สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรักษาความปลอดภัย

SECURITY SYSTEM

โดย

นางสาวนิรมล จินากุล

นางสาวปรียาภรณ์ กนกวุฒิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37112
วัน, เดือน, ปี 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัย
SECURITY SYSTEM

โดย

นางสาวนิรมล จินากุล 39014266

นางสาวปรียาภรณ์ กนกวุฒิ 39014314

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบรักษาความปลอดภัย**

SECURITY SYSTEM

ผู้จัดทำ

1.นางสาวนิรมล จินากุล 39014266

2.นางสาวปรียาภรณ์ กนกวุฒิ 39014314

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัย
SECURITY SYSTEM

โดย นางสาวนิรมล จินากุล 39014266
นางสาวปรียาภรณ์ กนกวุฒิ 39014314

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู

บทคัดย่อ

ระบบรักษาความปลอดภัยนี้ทำงานโดยอาศัยการตรวจจับความเคลื่อนไหว เช่นตรวจจับผู้บุกรุก แล้วส่งสัญญาณออกไปขับวงจรกำเนิดเสียง ให้ส่งสัญญาณเสียงเพื่อเป็นการเตือนภัย แล้วนำสัญญาณที่ตรวจจับได้นี้ไปเข้ารหัสแล้วมอดูเลตแบบแอมปลิจูดชิฟคีย์อิง ทางเครื่องรับจะดีเทคสัญญาณ ถอดรหัสแล้วแสดงผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่ตรวจจับได้อย่างชัดเจน และสามารถควบคุมสถานะการณ์ได้เป็นอย่างดี

ABSTRACT

The Security System in this project is a moving detector. When someone break in, the detector will send a signal to the noise generator which produces a warning siren and will send a signal to the encoder which encoded signal and sent to receiver. When receiver receives the signal, the signal will be decoded and sent to the computer to show the position where was broken in.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์	2
วงจรออสซิลเลเตอร์ใช้ผลึกควอร์ตหรือคริสตอล	5
วงจร LC ออสซิลเลเตอร์	8
2.2 วงจรขยาย	10
วงจรขยายแบบกลับเฟส	10
วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส	12
2.3 หลักการทำงานของไทม์มิ่งพื้นฐาน	13
2.4 ทฤษฎีของไอซี MC145026	14
2.5 ทฤษฎีของไอซี MC145027	15
2.6 การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล	17
แอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง	18
ฟรีเควนซีชิฟต์คีย์อิง	18
เฟสชิฟต์คีย์อิง	19
2.7 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล	19
2.8 พื้นฐานการทำงานของเอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ (A/D converter)	21
2.9 โครงสร้างภายในของ MCS-51 และการเขียนโปรแกรมเริ่มต้น	25
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	27
3.1 การสร้างวงจรทางภาคส่ง	27
3.2 การสร้างวงจรทางภาครับ	27
3.3 วงจรดีเทคเตอร์	28
3.4 วงจรขยาย	28
3.5 วงจรไทม์มิ่งและดีเลย์	30
3.6 วงจรกำเนิดเสียง	31
3.7 วงจรส่งสัญญาณ	31
3.8 วงจรรับสัญญาณ	33
3.9 วงจรถอดรหัส	34
3.10 วงจรอินเตอร์เฟส	35
3.11 การออกแบบทางซอร์ฟแวร์	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	40
4.1 ผลการทดลองของวงจรดีเทคเตอร์	40
4.2 ผลการทดลองของวงจรไทม์มิ่งและดีเลย์	40
4.3 ผลการทดลองของวงจรส่งสัญญาณไร้สายตัวที่ 1	41
4.4 ผลการทดลองของวงจรส่งสัญญาณไร้สายตัวที่ 2	42
4.5 ผลการทดลองของวงจรรับสัญญาณไร้สาย	43
4.6 ผลการทดลองของวงจรถอดรหัส	44
4.7 ผลการทดลองของวงจรอินเตอร์เฟส	47
4.8 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้	48
4.9 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 1	48
4.10 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 2	49
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	50
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ หน้า

รูปที่ 2.1 การออสซิลเลตทางกล 3

รูปที่ 2.2 การเกิดออสซิลเลตทางด้านวงจรไฟฟ้า 3

รูปที่ 2.3 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบเลือกความถี่จากเกท 4

รูปที่ 2.4 การออสซิลเลตในช่วงเริ่มแรกและการออสซิลเลตแบบต่อเนื่อง 5

รูปที่ 2.5 วงจรสมมูลของผลึกคริสตอล 5

รูปที่ 2.6 ผลึกควอร์ตและการตัดผลึก 6

รูปที่ 2.7 วงจร LC ออสซิลเลตที่ความถี่รีโซแนนซ์ 9

รูปที่ 2.8 วงจรขยายแบบกลับเฟส 11

รูปที่ 2.9 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส 12

รูปที่ 2.10 วงจร RC แบบง่าย 13

รูปที่ 2.11 วงจรไทม์เมอร์และเวฟฟอร์ม 14

รูปที่ 2.12 ขาต่างๆของไอซี MC145026 14

รูปที่ 2.13 ขาต่างๆของไอซี MC 145027 15

รูปที่ 2.14 รูปสัญญาณเบสแบนด์ดิจิตอล 17

รูปที่ 2.15 แอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง 18

รูปที่ 2.16 ฟรีเควนซีชิฟต์คีย์อิง 18

รูปที่ 2.17 เฟสชิฟต์คีย์อิง 19

รูปที่ 2.18 การส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกัน 20

รูปที่ 2.19 การเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งกับตัวรับ 20

