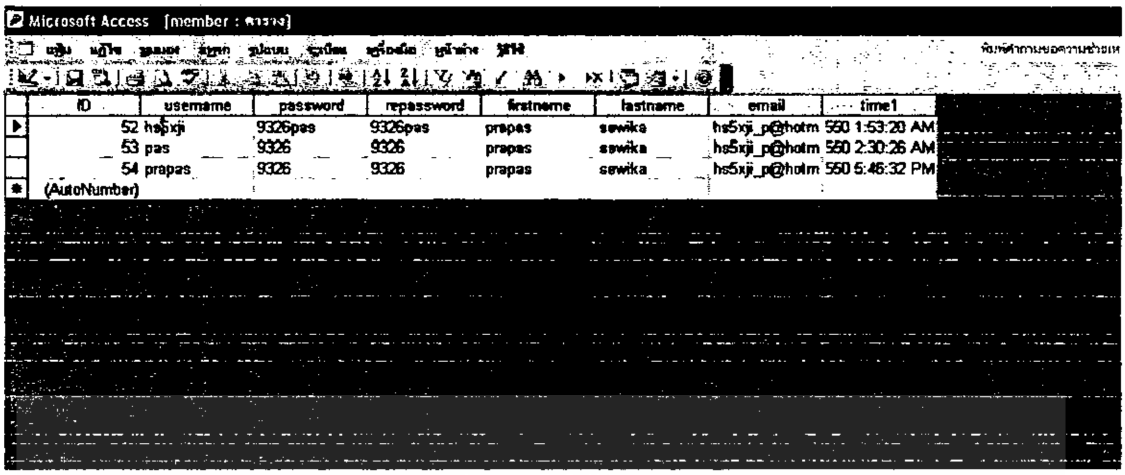
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานในส่วนเอเอสพี



รูปที่ 3.20 แสดงผังการทำงานในส่วนเอเอสพี

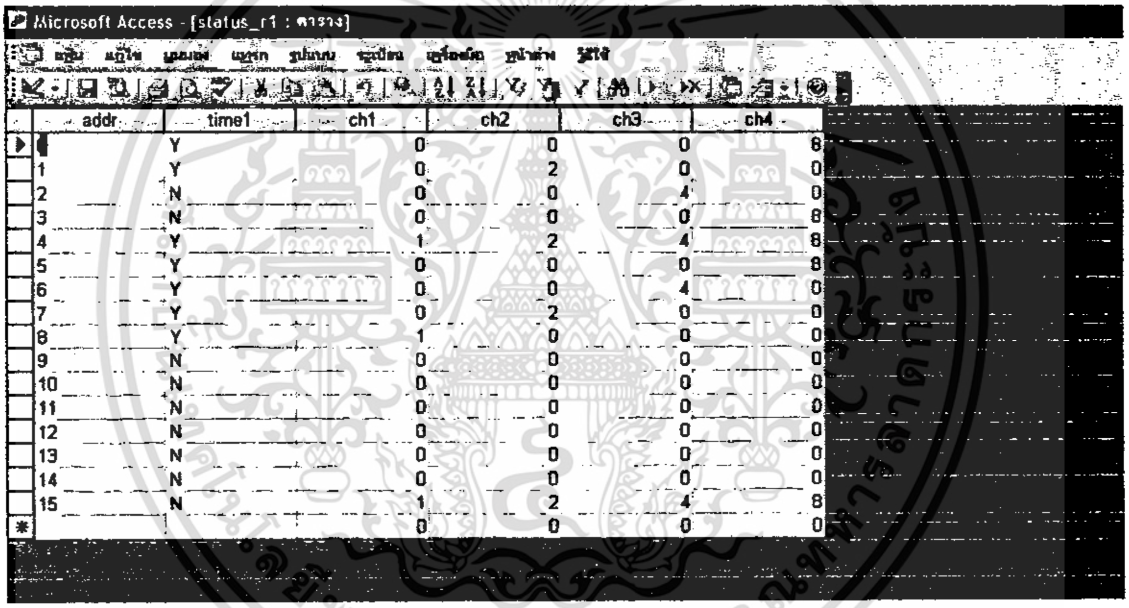
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Microsoft Access [member : ตาราง]

ID	username	password	repassword	firstname	lastname	email	time1
52	hs5xji	9326pas	9326pas	prapas	sewika	hs5xji_p@hotm	550 1:53:20 AM
53	pas	9326	9326	prapas	sewika	hs5xji_p@hotm	550 2:30:26 AM
54	prapas	9326	9326	prapas	sewika	hs5xji_p@hotm	550 5:46:32 PM
(AutoNumber)							

รูปที่ 3.21 แสดงตารางสมาชิก



Microsoft Access - [status_r1 : ตาราง]

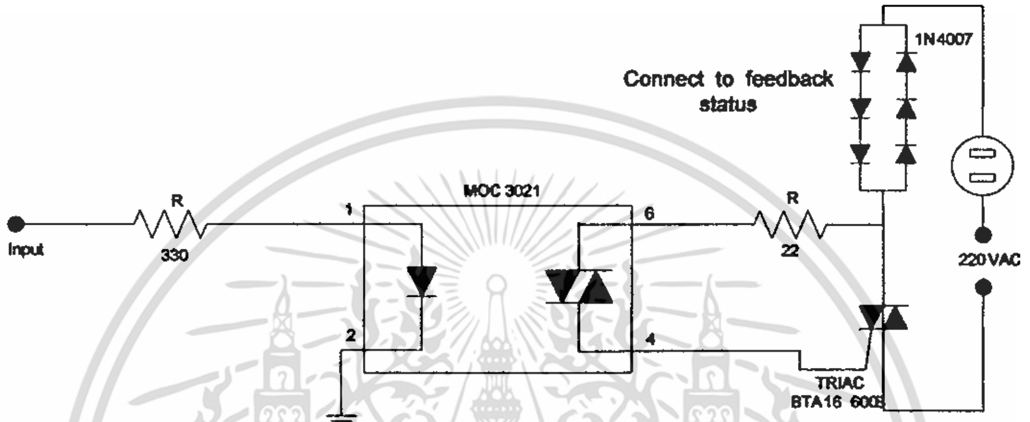
addr	time1	ch1	ch2	ch3	ch4
	Y	0	0	0	8
1	Y	0	2	0	0
2	N	0	0	4	0
3	N	0	0	0	8
4	Y	1	2	4	8
5	Y	0	0	0	8
6	Y	0	0	4	0
7	Y	0	2	0	0
8	Y	1	0	0	0
9	N	0	0	0	0
10	N	0	0	0	0
11	N	0	0	0	0
12	N	0	0	0	0
13	N	0	0	0	0
14	N	0	0	0	0
15	N	1	2	4	8
		0	0	0	0

รูปที่ 3.22 แสดงตารางสเตตัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์ (Solid State Relay)

เป็นวงจรทำหน้าที่เป็นสวิตช์ให้กับวงจรโดยมีการควบคุมผ่าน ออบโต้คอปเปอร์(Optocoupler) ให้ไปทริกไตรแอก(Triac) เพื่อทำการแยกกราวด์ระหว่าง กราวด์ระบบและกราวด์ไฟสลับการทำงานของวงจรก็คือ จะมีอินพุทที่เป็นแรงดัน 5โวลต์ แล้วผ่านตัวต้านทานเพื่อกำจัดกระแส เมื่อครบลูปแล้ว จะทำให้เกิดการคัปปลิ้งและจะไปทริกวงจร ทำให้ไตรแอกทำงานในสภาวะนำกระแส ออบโต้คอปเปอร์ที่ใช้คือเบอร์ MOC3021 และไตรแอกเบอร์ BTA16 600B สามารถใช้งานได้ประมาณ 500 วัตต์

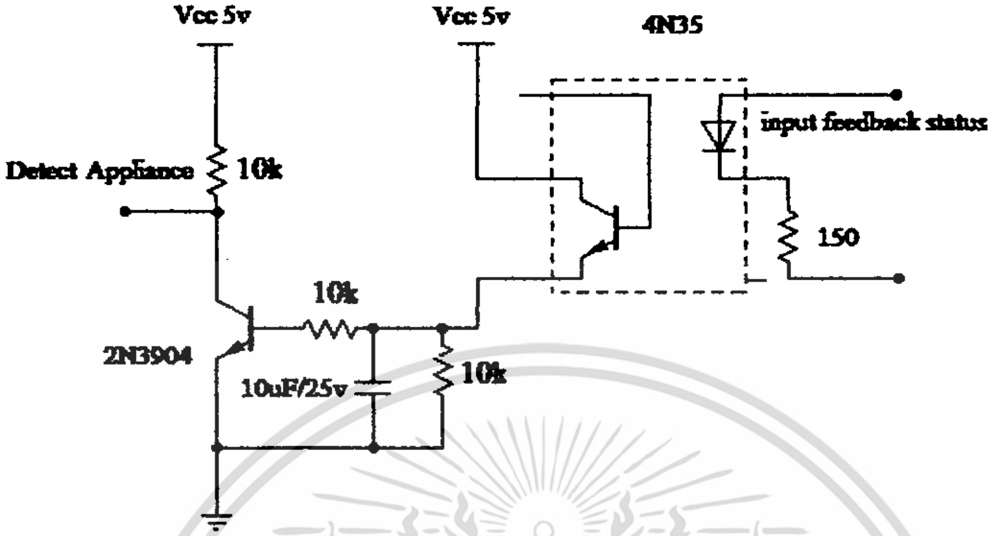


รูปที่ 3.23 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์

จากวงจรจะพบว่ามีไดโอดที่ต่อกับแบบสลับขั้วเพื่อคอยตรวจจับกระแส ซึ่งทำให้สามารถตรวจจับได้ทั้งแรงดันและโหลด นั่นคือหากไม่มีแรงดัน 220โวลต์ เข้ามาก็ไม่เกิดกระแส ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอดและหากโหลดที่เป็นหลอดไฟขาด แม้จะมีแรงดัน 220โวลต์ เข้ามาก็จะไม่เกิดกระแสไหลผ่านไดโอด ทำให้สามารถตรวจจับได้ทั้งแรงดันและโหลด ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดจะอยู่ที่ประมาณ 1.9-2.2 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันกระแสสลับและนำแรงดันที่ได้นี้ไปใช้ในการตรวจสอบ โดยไดโอดที่ใช้เป็นไดโอดเบอร์ 1N4007 ที่ทนแรงดันได้ 1000 โวลต์และทนกระแสได้ 1 แอมป์ ดังนั้นโหลดสูงสุดที่สามารถนำมาต่อใช้งานได้คือ 220วัตต์ ดังนั้นหากต้องการใช้งานที่โหลดขนาด 500 วัตต์ จะต้องใช้ไดโอดที่ทนกระแสได้ประมาณ 3 แอมป์ ซึ่งจะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและมีราคาแพงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.24 วงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทำงานในขณะที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าต่ออยู่จะมีกระแสไหลผ่านออบโต้ ทำให้มีสัญญาณแรงดันทางด้านขาเบสของทรานซิสเตอร์ส่งผลให้ค่าที่จุดตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้ามีค่าเป็น 0 (กราวด์) แต่ในขณะที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าต่ออยู่จะไม่มีกระแสผ่านออปโต้ ดังนั้นค่าที่จุดตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้ามีค่าเป็น 1 (5โวลต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

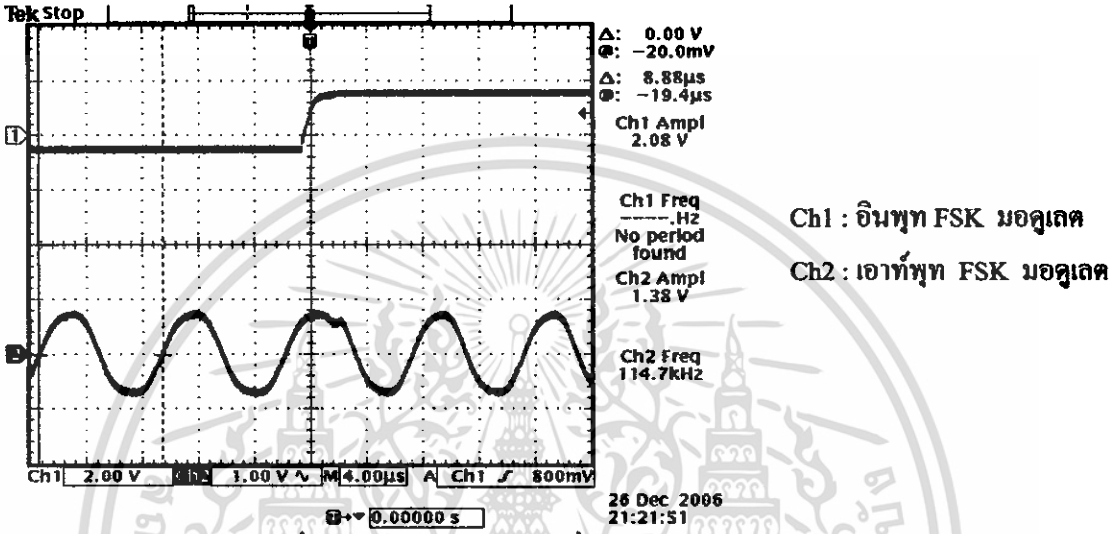
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองส่วนมาสเตอร์โมดูล

4.1.1 ผลการทดลองภาคมอดูเลตแบบฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

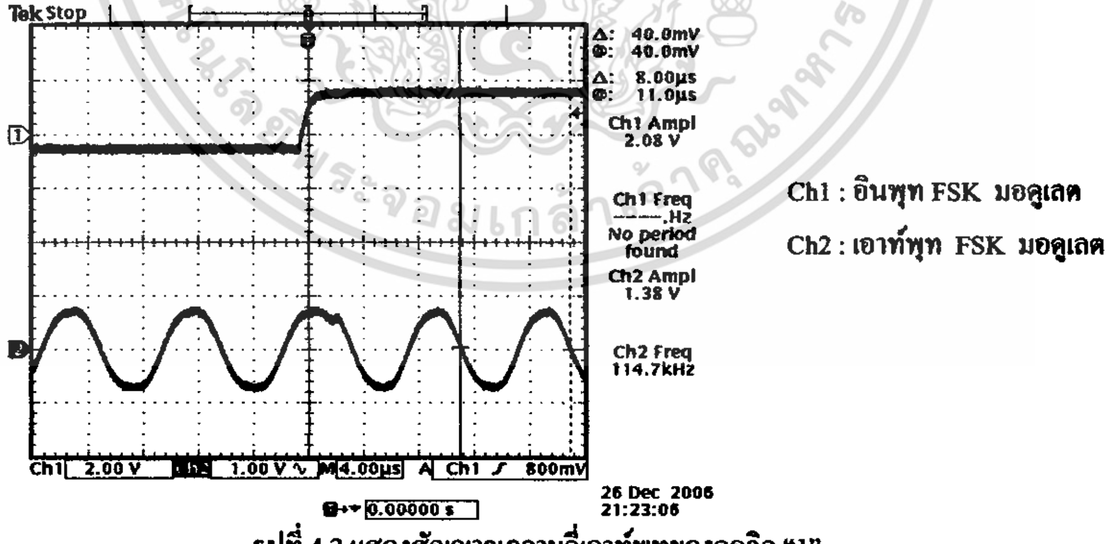
สัญญาณรูปคลื่นเอาท์พุทภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง ที่ป้อนอินพุทเป็นลอจิก “0” จะได้สัญญาณที่ความถี่ประมาณ 115 กิโลเฮิรตซ์ หรือใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณความถี่เอาท์พุทของลอจิก “0”

จากรูปที่ 4.1 จะได้คาบเวลาเท่ากับ 8.88 ไมโครวินาที ดังนั้นความถี่จึงเท่ากับ 112.61 กิโลเฮิรตซ์

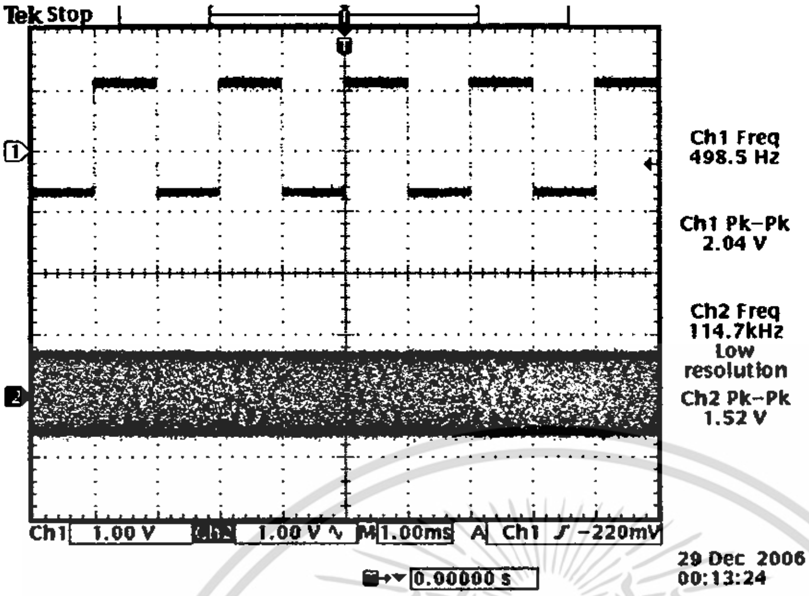
สัญญาณรูปคลื่นเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง ที่ป้อนอินพุทเป็นลอจิก “1” จะได้สัญญาณที่ความถี่125 กิโลเฮิรตซ์ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณความถี่เอาท์พุทของลอจิก “1”

จากรูปที่ 4.2 จะคาบเวลาเท่ากับ 8.00 ไมโครวินาที ดังนั้นความถี่จึงเท่ากับ 125 กิโลเฮิรตซ์

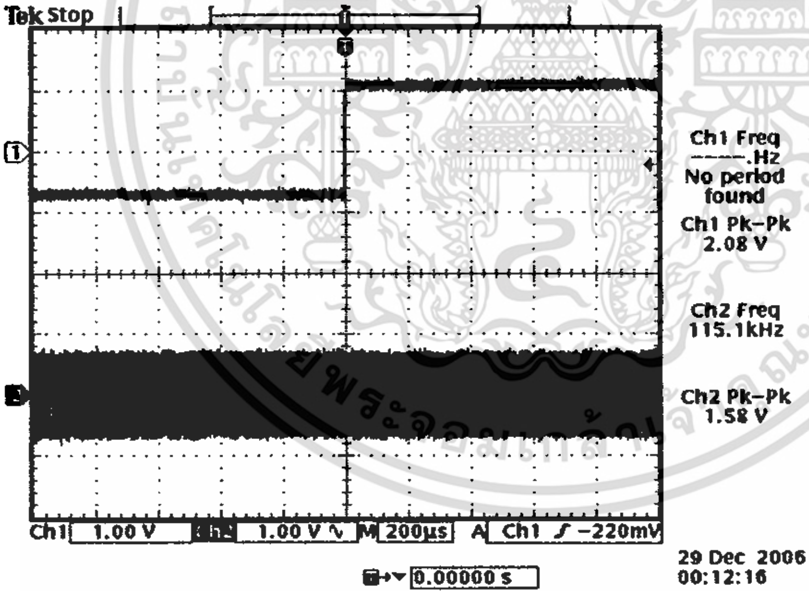
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch1 : อินพุท FSK มอดูเลต

Ch2 : เอาท์พุท FSK มอดูเลต

รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง



Ch1 : อินพุท FSK มอดูเลต

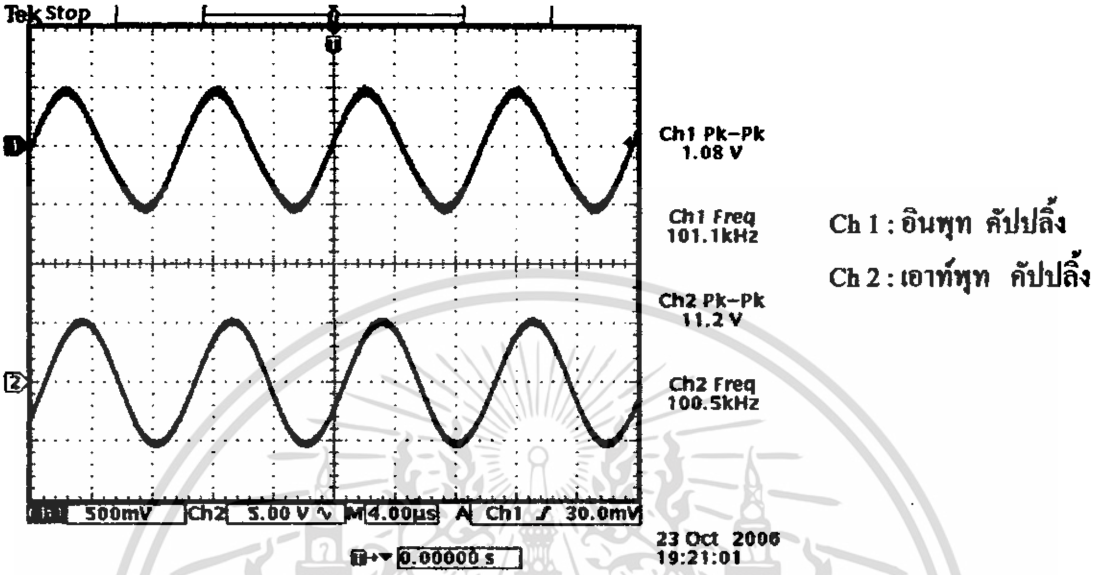
Ch2 : เอาท์พุท FSK มอดูเลต

รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

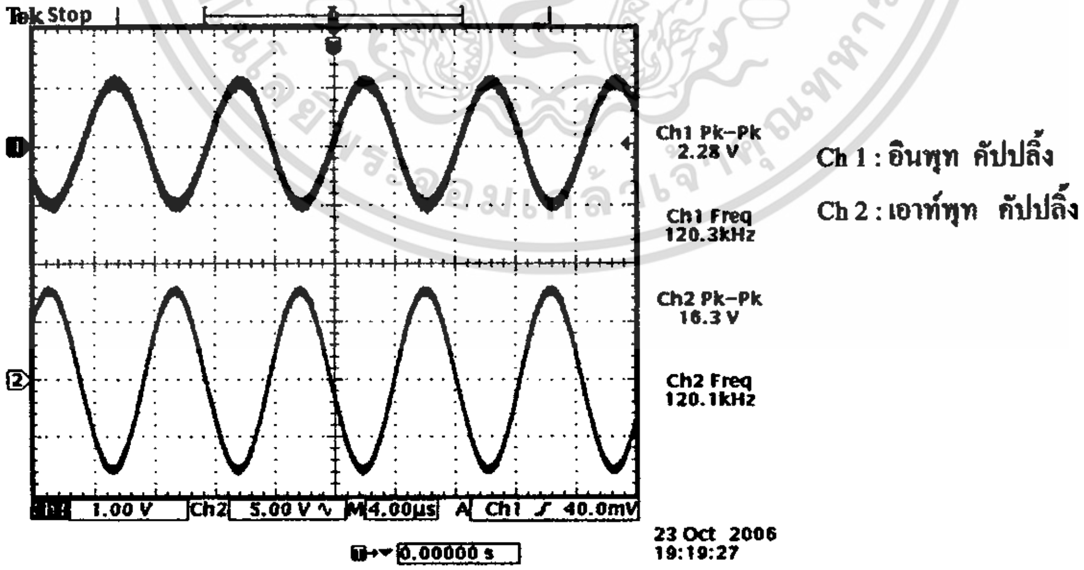
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองการคัปปลิ้งสัญญาณทางด้านส่ง

ในการคัปปลิ้งสัญญาณไปสู่สายไฟฟ้ากำลังนั้นต้องทำให้เกิดการเรโซแนนซ์ที่ความถี่ที่ต้องการจะส่งในที่นี้คือ 120 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่กลางจากภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

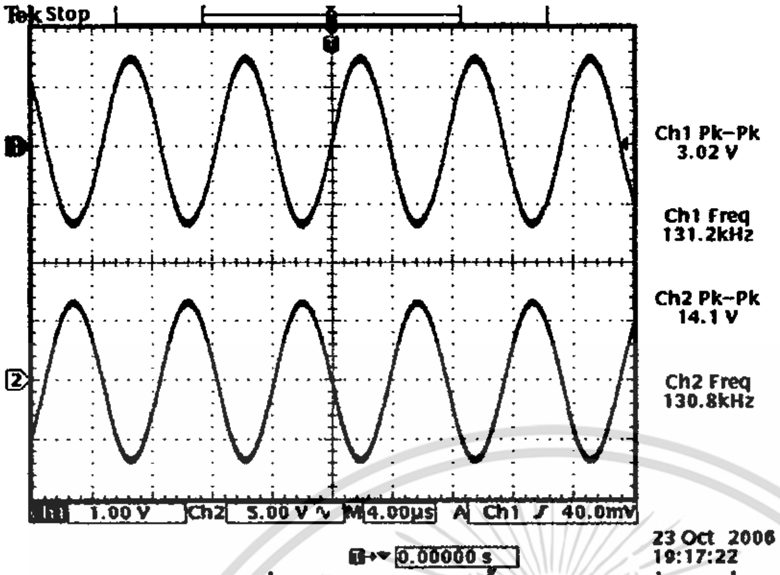


รูปที่ 4.5 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 100 กิโลเฮิรตซ์



รูปที่ 4.6 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 120 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