รูปที่ 2.20 องค์ประกอบของเฟรม 20

รูปที่ 2.21 การเลื่อนเฟสของสัญญาณนาฬิกา 21

รูปที่ 2.22 กราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต 21

รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเอดีซีขั้นบันไดหรือตามรอย 23

รูปที่ 2.24 รูปคลื่นของวงจรเอดีซีขั้นบันได 23

รูปที่ 2.25 รูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย 24

รูปที่ 2.26 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเอดีซีที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ 24

รูปที่ 2.27 รูปคลื่น 24

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง 27

รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของภาครับและแสดงผล 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 วงจรดีเทคเตอร์ 28
รูปที่ 3.4 วงจรขยาย 28
รูปที่ 3.5 วงจรไทม์มิ่งและดีเลย์ 30
รูปที่ 3.6 วงจรกำเนิดเสียง 31
รูปที่ 3.7 วงจรส่งสัญญาณตัวที่ 1 31
รูปที่ 3.8 วงจรส่งสัญญาณตัวที่ 2 33
รูปที่ 3.9 วงจรรับสัญญาณ 34
รูปที่ 3.10 วงจรถอดรหัส 35
รูปที่ 3.11 วงจรอินเตอร์เฟส 37
รูปที่ 3.12 โฟล์ชาร์ตของการทำงาน 38
รูปที่ 3.13 อุปกรณ์รวมของวงจรภาคส่ง 39
รูปที่ 3.14 อุปกรณ์รวมของวงจรภาครับ 39
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
รูปที่ 4.1 ความถี่ที่กำเนิดจากวงจรยูเอชเอฟ ออสซิลเลเตอร์ 40
รูปที่ 4.2 ช่วงเวลาการเปลี่ยนสถานะจาก low เป็น high จากวงจรไทม์มิ่ง เมื่อวงจรดีเทคเตอร์สามารถตรวจจับสัญญาณได้ 41
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองจากส่วนมอดูเลตตัวที่ 1 41
รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ ของวงจรส่งตัวที่ 1 42
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองจากส่วนมอดูเลตตัวที่ 2 42
รูปที่ 4.6 สเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ ของวงจรส่งตัวที่ 2 43
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองจากวงจรรับสัญญาณจากเครื่องส่งที่ 1 43
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองจากวงจรรับสัญญาณจากเครื่องส่งที่ 2 44
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองจากวงจรถอดรหัสตัวที่ 1 45
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองจากวงจรถอดรหัสตัวที่ 2 45
รูปที่ 4.11 ผลการทดลองจากวงจรแปลงสัญญาณลงตัวที่ 1 46
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองจากวงจรแปลงสัญญาณลงตัวที่ 2 46
รูปที่ 4.13 สัญญาณดิจิตอลจากวงจรอินเตอร์เฟสตัวที่ 1 47
รูปที่ 4.14 สัญญาณดิจิตอลจากวงจรอินเตอร์เฟสตัวที่ 2 47
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 48
รูปที่ 4.16 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 1 48
รูปที่ 4.17 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 2 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

ตารางที่ 2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบคลื่นรูปไซน์ 2

ตารางที่ 2.2 ค่า R/C (ค่า R และ C มีค่าผิดพลาด 5%) 16

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบวิธีการมอดูเลตแบบดิจิตอลและอนาลอก 17

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS-51 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้อาคารและที่พักส่วนใหญ่จะนำอุปกรณ์เตือนภัยเข้ามาใช้งาน เพื่อตรวจจับเหตุร้ายที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร ซึ่งจะมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุม เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งที่เกิดสิ่งผิดปรกติขึ้นได้ ทำให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

ในโครงงานชิ้นนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ทางด้านการเตือนภัย และแจ้งข่าวสารเมื่อมีสิ่งผิดปรกติเกิดขึ้นโดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ เช่นตรวจจับการเคลื่อนไหวในกรณีมีผู้บุกรุก เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับทรัพย์สินของเรา นอกจากนี้ยังได้มีการส่งสัญญาณเสียงเตือนภัยอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

วงจรออสซิลเลเตอร์แบ่งออกได้เป็น วงจรออสซิลเลเตอร์คลื่นรูปไซน์ และวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ไม่ใช่คลื่นรูปไซน์ เช่น รูปสี่เหลี่ยม พัลส์ เป็นต้น

วงจรออสซิลเลเตอร์คลื่นรูปไซน์ (Sine-wave Oscillator) จะให้กำเนิดสัญญาณคลื่นรูปไซน์ออกมาตลอดเวลาโดยมีขนาดและความถี่คงที่ชนิดของการออสซิลเลตแบ่งได้จากอุปกรณ์ที่ใช้ฉะนั้นวงจรออสซิลเลเตอร์คลื่นรูปไซน์จะแบ่งได้เป็น

1) วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ LC
2) วงจรออสซิลเตอร์ที่ใช้ CR
3) วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ก้อนผลึก (Crystal)

จากการแบ่งตามข้างบนนี้ ยังสามารถแบ่งออกไปเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้นได้อีก ตามตารางที่ 2.1