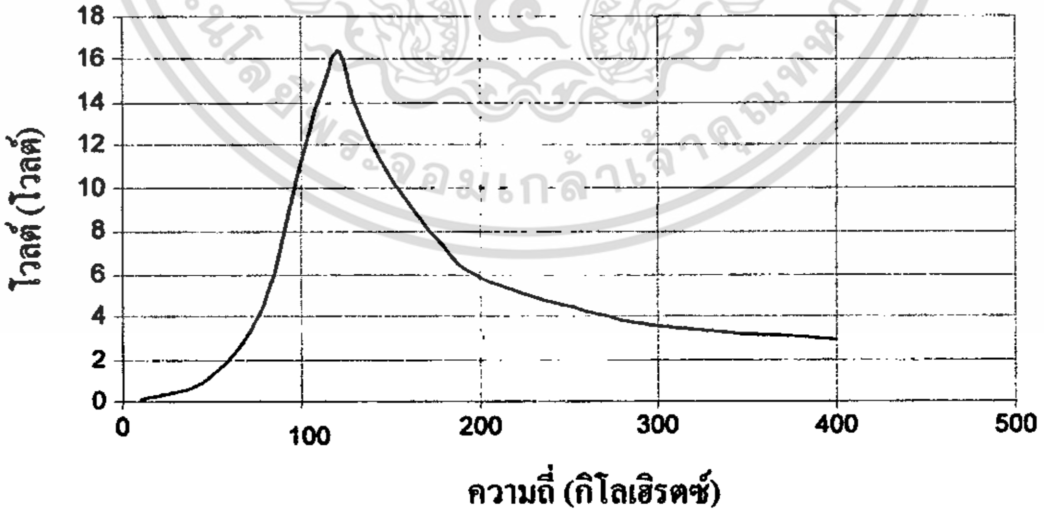
Ch 1 : อินพุท คัปปลิ้ง

Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

รูปที่ 4.7 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 130 กิโลเฮิรตซ์

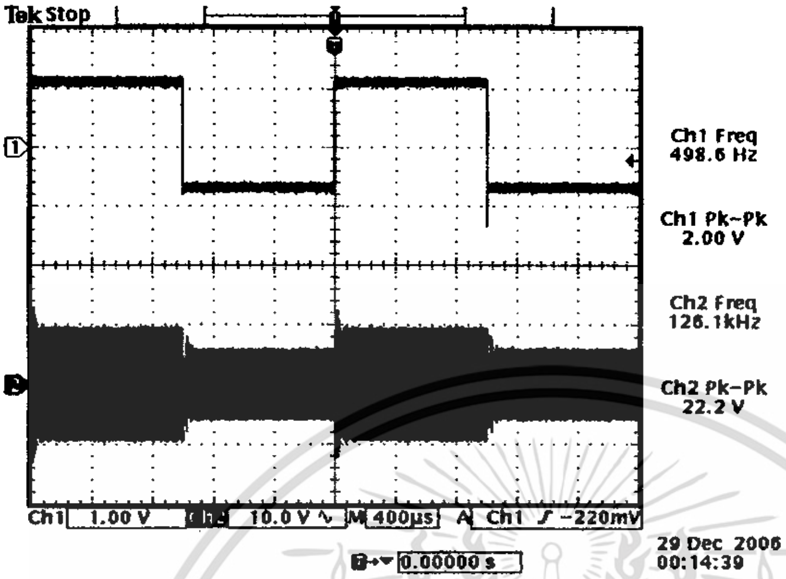
ตารางที่ 4.1 แสดงการหาค่าความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรคัปปลิ้งทางด้านส่ง

โวลต์ (V)	0.075	0.41	1.26	4.52	11.20	16.30	14.10	10.40	7.30	5.80	4.44	3.60	2.92
ความถี่ (kHz)	10	30	50	80	100	120	130	150	180	200	250	300	400



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความถี่เรโซแนนซ์ทางด้านส่ง

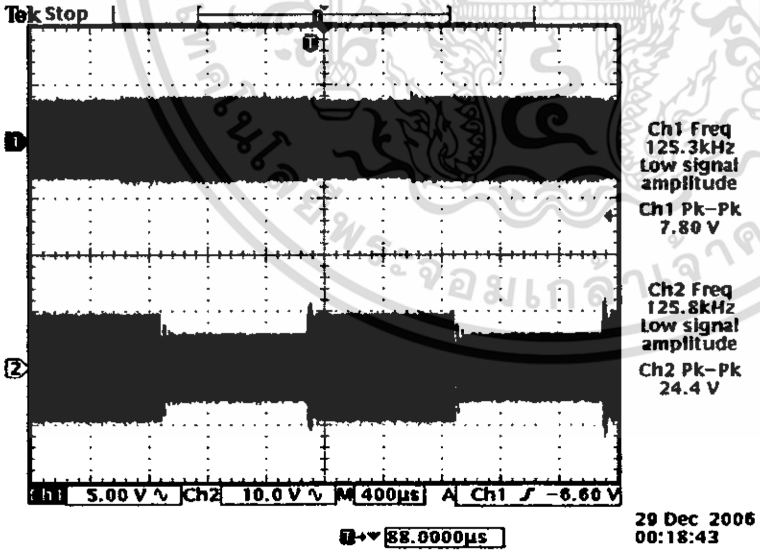
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch 1 : อินพุท FSK มอดูเลต

Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

รูปที่ 4.9 แสดงอินพุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง เทียบกับเอาท์พุทของคัปปลิ้งด้านส่ง

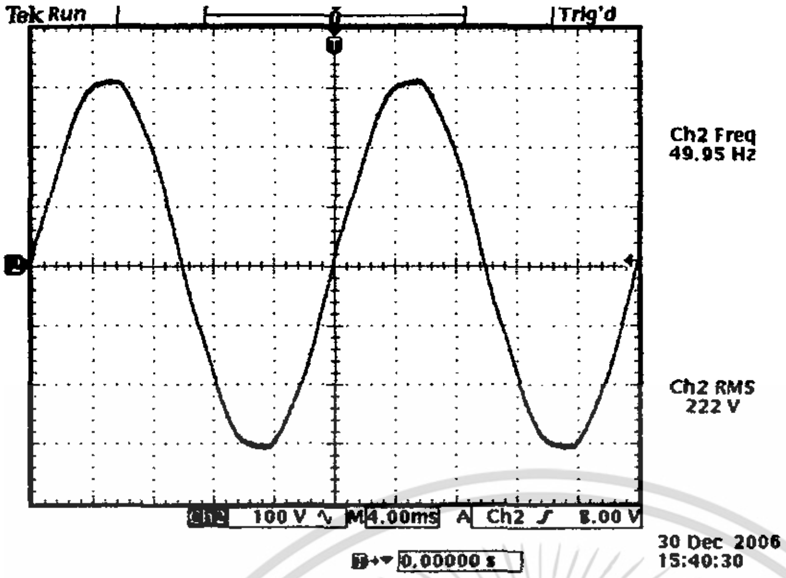


Ch 1 : อินพุท คัปปลิ้ง

Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

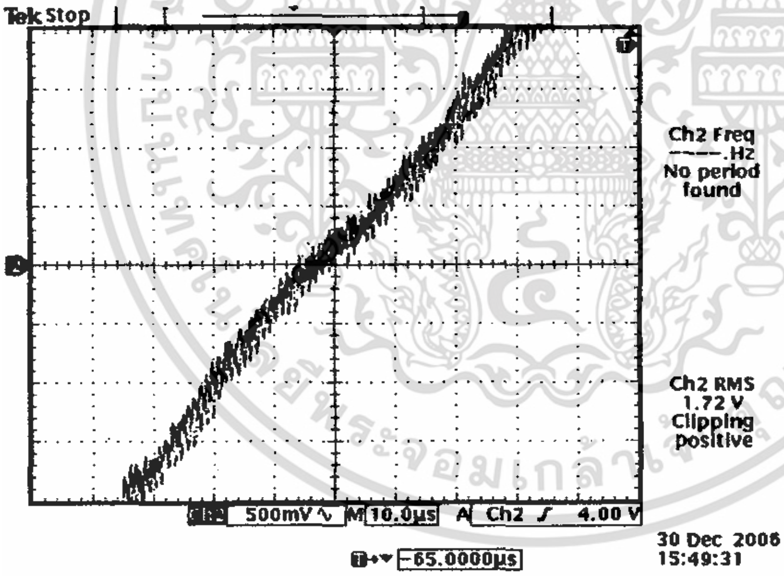
รูปที่ 4.10 แสดงอินพุทและเอาท์พุทของวงจรคัปปลิ้งด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch 2 : สัญญาณไฟฟ้ากำลัง

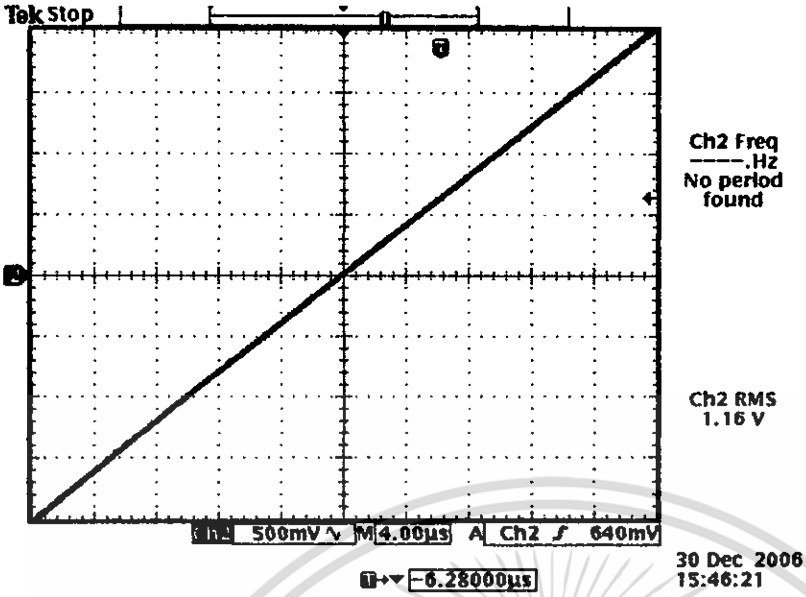
รูปที่ 4.11 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220 โวลต์



Ch 2 : สัญญาณไฟฟ้ากำลัง

รูปที่ 4.12 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220โวลต์ เมื่อมีการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



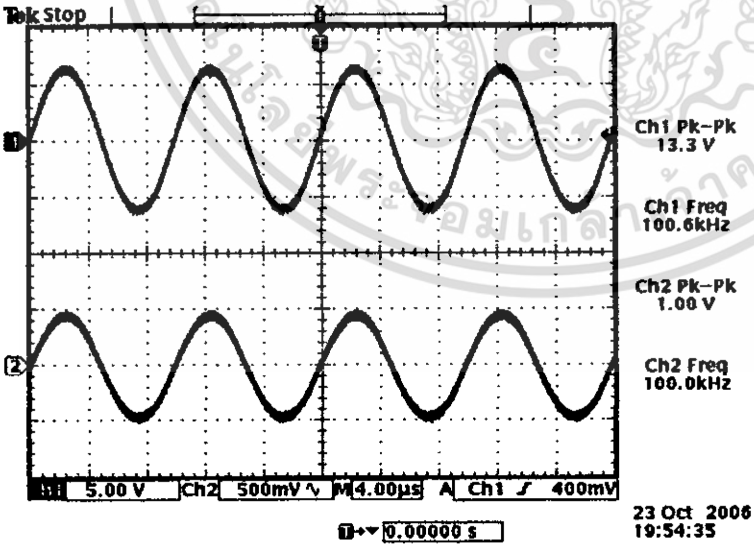
Ch 2 : สัญญาณไฟฟ้ากำลัง

รูปที่ 4.13 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกไปสู่สายไฟฟ้า 220 โวลต์ เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล

4.2 ผลการทดลองส่วนสเตฟโมดูล

4.2.1 ผลการทดลองการคัปปลิ้งสัญญาณทางด้านรับ

ในการคัปปลิ้งสัญญาณออกมาจากสายไฟฟ้ากำลังนั้นต้องทำให้เกิดการเรโซแนนซ์ที่ความถี่ที่ต้องการจะรับ ในที่นี้คือ 120 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่กลางจากภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งที่ส่งผ่านสายไฟฟ้ากำลังมา

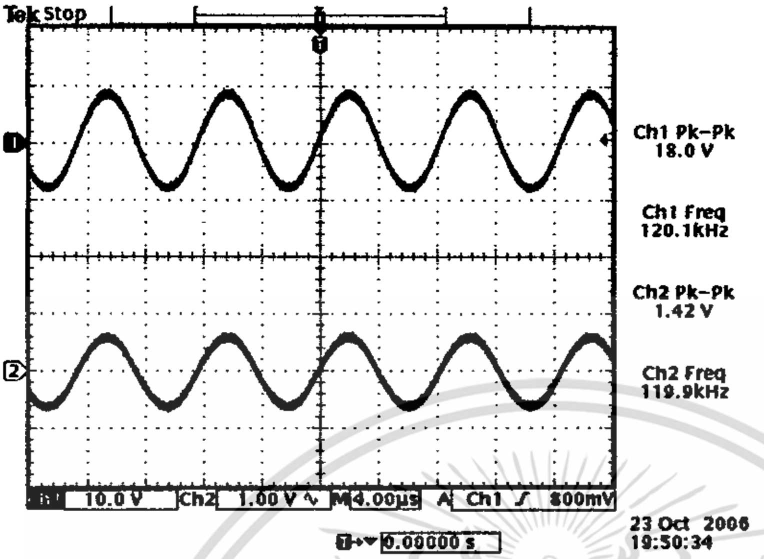


Ch 1 : อินพุท คัปปลิ้ง

Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

รูปที่ 4.14 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 100 กิโลเฮิรตซ์

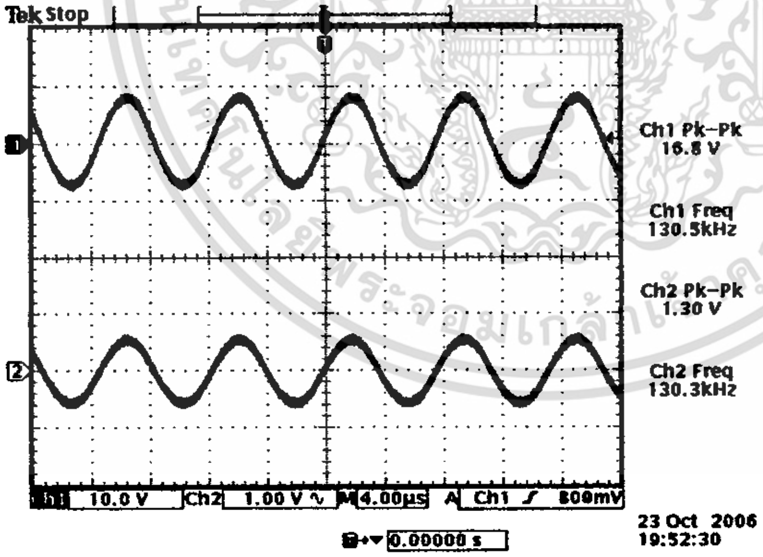
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch 1 : อินพุท คัปปลิ้ง

Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

รูปที่ 4.15 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 120 กิโลเฮิรตซ์



Ch 1 : อินพุท คัปปลิ้ง

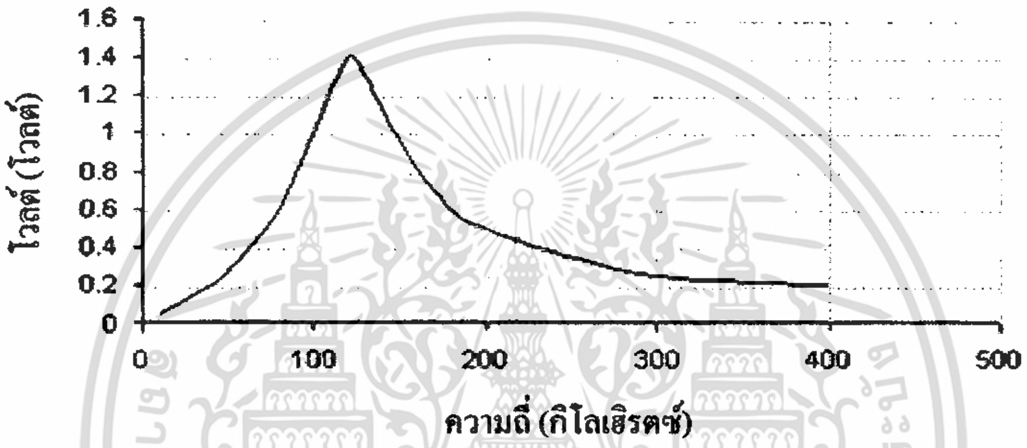
Ch 2 : เอาท์พุท คัปปลิ้ง

รูปที่ 4.16 แสดงการคัปปลิ้งของสัญญาณที่ความถี่ 130 กิโลเฮิรตซ์

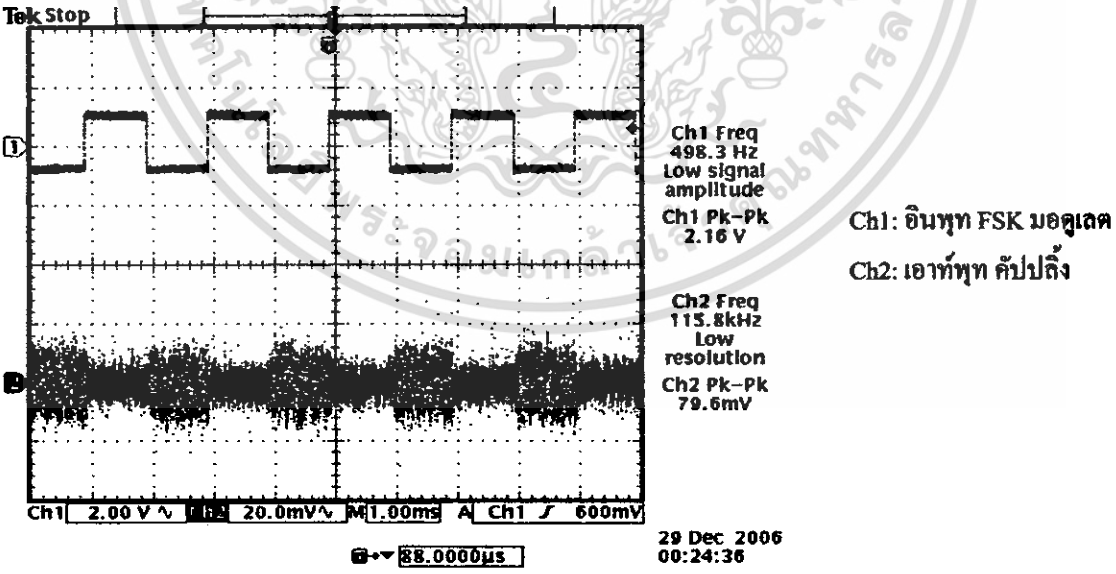
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาค่าความถี่เรโซแนนท์ (ตัวรับ)

โวลต์ (V)	0.05	0.15	0.28	0.60	1.00	1.40	1.30	0.95	0.60	0.50	0.40	0.35	0.25	0.20
ความถี่ (kHz)	10	30	50	80	100	120	130	150	180	200	230	250	300	400



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความถี่เรโซแนนซ์ทางด้านรับ



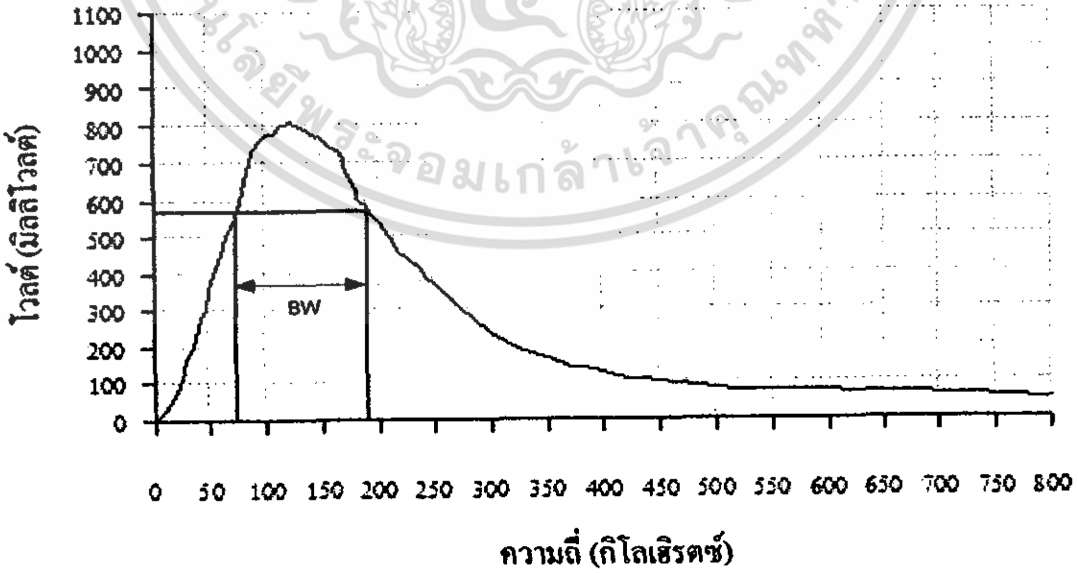
รูปที่ 4.18 แสดงการคัปปลิ้งสัญญาณออกมาจากสายไฟฟ้า 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

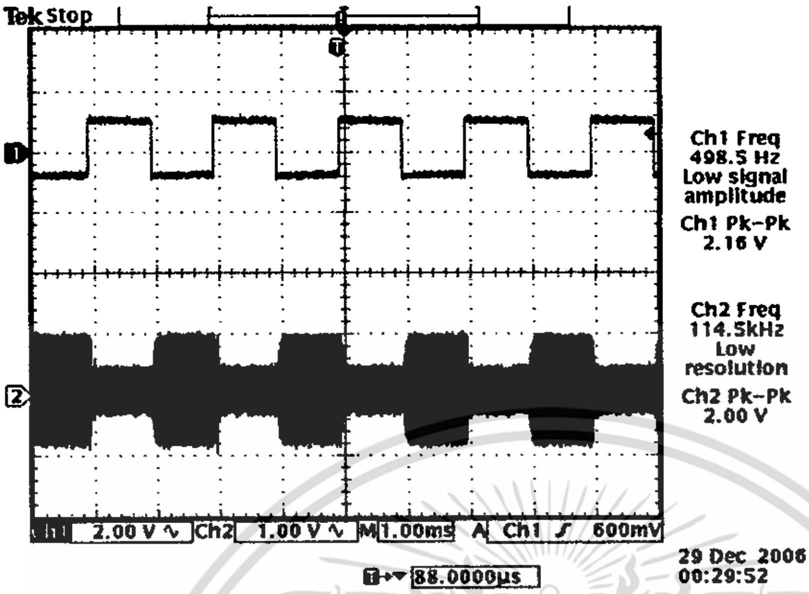
ตารางที่ 4.3 แสดงการทดลองวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (แรงดันอินพุท 1 โวลต์)

ความถี่ (kHz)	แรงดัน (mV)	ความถี่ (kHz)	แรงดัน (mV)
10	27	160	740
20	80	170	710
30	160	180	620
40	250	190	580
50	360	200	540
60	460	210	500
70	540	220	460
80	620	230	430
90	720	240	400
100	770	250	370
110	780	300	236
120	810	350	165
130	790	400	128
140	780	500	88
150	760	1000	38



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงการกรองแถบความถี่ผ่าน

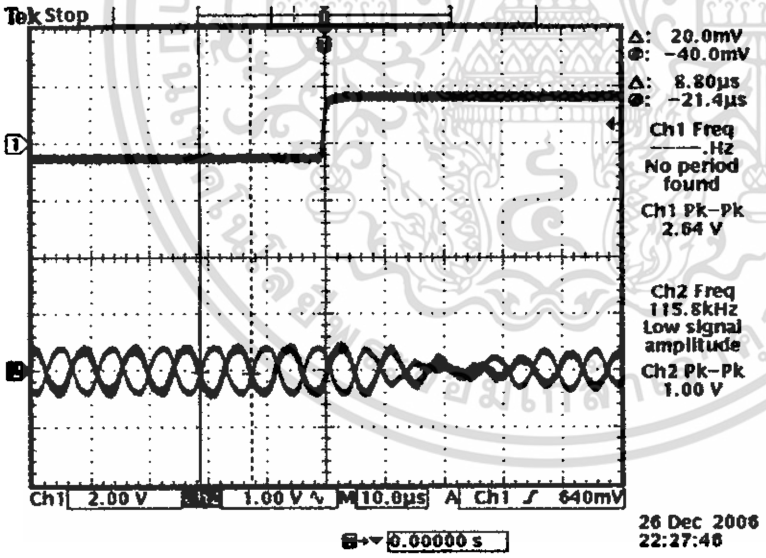
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch1: อินพุท FSK มอดูเลต

Ch2: เอาท์พุท วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

รูปที่ 4.20 แสดงสัญญาณเอาท์พุทของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

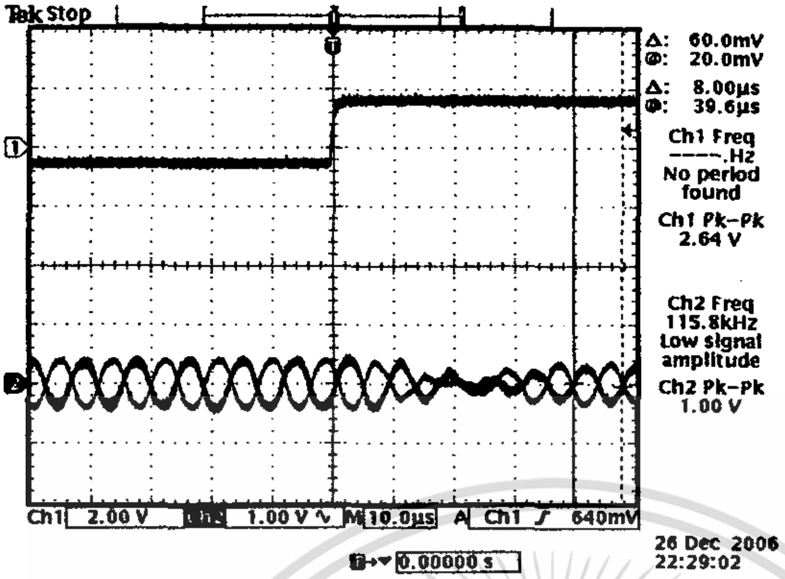


Ch1: อินพุท FSK มอดูเลต

Ch2: เอาท์พุท วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

รูปที่ 4.21 แสดงวงจรกรองสัญญาณที่สภาวะลอจิก “0”
อ่านค่าคาบเวลาได้เท่ากับ 8.8 ไมโครวินาที ดังนั้นสามารถหาความถี่ 113.6 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

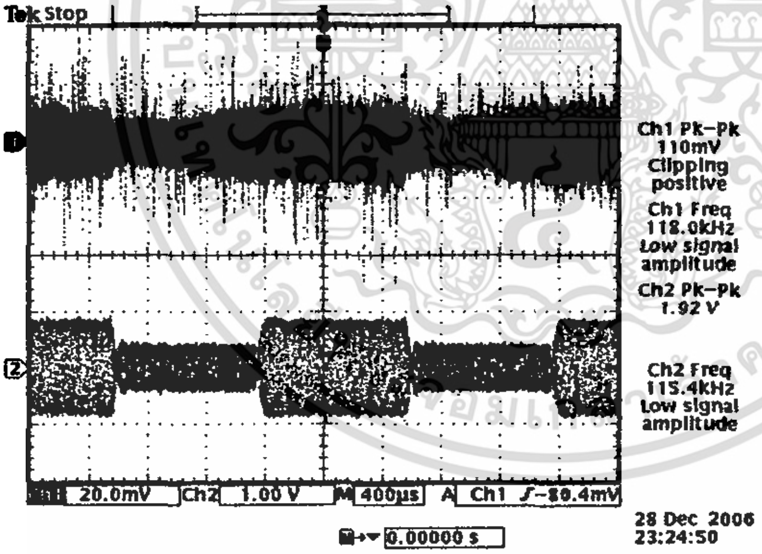


Ch1: อินพุท FSK มอดูเลต

Ch2: เอาท์พุท วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

รูปที่ 4.22 แสดงวงจรกรองสัญญาณที่สภาวะลอจิก "1"

อ่านค่าคาบเวลาได้เท่ากับ 8.0 ไมโครวินาที ดังนั้นสามารถหาความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์



Ch1: อินพุท วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

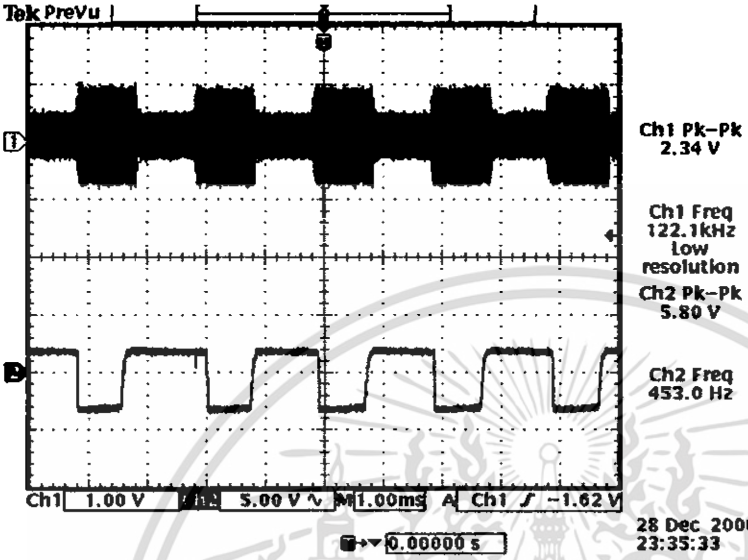
Ch2: เอาท์พุท วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

รูปที่ 4.23 แสดงสัญญาณเมื่อคัปปลิ้งออกมาแล้วผ่านวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

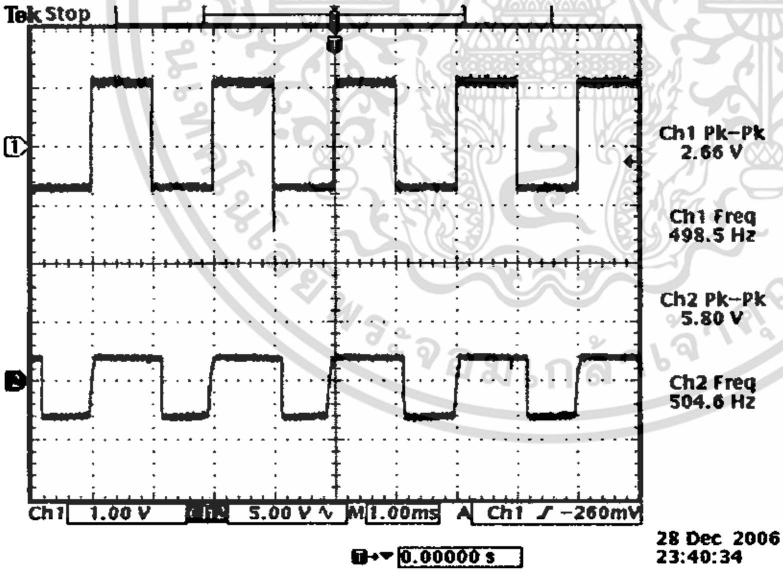
วงจรดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งนี้จะรับสัญญาณอินพุทมาจาก ภาควงจรกรองแถบความถี่ผ่านเพื่อที่จะแปลงสัญญาณกลับไปเป็นสัญญาณดิจิตอลอีกครั้งหนึ่ง



Ch1 : อินพุท FSK ดีมอดูเลต

Ch2 : เอาท์พุท FSK ดีมอดูเลต

รูปที่ 4.24 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง



Ch1 : อินพุท FSK มอดูเลต

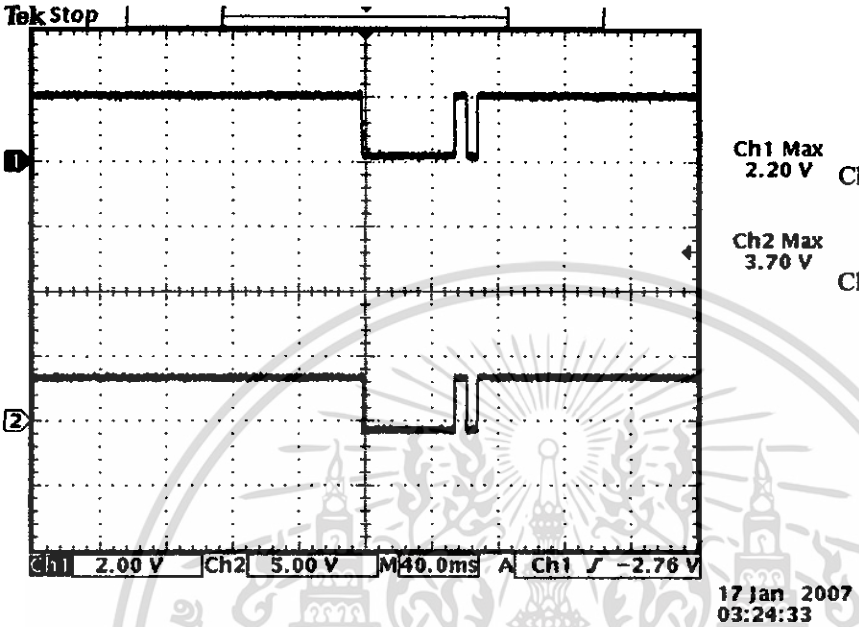
Ch2 : เอาท์พุท FSK ดีมอดูเลต

รูปที่ 4.25 แสดงสัญญาณอินพุทภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งและเอาท์พุทของภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์

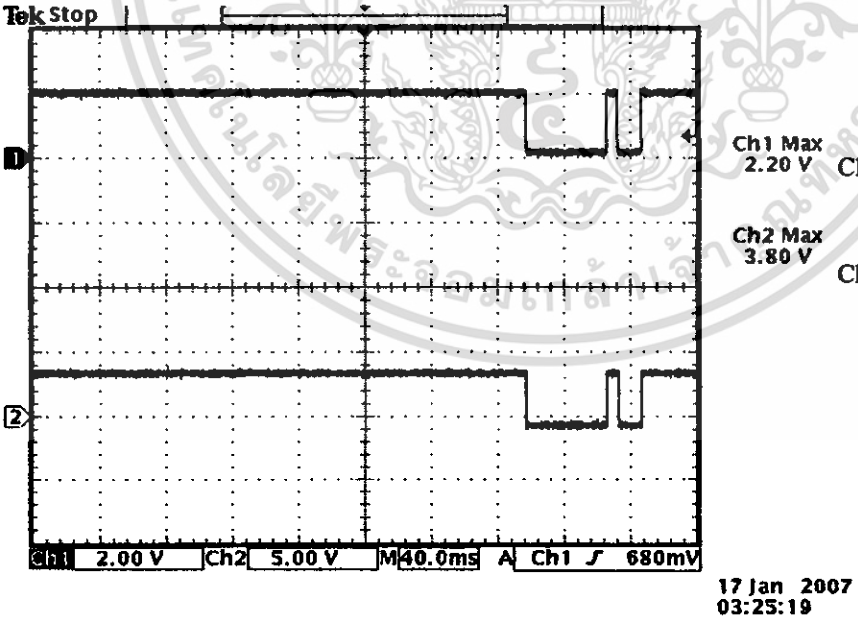
แสดงข้อมูลจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งให้กับภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งและข้อมูลที่ได้จากการภาคดีมอดูเลตสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง



Ch1 : อินพุทโมเด็มมาสเตอร์โมดูล

Ch2 : เอาท์พุทโมเด็มสเลฟโมดูล

รูปที่ 4.26 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1 ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

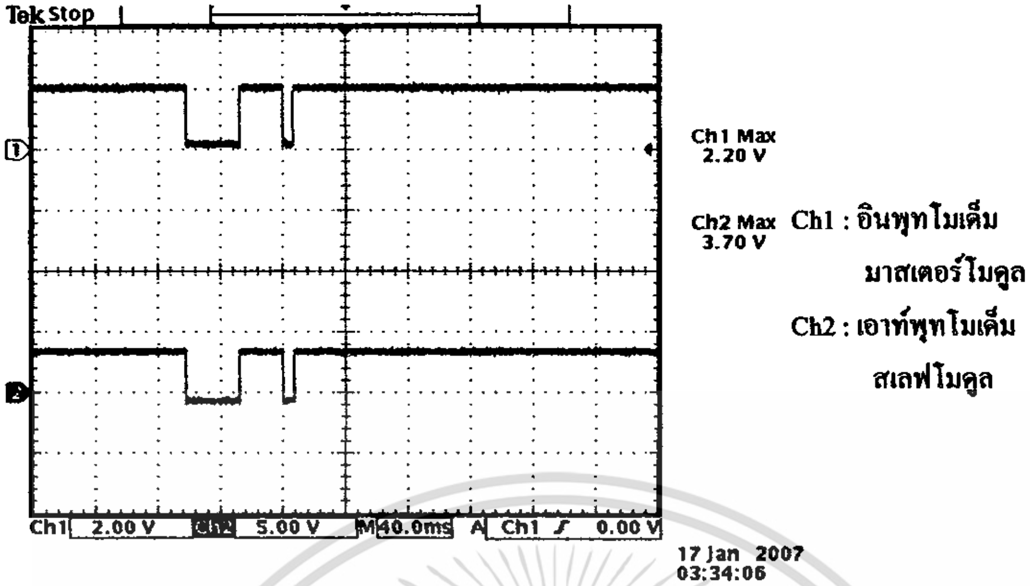


Ch1 : อินพุทโมเด็มมาสเตอร์โมดูล

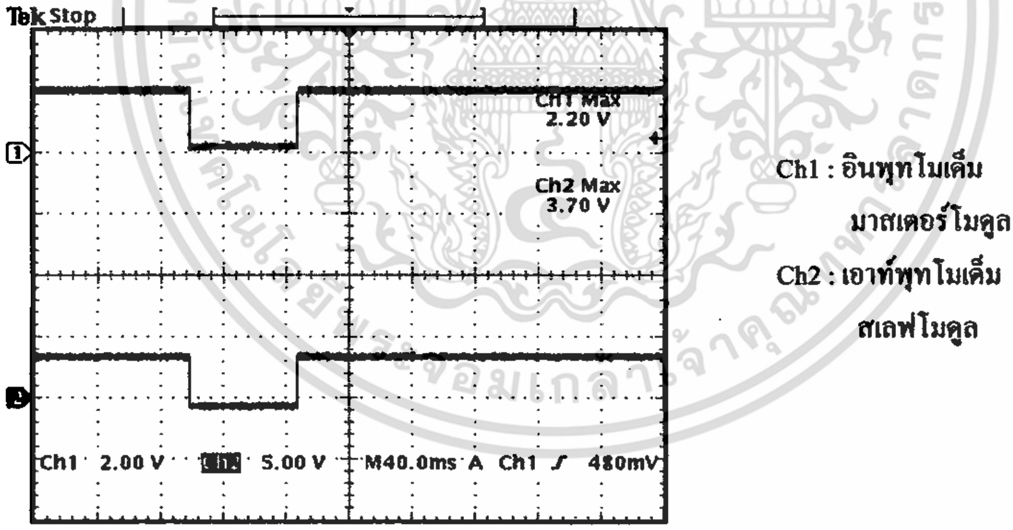
Ch2 : เอาท์พุทโมเด็มสเลฟโมดูล

รูปที่ 4.27 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2 ของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