องค์ประกอบของออสซิลเลเตอร์	ชื่อของออสซิลเลเตอร์	ลักษณะการใช้งาน	ที่ใช้งาน
วงจรออสซิลเลเตอร์แบบ LC	1. เลือกความถี่ที่คอลเลคเตอร์ (เดรน) 2. เลือกความถี่ที่เบส (เกท) 3. เลือกความถี่ที่อิมิตเตอร์ 4. ฮาร์ทเลย์ 5. คอลพิทท์	1. ความถี่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย 2. โดยทั่วไปเสถียรภาพของความถี่ไม่ดี 3. มักใช้กันโดยทั่วไป 4. ใช้ในย่านความถี่สูง	1. ใช้ในเครื่องรับวิทยุ เอฟเอ็ม ทีวี ฯลฯ 2. ใช้เป็นตัวออสซิลเลเตอร์ในการวัดทางด้านความถี่สูง
วงจรออสซิลเลเตอร์แบบ CR	1. แบบเลื่อนเฟส 2. แบบเวน บริดจ์	1. ใช้ช่วงความถี่ต่ำ 2. ความถี่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 3. เสถียรภาพของความถี่ไม่ดี	ใช้เป็นตัวออสซิลเลเตอร์ในการวัดทางด้านความถี่ต่ำ

ตารางที่ 2.1 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบคลื่นรูปไซน์

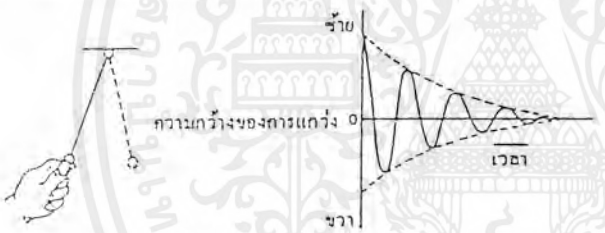
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของออสซิลเลเตอร์	ชื่อของออสซิลเลเตอร์	ลักษณะการใช้งาน	ที่ใช้งาน
วงจรออสซิลเลเตอร์แบบใช้ชิ้นผลึก	1. ชิ้นผลึกต่อระหว่าง B กับ E 2. ชิ้นผลึกต่อระหว่าง C กับ B	1. เสถียรภาพของความถี่ดีเป็นพิเศษ : 10^{-5} - 10^{-7} / องศา 2. ใช้ในย่านความถี่สูง 3. การทำให้ความถี่เปลี่ยนแปลงทำได้ยาก	1. ใช้ในเครื่องส่งวิทยุ นาฬิกา เครื่องมือวัดต่างๆ ฯลฯ 2. เมื่อนำมาใช้ร่วมกับวงจรเฟสล็อกลูป (PLL) จะนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) วงจรออสซิลเลเตอร์แบบคลื่นรูปไซน์

หลักการเบื้องต้นของการออสซิลเลต

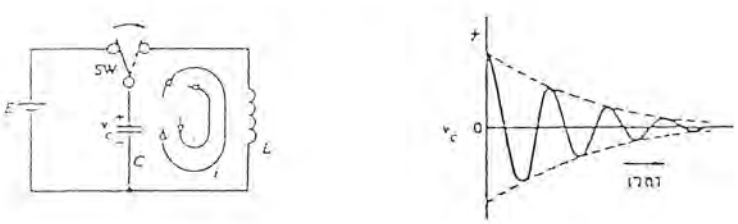
1. กระแสที่ช่วยให้เกิดการออสซิลเลตอย่างต่อเนื่อง



(ก) ลูกตุ้มนาฬิกา (ข) การออสซิลเลตแบบแดมป์ (damped oscillation)

รูปที่ 2.1 การออสซิลเลตทางกล

ตามรูปที่ 2.1 (ก) เมื่อลูกตุ้มนาฬิกาถูกปล่อยจากมือก็จะเกิดการแกว่งหรือออสซิลเลตด้วยค่าคงที่ดังรูปที่ 2.1(ข) แต่ต่อมาขนาดหรือระยะทางของการแกว่งจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหยุดลง เนื่องจากผลของการต้านของอากาศและความฝืดของจุดที่ยึดลูกตุ้มนาฬิกาไว้ ด้วยลักษณะแนวความคิดนี้สามารถนำมาใช้กับวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 2.2 ได้เหมือนกัน



(ก) (ข)

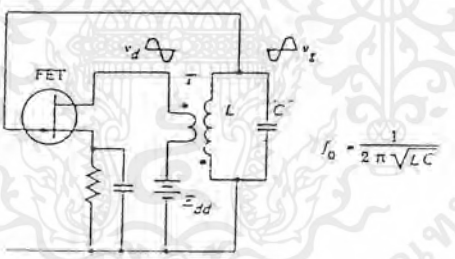
รูปที่ 2.2 การเกิดออสซิลเลตทางด้านวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.2 (ก) ถ้าสวิตช์ถูกเลื่อนออกมาด้านขวาหลังที่ทำการประจุตัวที่เก็บประจุ C เต็มแล้ว กระแส i จะเริ่มไหลออกจากตัวเก็บประจุ ผ่านไปยังขดลวด L แต่เนื่องจากขดลวดมีคุณสมบัติของการเฉื่อยหรือไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด ดังนั้นเมื่อกระแสที่ไหลจากตัวเก็บประจุ C ไปยังขดลวด L หมดแล้ว (คายประจุจนเป็นศูนย์) ก็จะเกิดกระแสไหลย้อนกลับทางกับทิศทางแรกเข้าที่การประจุตัวเก็บประจุอีก กลับไปกลับมาเช่นนี้ สภาวะการไหลของกระแสออสซิลเลตจะเป็นดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เนื่องจากผลของความต้านทาน R ภายในวงจรทำให้เกิดการสูญเสียกำลังงานไปเป็น i^2R นั่นหมายความว่าการออสซิลเลตจะถูกลดทอนลง ค่าศักดาที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C จะสามารถเขียนมาเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 2.2 (ข) ซึ่งเหมือนกับการออสซิลเลตทางกล (โดยที่เฟสของศักดาจะตามกระแสอยู่ 90 องศา)