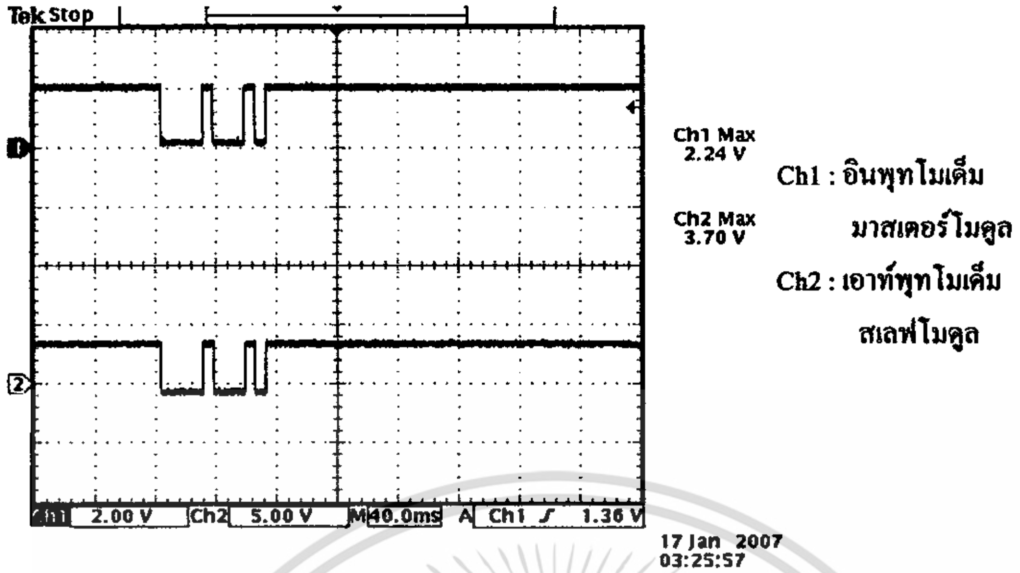


รูปที่ 4.28 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

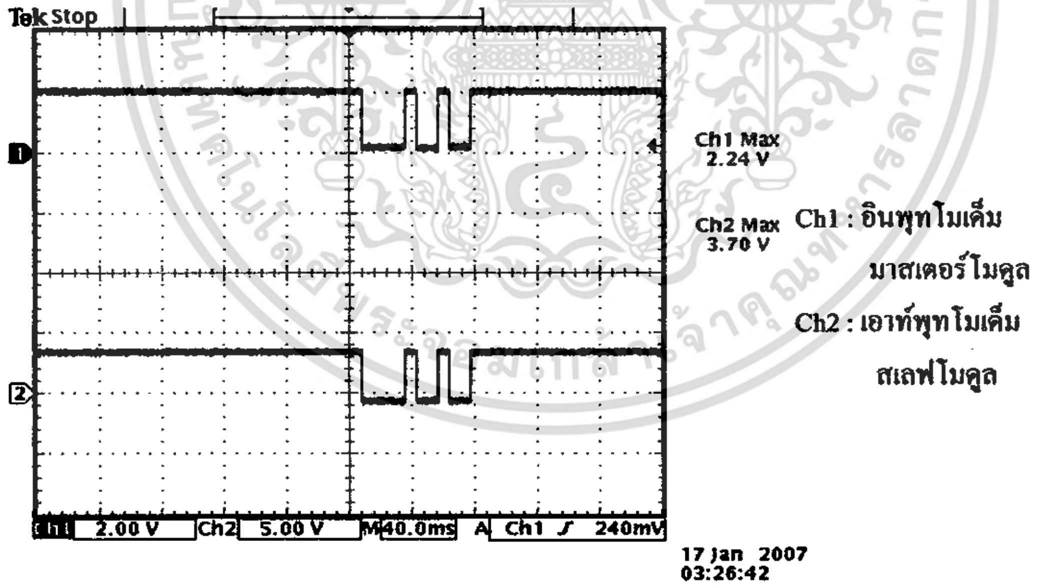


รูปที่ 4.29 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 1 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

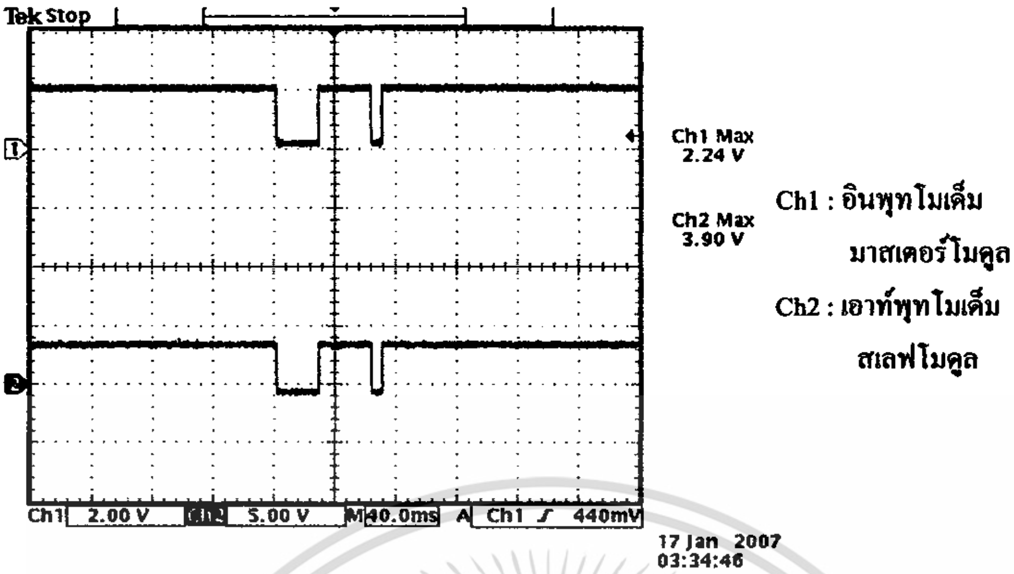


รูปที่ 4.30 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1 ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

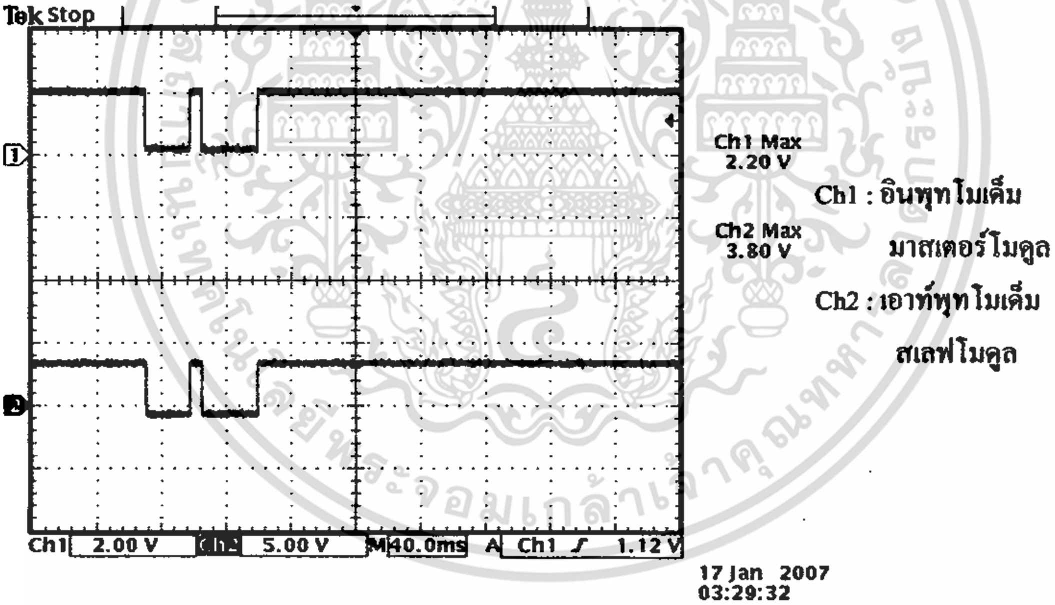


รูปที่ 4.31 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2 ของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

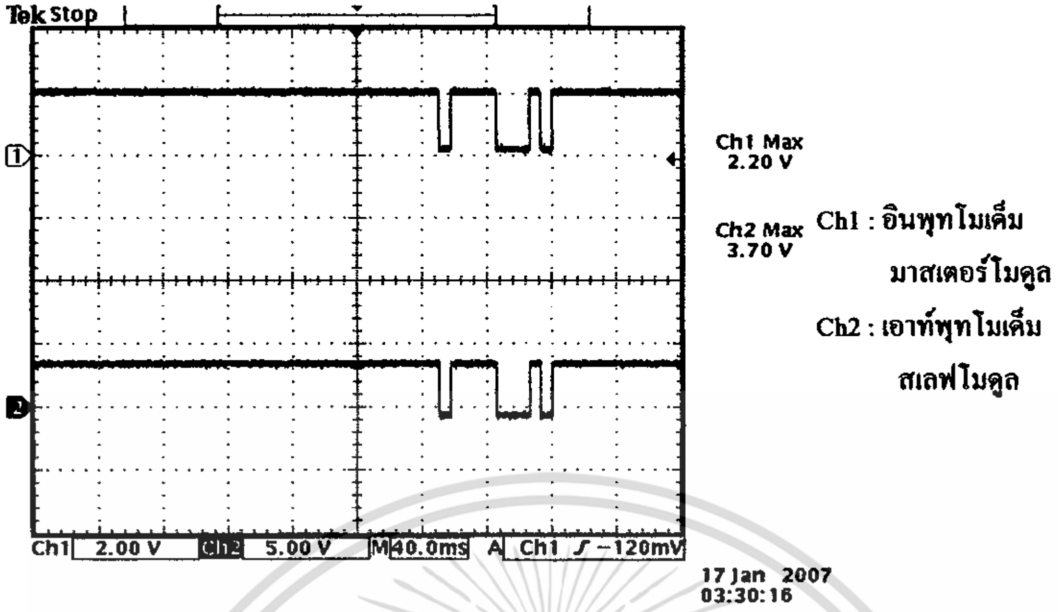


รูปที่ 4.32 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

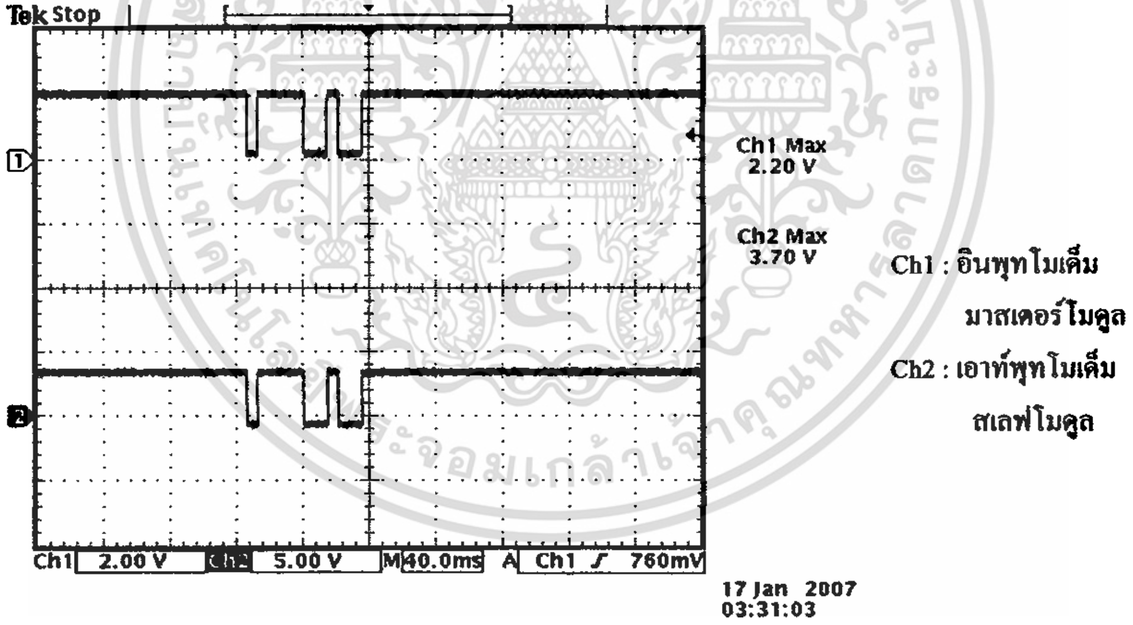


รูปที่ 4.33 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 2 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

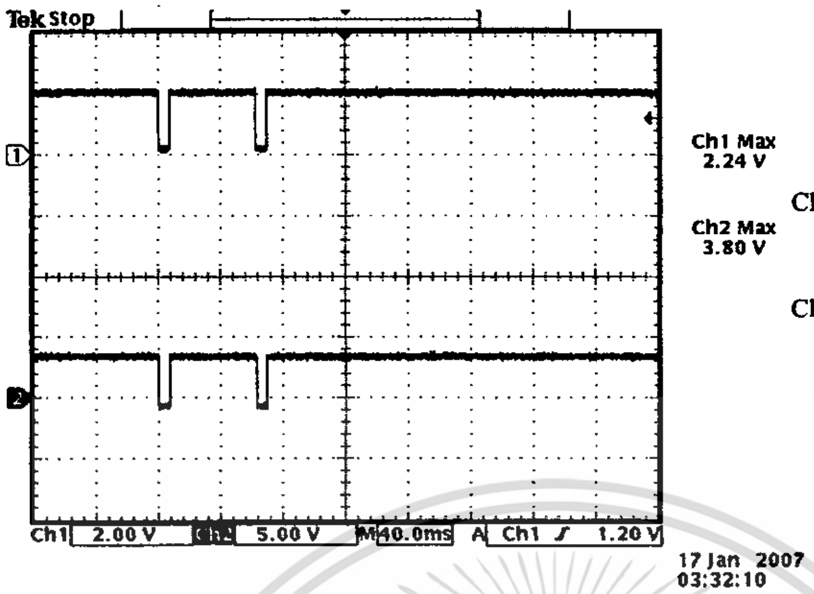


รูปที่ 4.34 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 1 ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล



รูปที่ 4.35 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ที่ 2 ของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

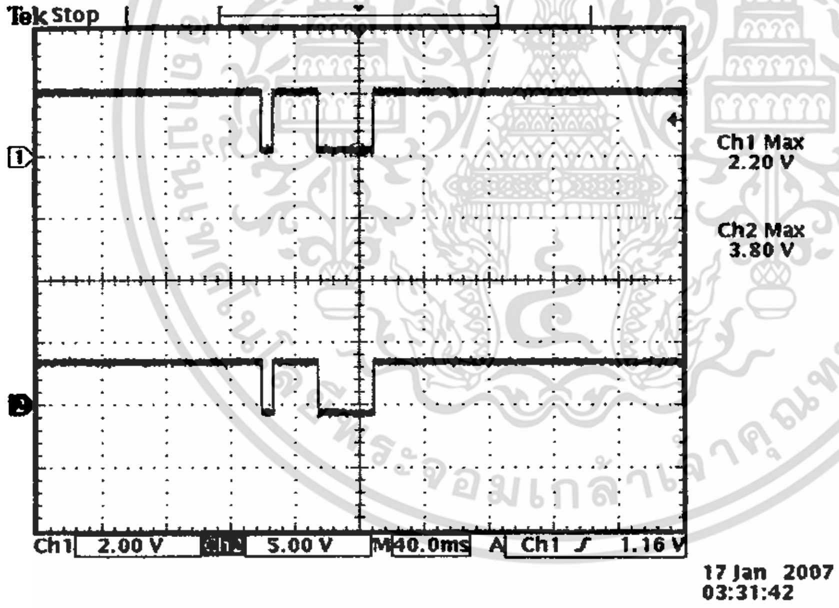
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch1 : อินพุทโมเด็มมาสเตอร์โมดูล