การออสซิลเลตในลักษณะที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ เรียกว่า การออสซิลเลตแบบแดมป์ (damped oscillation) เพื่อที่จะช่วยให้การออสซิลเลตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จะต้องใส่กำลังเข้าไปในระบบมีค่าเท่ากับกำลังที่สูญเสียไป หรือกล่าวได้ว่า ลูกตุ้มนาฬิกาจะต้องถูกผลักเล็กน้อย เมื่อเคลื่อนที่ไปจนถึงด้านซ้ายสุดของการแกว่ง ในกรณีของการออสซิลเลตทางไฟฟ้า สวิตช์จะต้องถูกผลักกลับมาทางด้านซ้ายมือทันทีที่ค่าศักดา V_C มีค่าสูงสุด เพื่อที่จะรับค่ากำลังทางด้านไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟแล้วทำการผลักกลับตำแหน่งเดิม

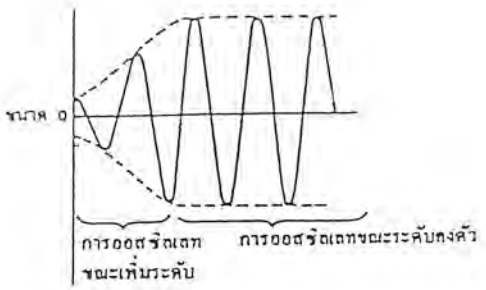
โดยอาศัยหลักการออสซิลเลตทางกลมาทำความเข้าใจกับการออสซิลเลตทางไฟฟ้าลองมาพิจารณาจากวงจรจริง ดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบเลือกความถี่จากเกท

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับวงจร จะทำให้เกิดการกระชากของศักดาขึ้น ยังผลให้เกิดกระแสออสซิลเลตอ่อนๆ ขึ้นในวงจร LC และเกิดศักดา V_g ขึ้นด้วย ค่าศักดา V_g จะถูกขยายโดยเฟต ผลที่ได้ถูกป้อนไปยังขดปฐมภูมิของทรานฟอร์เมอร์มีค่าเป็น V_d (แหล่งจ่ายไฟตรงขนาดเมื่อคิดในแง่ของไฟสลับแล้วให้มีค่าเป็น V_d) โดยผลอันนี้จะทำให้กำลังงานที่ป้อนไปให้วงจรเกิดออสซิลเลตได้ ขนาดของการออสซิลเลตจะเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 2.4 และการออสซิลเลตในลักษณะแรกนี้เรียกว่า การออสซิลเลตช่วงเริ่มแรก หลังจากผ่านช่วงนี้ไปขนาดของสัญญาณจะเริ่มคงที่สภาวะนี้เรียกว่าการออสซิลเลตแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การออสซิลเลตในช่วงเริ่มแรกและการออสซิลเลตแบบต่อเนื่อง

การออสซิลเลตตามที่ได้อธิบายมานี้ กระแสที่ช่วยทำให้เกิดการออสซิลเลตอย่างต่อเนื่องได้รับมาจากกำลังงานที่จ่ายออกมา โดยแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

วงจรออสซิลเลเตอร์ใช้ผลึกควอร์ตซหรือคริสตอล (Crytral Oscillator)

ในวงจรเครื่องส่งส่วนใหญ่ที่ต้องการให้เสถียรภาพทางความถี่ของเครื่องส่งมีค่าสูง หรือความถี่มีค่าคงที่ตลอดเวลาเพื่อให้เครื่องรับสามารถจูนรับสถานีได้ถูกต้องและตลอดไป วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ให้คุณสมบัติเด่นในเรื่องเสถียรภาพทางความถี่ได้แก่ วงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์ นอกจากนี้วงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์ยังใช้เป็นตัวสร้างสัญญาณที่มีความถี่มาตรฐานไว้สำหรับตรวจสอบเครื่องมือบางชนิดและยังใช้เป็นตัวสร้างแรงดันฐานเวลามาตรฐานใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการความเที่ยงตรงเช่นนาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์

คริสตอลที่ใช้งานอยู่ทั่วไปทำมาจากผนึกควอร์ตซ เมื่อมีแรงดันตกคร่อมผนึกควอร์ตซ ผนึกควอร์ตซก็จะเกิดการสั่นความถี่ที่สั่นได้จะมีค่าเกือบคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของผลึกนั้น ความถี่ที่เกิดขึ้นจะยังคงเปลี่ยนแปลงได้อีกเล็กน้อยเนื่องจากอุณหภูมิ

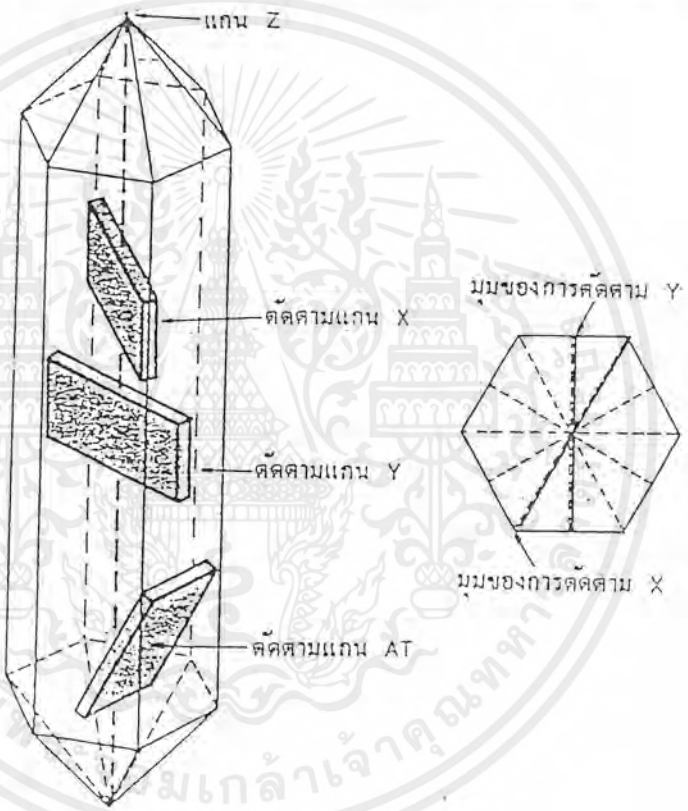
โดยหลักการแล้วลักษณะสมบัติของคริสตอล มีลักษณะคล้ายคลึงกับวงจรรีโซแนนซ์ที่สามารถเขียน วงจรสมมูลได้ดังรูป 2.5

รูปที่ 2.5 วงจรสมมูลของผนึกคริสตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสตอลเป็นเพียงผนึกของควอร์ตซที่ยังต้องอาศัยตัวจับยึดเข้ากับกระป๋องโลหะดังนั้นในส่วนของตัวจับยึดคริสตอลจึงเกิดมีลักษณะเหมือนเป็นตัวเก็บประจุที่ขนาบอยู่อีก 1 ตัว ดังวงจรสมมูลดังรูปที่ 2.5 แต่เนื่องจากตัวเก็บประจุในตัวผนึกของคริสตอลที่ต่ออนุกรมกับตัวเหนี่ยวนำมีค่าต่ำ ดังนั้นตัวเก็บประจุที่ต่อขนานอยู่ภายนอกจึงมีอิทธิพลต่อการออสซิลเลตของสัญญาณน้อยมาก และในขณะรีโซแนนซ์นั้นส่วนของวงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรมและแบบขนานเกือบจะทำให้ความถี่รีโซแนนซ์เป็นความถี่เดียวกัน

ผนึกควอร์ตซนี้เป็นวัสดุจำพวกซิลิกอนไดออกไซด์ที่มีลักษณะเหมือนแก้วในส่วนของผนึกจะมีรูปร่างเป็น 6 ด้านเหมือนปริซึมโดยผนึกควอร์ตซที่ใช้งานจะได้รับการตัดด้วยลักษณะของแกน 3 แกน ดังแสดงในรูป 2.6



รูปที่ 2.6 ผลึกควอร์ตซและการตัดผลึก

แกน X เป็นแกนที่ลากระหว่างมุมสองมุมของแท่งปริซึม ส่วนแกน Y จะเป็นแกนที่ลากตั้งฉากกับผิวหน้าของตัวคริสตอล นั่นคือถ้าหากตัดคริสตอลตามแนวผลึกจากมุมหนึ่งไปยังอีกมุมหนึ่งที่อยู่ตรงข้ามก็เรียกว่าการตัดแบบ X (X-cut) ซึ่งผลของการตัดแบบนี้จะทำให้ความถี่ที่ได้เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิในลักษณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นค่าความถี่จะลดลง แต่ถ้าตัดในแนวแกน Y ก็จะเป็นผลทำให้ความถี่ของการสั่นสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะตัดในแกน X หรือ Y จะเป็นผลทำให้ความถี่ของการสั่นของคริสตอลขณะรีโซแนนซ์เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิได้มาก ดังนั้นเราจึงต้องหาทางตัดแกนใดแกนหนึ่งเพื่อให้ผลการเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิน้อยที่สุดหรือแทบจะกล่าวได้ว่ามันไม่มีผลเลย แกนที่ใช้ในการตัดคือแกน AT ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

เราอาจจะตัดคริสตอลให้อยู่ในแกนอื่นๆ ก็ได้ ในแต่ละระนาบของการตัดจะให้ผลการเปลี่ยนแปลงช่วงความถี่ต่ออุณหภูมิตลอดจนความถี่ฮาร์มอนิกที่ใช้งานแตกต่างกัน

ส่วนความหนาของแผ่นคริสตอล จะเป็นตัวกำหนดความถี่ของการรีโซแนนซ์ถ้าแผ่นคริสตอลยิ่งบางก็หมายความว่าความถี่ของการรีโซแนนซ์มีค่าสูงขึ้น แผ่นคริสตอลที่ทำความถี่ได้สูงประมาณ 15 เมกะเฮิรตซ์ไม่เกิน 50 เมกะเฮิรตซ์ แต่ถ้าต้องการความถี่สูงกว่านี้อีกมักใช้ฮาร์มอนิกของสัญญาณนั่นเอง

อุปกรณ์จำพวกคริสตอลเป็นอุปกรณ์ที่ค่อนข้างจะบอบบาง ดังนั้นคริสตอลจึงต้องทำงานที่ระดับพลังงานต่ำ หรือในขณะใช้งานเป็นตัวกระตุ้นในขณะที่ป้อนกลับระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต จะต้องไม่ให้ระดับแรงดันตกคร่อมตัวมันมากเกินไป ซึ่งจะทำให้คริสตอลทำงานผิดความถี่ และเกิดความร้อนกับตัวมันสูงสุดจนมันเสียหายได้