Ch2 : เอาท์พุทโมเด็มสเลฟโมดูล

รูปที่ 4.36 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งเปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล



Ch1 : อินพุทโมเด็มมาสเตอร์โมดูล

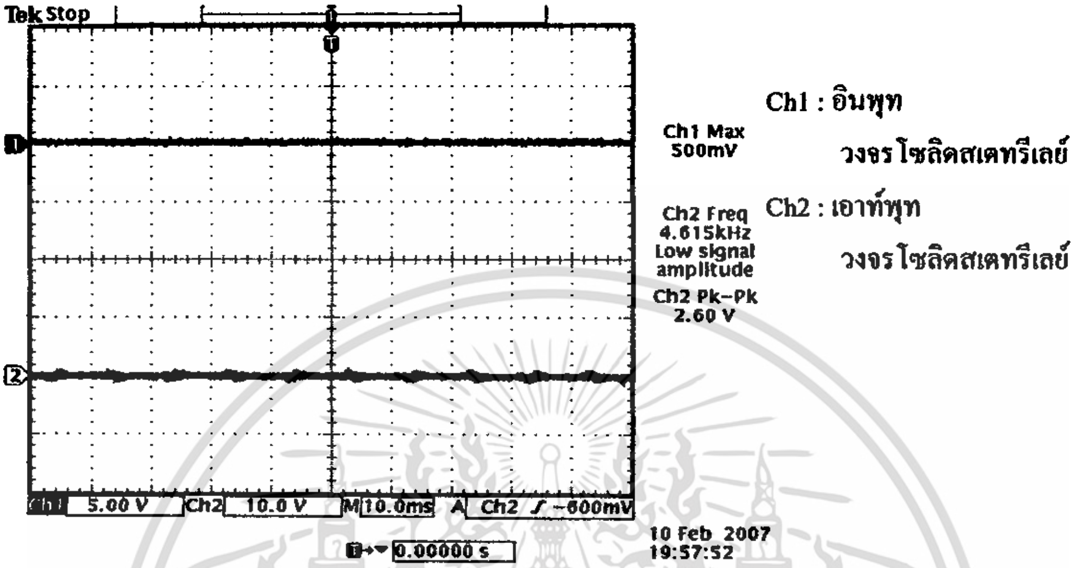
Ch2 : เอาท์พุทโมเด็มสเลฟโมดูล

รูปที่ 4.37 แสดงสัญญาณอินพุทโมเด็มเอาท์พุทของมาสเตอร์โมดูลโดยใช้คำสั่งปิดอุปกรณ์ทั้งหมดของแอดเดรสที่ 16 และเอาท์พุทโมเด็มของสเลฟโมดูล

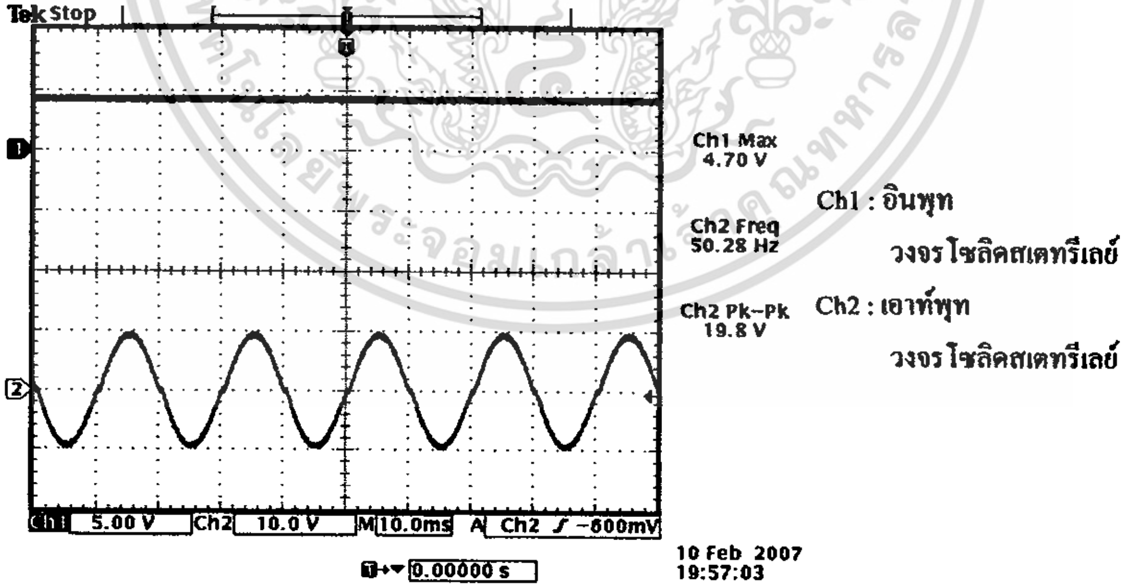
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองวงจรโซลิดสเตทรีเลย์

วงจรโซลิดสเตทรีเลย์เป็นวงจรที่ใช้ควบคุมสวิตช์อุปกรณ์ไฟฟ้าในการสั่งปิดหรือเปิด ดังนี้



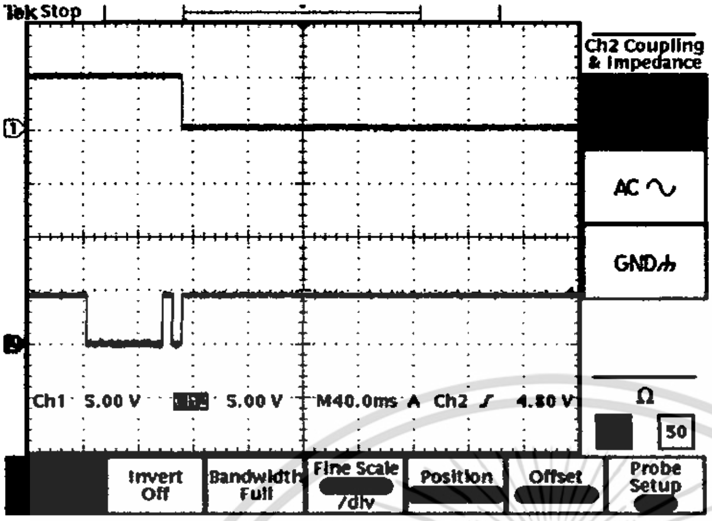
รูปที่ 4.38 แสดงสัญญาณที่เข้าอินพุทของวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เทียบกับเอาท์พุทวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นถูกสั่งปิดเอาไว้



รูปที่ 4.39 แสดงสัญญาณที่เข้าอินพุทของวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เทียบกับเอาท์พุทวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นถูกสั่งเปิดเอาไว้

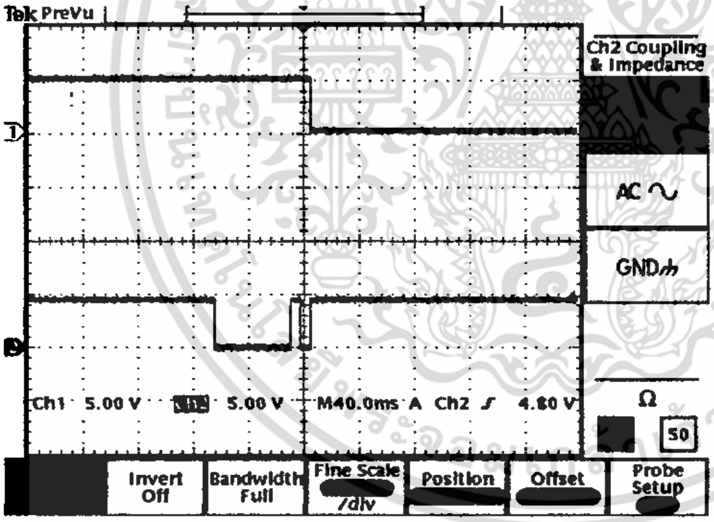
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลองวงจรตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้า



Ch1: คอนโทรล รีเลย์
(มาสเตอร์โมดูล)
Ch2: ข้อมูลที่ส่ง

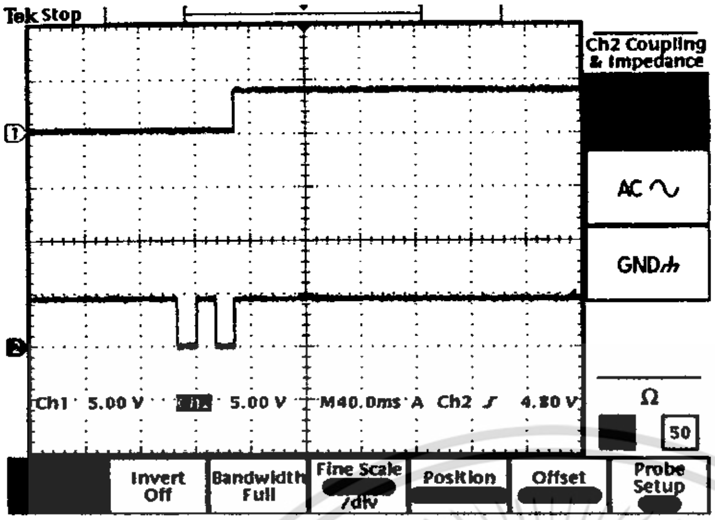
รูปที่ 4.40 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล) เทียบกับข้อมูลที่ส่ง



Ch1: คอนโทรล รีเลย์
(สเลฟโมดูล)
Ch2: ข้อมูลที่รับ

รูปที่ 4.41 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลที่รับ

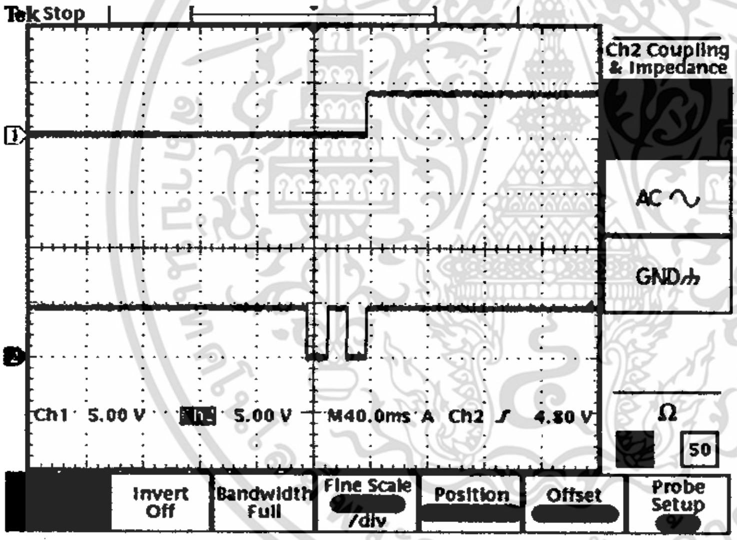
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch1: คอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)

Ch2: ข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด

รูปที่ 4.42 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด

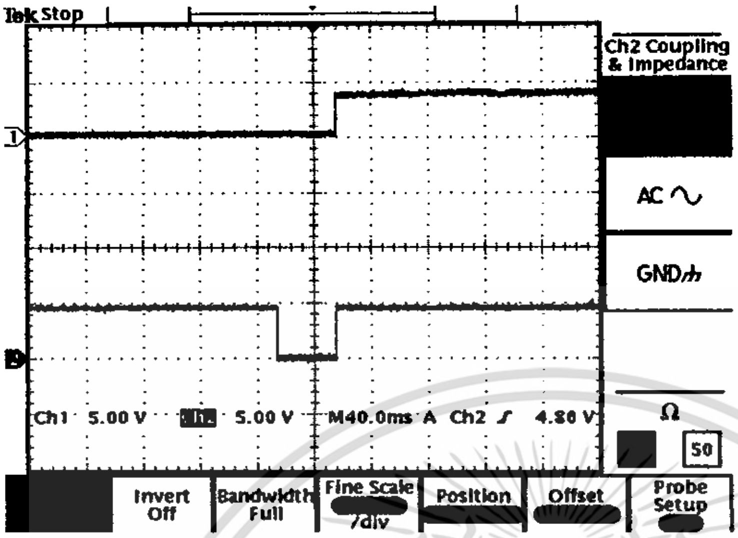


Ch1: คอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)

Ch2: ข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด

รูปที่ 4.43 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อไม่ผิดพลาด

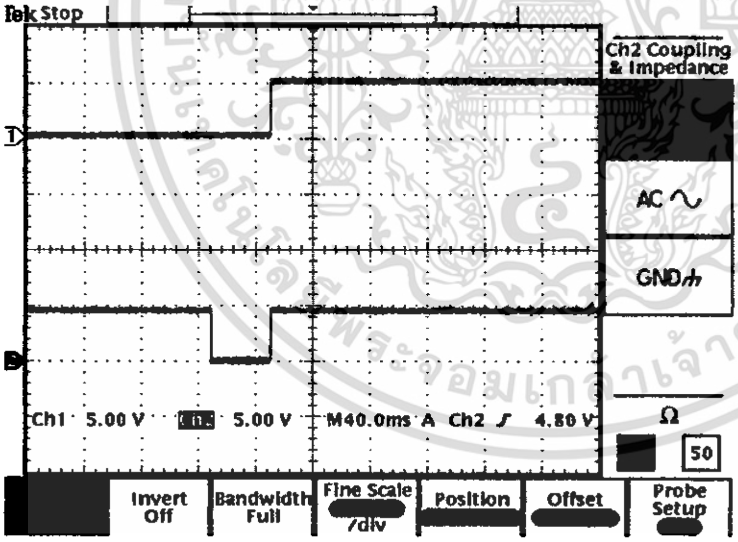
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ch1: คอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)

Ch2: ข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด

รูปที่ 4.44 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (สเลฟโมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด



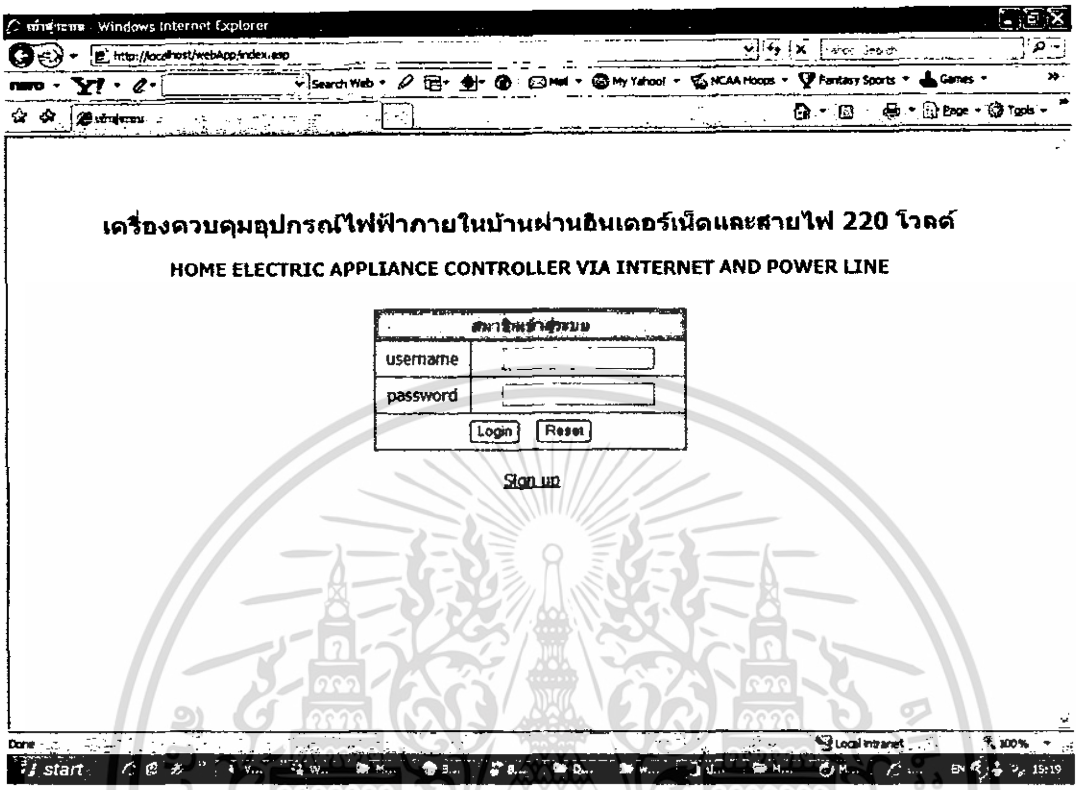
Ch1: คอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)

Ch2: ข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด

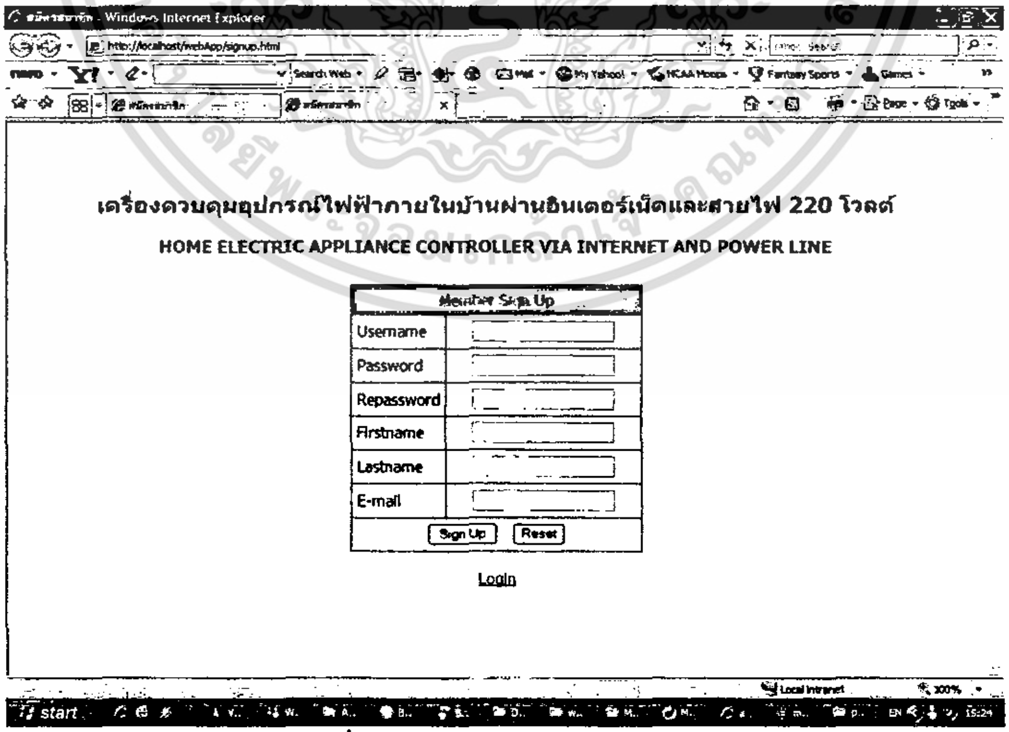
รูปที่ 4.45 แสดงส่วนของการคอนโทรล รีเลย์ (มาสเตอร์โมดูล)เทียบกับข้อมูลของ Feedback เมื่อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดลองหน้าต่างเว็บเพจ

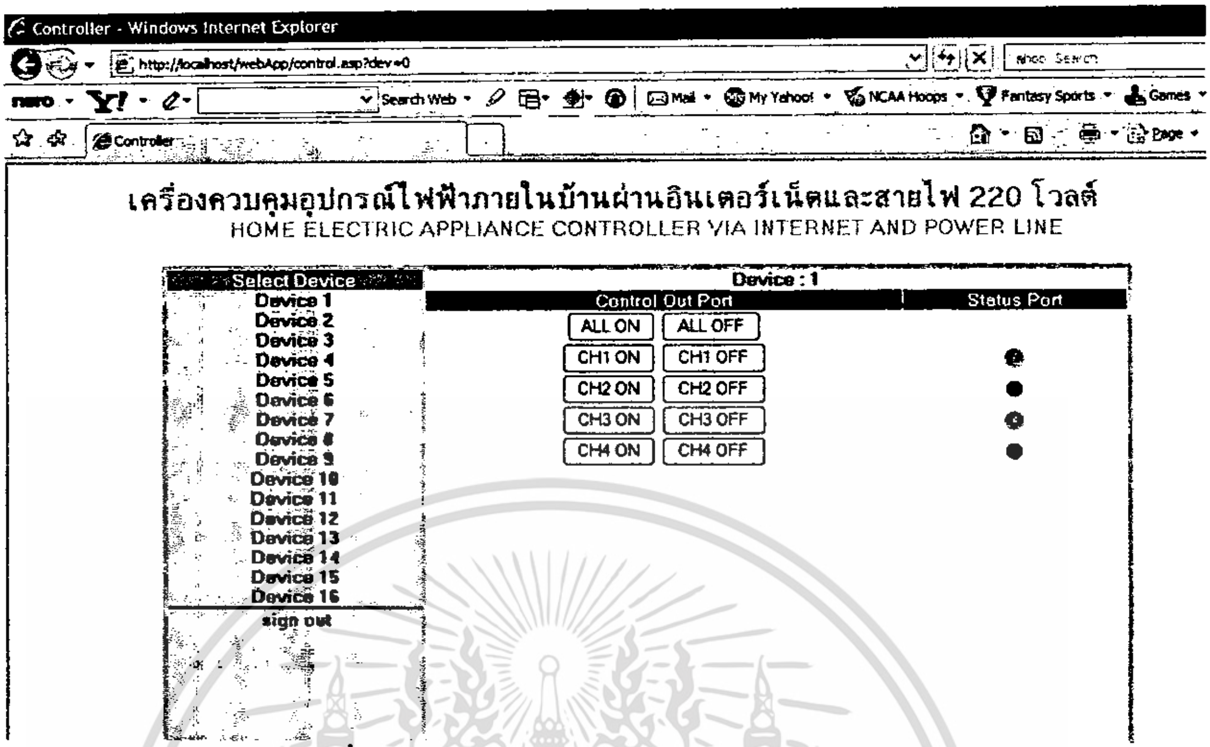


รูปที่ 4.46แสดงหน้าเว็บหน้าแรกจากการเปิดเว็บ



รูปที่ 4.47 แสดงหน้าต่างสมัครสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.48 แสดงหน้าต่างคอนโทรลอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองการทำงานของวงจรภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า สัญญาณเอาท์พุทของภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง ทั้ง 2 ของไอซี XR-2206 นั้นใกล้เคียงตามที่ได้กำหนดไว้ นั้นคือเมื่อมีการส่งลอจิก "0" จะได้ความถี่เอาท์พุทเท่ากับ 112.61 กิโลเฮิรตซ์และเมื่อมีการส่งลอจิก "1" จะได้ความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ ส่วนขนาดของสัญญาณมีค่าประมาณ 1 โวลต์ ซึ่งยังไม่พอต่อการนำไปคัปปลิ้งจึงต้องนำมาผ่านวงจรขยายสัญญาณก่อนเพื่อที่จะทำให้สามารถคัปปลิ้งเข้าไปสู่สายไฟฟ้ากำลังได้

5.1.2 การทดลองการทำงานของวงจรดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า สัญญาณเอาท์พุทของ วงจรดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งที่ขา 7 ของไอซี XR-2211 นั้นจะได้สัญญาณเอาท์พุทที่ตรงตามอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ คือเมื่อสัญญาณอินพุทเป็นความถี่ 113.6 กิโลเฮิรตซ์ จะได้เอาท์พุทเป็นลอจิก "0" และเมื่อเป็นความถี่ 125 กิโลเฮิรตซ์ จะได้เป็นลอจิก "1"

เมื่อเทียบสัญญาณระหว่างอินพุทของวงจรภาคกำเนิดสัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้งกับเอาท์พุทของวงจรดีมอดูเลเตอร์สัญญาณฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ้ง นั้นจะสังเกตุเห็นว่า สัญญาณเอาท์พุทจะมีการดีเลย์ไปเล็กน้อย เนื่องจากต้องใช้เวลาในการส่งผ่านสายไฟอีกที

5.1.3 การทดลองการทำงานของวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน

จากผลการทดลองการทำงาน ของวงจรกรองความถี่แถบผ่านนั้นจะเห็นว่าใช้วงจรกรองความถี่สูงผ่านและวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน มาต่อร่วมกัน จะได้เอาท์พุทของวงจรที่มีขนาดสูงสุดที่ความถี่กลาง 120 กิโลเฮิรตซ์ มีความกว้างของแบนด์วิดท์ที่เหมาะสม

5.1.4 การทดลองการทำงานของคัปปลิ้ง

จากการทดลองการคัปปลิ้งสัญญาณทั้งทางด้านรับและทางด้านส่งนั้นจะพบว่าผลที่ได้นั้นเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้คือ เกิดการเรโซแนนท์ที่ความถี่ 120 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่กลางที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณบนสายไฟฟ้ากำลังและยังสามารถที่จะกำจัดสัญญาณแรงดันสูงจากสายไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ได้อีกด้วย

5.1.5 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการส่งข้อมูล

จากการทดลองสังเกตเห็นว่าเมื่อส่งข้อมูลไปให้ส่วนของโมเด็มแล้วโมเด็มดีมอดูเลตออกมาได้ถูกต้อง ตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน

- สัญญาณรบกวนในสายไฟฟ้ากำลัง เมื่อนำมาต่อร่วมกันไม่เป็นไปตามที่ต้องการ
- ค่าการลดทอนบนสายส่ง สูงมาก
- อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการนั้นหายากต้องใช้ค่าที่ใกล้เคียงแทน ทำให้ผลที่ได้เกิดความผิดพลาด

5.3 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา

- ออกแบบวงจรให้มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวน
- ควรใช้วงจรขยายที่มีอัตราขยายสูงๆ เนื่องจากสัญญาณมีการลดทอนภายในสายมาก
- การทดลองควรเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ตรงตามที่คำนวนหรือให้ใกล้เคียงมากที่สุด

5.4 วิจารณ์โครงงาน

- ถ้าระยะห่างระหว่างเครื่องรับส่งอยู่ไกลมากเกินไปข้อมูลอาจเกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากสัญญาณถูกลดทอน
- เราสามารถพัฒนาต่อไป ให้สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟสได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. อุดม รานอก " ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 " พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด , 2548
2. สันติ นุราช , อุกฤษฏ์ ตันทสุทธานนท์ " เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ฉบับภาษา C " ปทุมธานี : บริษัท Micro Research Technology Ltd ., Part
3. มณีโชติ สมานไทย " รวมเทคนิค + วิธีแก้ปัญหา ASP เพื่อการสร้างเว็บไซต์ที่สมบูรณ์ " พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด , 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้