จากที่กล่าวแล้วว่าเราใช้คริสตอลกระตุ้นวงจรออสซิลเลเตอร์ ก็เพื่อเหตุผลในเรื่องต้องการให้ได้ความถี่ที่มีเสถียรภาพสูง ค่าเสถียรภาพของวงจรออสซิลเลเตอร์สามารถหาได้จากการกำหนดค่า Q ของตัวคริสตอลและสัมประสิทธิ์การผันแปรทางความถี่กับอุณหภูมิ ค่าQ ของคริสตอลมักมีค่าสูงกว่าค่า Q ของวงจรจูนที่ประกอบด้วย RLC ถึง 100 เท่า 1000 เท่า คริสตอลที่มีขายกันในปัจจุบันมีค่า Q ประมาณ 5000 ถึง 30000 เราจึงพอจะเห็นแล้วว่าวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้คริสตอลจึงมีเสถียรภาพทางความถี่สูงกว่าวงจร LC ออสซิลเลเตอร์มาก

การออกแบบวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์

คุณลักษณะของวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์มีดังนี้

1. คุณสมบัติการเป็นวงจรแบบเชิงเส้น (linear property) ช่วยในการควบคุมค่าอัตราการขยายของสัญญาณ (gain) และเฟสชิฟต์ของสัญญาณ (phase shift)
2. คุณสมบัติทางโอเวอร์โหลด(overload property) ช่วยในการควบคุมรูปร่างและขนาดแอมปลิจูดของสัญญาณที่ผลิตได้

สาเหตุที่มีวงจรคริสตอลออสซิลเลเตอร์หลายชนิดเนื่องจากการออกแบบวงจรนั้นขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในของคริสตอล ซึ่งจะทำให้ได้ความถี่ในช่วงกว้าง

1. ความถี่ของสัญญาณที่จะออสซิลเลตได้นั้นจะแปรค่าตามความต้านทานภายในของคริสตอล
2. การที่จะขับคริสตอลให้ทำงานได้นั้น ต้องทำให้ระดับอิมพีแดนซ์ของวงจรแมทช์กับค่าความต้านทานซึ่งต่ออนุกรมอยู่ภายในคริสตอล (R_S)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามไม่ว่าค่าความต้านทานภายในของคริสตอลจะมีค่าเท่าไร แต่ระดับอิมพิแดนซ์ของวงจรจะต้องเปลี่ยนแปลงตามให้แมทช์กันอย่างเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับวงจรนั้นๆ ด้วยว่าสามารถทำงานได้ดีที่สุดในช่วงความถี่ใด เนื่องจากวงจรออสซิลเลเตอร์นั้นไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

ชนิดของวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ควอตร์ซคริสตอล แบ่งได้ 3 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

1. แบบพื้นฐาน ใช้ที่ความถี่ไม่เกิน 20 เมกะเฮิรตซ์ เช่น วงจรแบบ Pierce และค่า Q ในวงจรจะมีค่าเท่ากับ 90 % ของค่า Q ภายในของออสซิลเลเตอร์
2. แบบฮาร์มอนิก ใช้ในช่วงความถี่ 20 – 100 เมกะเฮิรตซ์ ประกอบด้วยวงจรแทงก์ LC หรือเป็นระบบที่ใช้ L และ Cในการเลือกฮาร์มอนิกที่ต้องการ โดยมีการใช้วงจรอิมิตเตอร์คัปเปลอร์ฮาร์มอนิก (Emitter – coupled Harmonic) คือมีเสถียรภาพทางความถี่แบบช็อตเทอม (short – term) ดีที่สุด คือมีการรบกวนทางเฟส (phase noise) ต่ำที่สุด และค่า Q ในวงจรจะมีค่าเท่ากับ 80 % ของค่า Q ภายในคริสตอล

เงื่อนไขของวงจรแบบที่ 1 และ 2 คือ ต้องการส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่เสถียรในระบบการเลื่อนเฟส (phase shift)

3. แบบบริดจ์ ใช้ในช่วงความถี่มากกว่า 100 เมกะเฮิรตซ์ เป็นวงจรที่มีความซับซ้อนมากกว่าสองแบบแรก แต่เป็นวงจรที่จะทำให้ได้ค่า Q ในวงจรมากกว่าค่า Q ภายในของคริสตอล มีหลักการคือ การใช้การป้อนกลับแบบลบ เพื่อไปหักล้างกับส่วนของค่าความต้านทานภายในของ คริสตอล โดยคิดค่า L และ C ภายในของคริสตอลด้วย มีลักษณะคือ จะช่วยให้เสถียรภาพทางความถี่แบบช็อตเทอมสูงขึ้น ใช้วงจรบัทเลอร์ฟอโลเวอร์ (Butler – follower)

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวงจรที่เราจะใช้ ประกอบด้วย

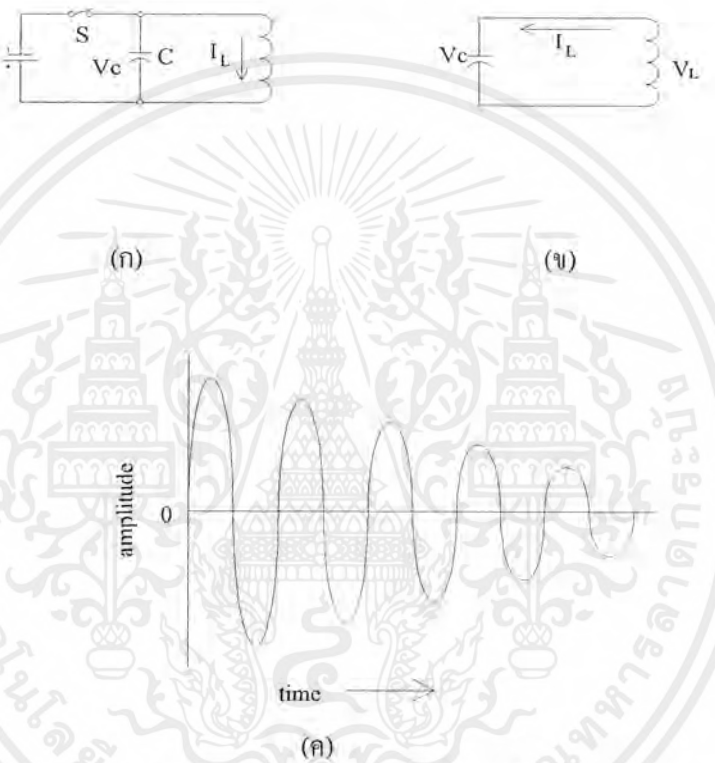
1. ค่าความถี่ที่เราต้องการในการออสซิลเลต
2. ค่า R_S ของคริสตอลที่เราใช้
3. ความเหมาะสมในด้านราคา
4. ปัญหาเนื่องจากความยุ่งยากซับซ้อนของวงจร
5. ความมีเสถียรภาพทางความถี่

วงจร LC ออสซิลเลเตอร์

วงจร LC ออสซิลเลเตอร์เกิดออสซิลเลตได้อย่างไร จากรูปที่ 2.7(ก) แบตเตอรี่จ่ายพลังงานให้แก่คาปาซิเตอร์ C ซึ่งต่อขนานอยู่กับอินดัคเตอร์ L ในลักษณะนี้ยังไม่มีการออสซิลเลตใดๆ เกิดขึ้น แบตเตอรี่จะชาร์จประจุให้แก่คาปาซิเตอร์จนถึงระดับแรงดันไฟฟ้า V_c และเกิดไฟฟ้ากระแสตรง I_L ไหลภายในคอยล์ ดังนั้นจะเกิดพลังงานสะสมภายในตัวคาปาซิเตอร์และเกิดพลังงานแม่เหล็กภายในตัวคาปาซิเตอร์และเกิดพลังงานแม่เหล็กภายในคอยล์ขึ้นจากรูปที่ 2.7(ข) สวิตช์ S ถูกเปิดวงจร ทำให้วงจรของแบตเตอรี V_A ถูกตัดขาดจากวงจร LC ทันที ในสภาวะเช่นนี้ จึงสามารถที่จะพิจารณาการทำงานของวงจร LC ได้ เมื่อปราศจากแบตเตอรี ระดับของกระแส I_L จะค่อยๆ ลดลง ดังนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า V_L ขึ้นในขณะนี้คอยล์ L จึงเสมือนกับเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า LC แต่อย่างไรก็ตามขั้วของแรงดันไฟฟ้ามี V_L จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้ I_L ไหลในทางเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่ C จะสามารถดิสชาร์จประจุได้แต่ที่จริงแล้ว V_L จะชาร์จประจุให้แก่ C ด้วยขั้วที่ตรงข้ามเมื่อ V_C เปลี่ยนไปจนมีค่ามากกว่า V_L คาปาซิเตอร์จะจ่ายกระแสดิสชาร์จประจุ I_C ออกมาซึ่งมีทิศทางที่ตรงกันข้ามกับ I_L ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะเกิดการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างอินดัคแตนซ์และคาปาซิแตนซ์เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่าง V กับ I ด้วยความถี่รีโซแนนซ์ธรรมชาติของวงจร LC ขึ้นดังรูปที่ 2.7 (ค) ขณะใดก็ตาม I_L มีค่าเปลี่ยนเป็นศูนย์ก็จะเกิดการเหนี่ยวนำ V_L ขึ้นและขณะใดก็ตามที่ V_C มีค่าเป็นศูนย์ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นกระแส I_C ขึ้นสลับกันอยู่อย่างนี้เรื่อยไป ทำให้เกิดเป็นคลื่นไซน์ ที่มีลักษณะต่อเนื่องตลอดเวลาซึ่งจะสังเกตได้ว่า V และ I จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้อย่างทันทีทันใด



รูปที่ 2.7 วงจร LC ออสซิลเลตที่ความถี่รีโซแนนซ์

(ก) ในขณะที่สวิตช์ปิดวงจรแบตเตอรี จะชาร์จประจุให้แก่ C และผลิตกระแสให้ไหลภายใน L

(ข) ในขณะที่สวิตช์เปิดวงจร วงจรแบตเตอรี จะถูกตัดขาดออกจากวงจร LC ในวงจร LC ขณะนี้เกิดการเปลี่ยนพลังงานระหว่าง L กับ C

(ค) คลื่นไซน์ (Sinusoidal wave)

แอมปลิจูดของการออสซิลเลตค่า V และ I จะค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดการสูญเสียพลังงานที่ความต้านทานของวงจร จนกระทั่งแอมปลิจูดของคลื่นไซน์จะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ในที่สุดดังรูปที่ 2.7 (ค) การทำงานของวงจร LC ในการออสซิลเลตให้เกิดคลื่นไซน์ จากพลังงานที่สะสมอยู่ในวงจรเราเรียกว่า "ริงกิ้ง" (ringing) ซึ่งที่จริงแล้วคอยล์ในวงจรใดๆ ก็ตามสามารถเกิดริงกิ้งได้จากค่าคาปาซิแตนซ์ตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(stray capacitance) ที่ต่อขนานอยู่ สำหรับลักษณะของคลื่นที่ค่า I มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วจะเกิดขึ้นได้ ในคอยล์ที่มีค่า Q สูงๆ วงจร LC อาจจะเรียกได้อีกชื่อหนึ่งคือ วงจรแทงค์ (Tank circuit) เนื่องจากสามารถเก็บสะสมพลังงานเพื่อก่อให้เกิดการออสซิลเลตได้ คุณสมบัติของ วงจรแทงค์ในการผลิตคลื่นไซน์ซึ่งมีอินพุตเป็นไฟตรงหรือเป็นพัลส์ก็ได้เรียกว่า"ฟลายวีล เอฟเฟ็ค" (Flywheel Effect)

วงจรออสซิลเลเตอร์ในทางปฏิบัตินั้น โดยทั่วไปการขยายสัญญาณจะใช้ทรานซิสเตอร์หรือหลอดสูญญากาศก็ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถที่จะปรับปรุงวงจรให้เป็นวงจรป้อนกลับ โดยป้อนสัญญาณเอาต์พุตกลับไปยังอินพุตเพื่อรักษาสภาวะการออสซิลเลตให้คงอยู่ พลังงานที่ใช้เพื่อคงสภาวะการออสซิลเลตให้อยู่ได้นั้น ได้จากแหล่งจ่ายไฟตรงสำหรับวงจรขยายสัญญาณนั่นเอง วงจรออสซิลเลเตอร์ LC นี้ส่วนใหญ่ใช้สำหรับผลิตคลื่นไซน์ที่มีความถี่อาร์เอฟ ซึ่งมีความถี่สูงถึง 300 เมกะเฮิรตซ์ ที่ความถี่อาร์เอฟ ค่าอุปกรณ์ L และ C ที่ใช้จะมีค่าสูงมาก ดังนั้นจึงเกิดปัญหาด้วยการปรับปรุงวงจรให้มีการใช้งานในย่านความถี่สูงกว่า 300 เมกะเฮิรตซ์ ย่านยูเอชเอฟและเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ในวงจรไมโครเวฟ เป็นต้น

ความถี่ออสซิลเลเตอร์

ในวงจรออสซิลเลเตอร์แบบจูนอาร์เอฟ สัญญาณที่เอาต์พุตจะต้องมีความถี่เป็นความถี่รีโซแนนซ์ของวงจร LC ซึ่งจะมีสมการดังนี้

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (2.1.1)$$

สำหรับค่าที่ใช้ในทางปฏิบัติในวงจรอาร์เอฟ L มีขนาดเป็นไมโครเฮนรี C มีขนาดเป็นพิโคฟารัด จะได้ความถี่ของ f_r มีหน่วยเป็นกิกะเฮิรตซ์ (GHz) ดังตัวอย่าง ถ้า L = 80 μH และ c = 20 pF จะได้

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{80\times 20}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1600}} = \frac{1}{80\pi}$$

f_r = 0.004 GHz หรือ 4 MHz

ในวงจรที่มีเสถียรภาพดีๆ นั้น วงจรจูนจะต้องมีค่า Q สูง เพื่อป้องกันการเลื่อนของความถี่สัญญาณ นอกจากนี้ทั้ง L และ C ยังจะต้องมีคุณภาพดีนั่นคือ มีค่าคงที่แม้ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนไปก็ตาม และการปรับปรุงให้แหล่งจ่ายไฟมีเอาต์พุตที่คงที่ตลอดเวลาเป็นการช่วยปรับปรุงเสถียรภาพของความถี่ได้อีกทางหนึ่ง

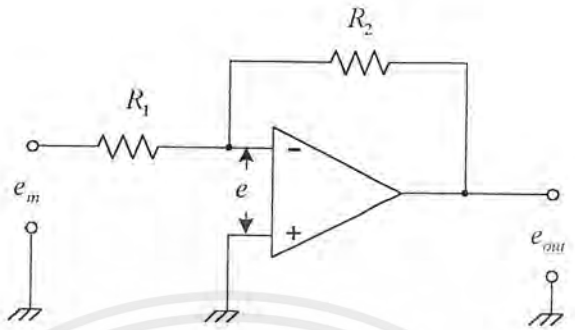
2.2 วงจรขยาย (Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 " + input " ต่อลงกราวนด์ ในบางกรณีอาจผ่านตัวต้านทาน (resister) เป็นไบอัสคอมเพนเซชัน (bias compensation) ด้วย ตามรูป R_2 เป็นทางเดินแบบป้อนกลับ (feedback path) จากเอาต์พุตมายังอินพุต ถ้าให้ e เป็นค่าของแรงดัน ระหว่างอินพุตที่กลับเฟส (inverting input) กับกราวนด์ เราจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{e_{in}-e}{R_1}=\frac{e-e_{out}}{R_2} \tag{2.2.1}$$



รูปที่ 2.8 วงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

สมการ(2.2.1) เป็นจริงเนื่องจากได้กล่าวมาแล้วว่า ความต้านทานอินพุต (input impedance) ของออปแอมป์ (operational amplifier) มีค่าอนันต์ (infinite) นั่นคือไม่มีกระแสไหลเข้าไปใน วงจรขยาย (amplifier) กระแสผ่าน R_1 จึงมีค่าเท่ากับกระแสที่ผ่าน R_2 อีกทั้งอัตราการขยายแบบเปิดวงจร (open loop gain) ของออปแอมป์ (operational amplifier) มีค่าอนันต์ แรงดัน e จึงเป็นศูนย์ เพราะฉะนั้น สมการ (2.2.1) จะกลายเป็น

$$\frac{e_{out}}{e_{in}}=-\frac{R_2}{R_1} \tag{2.2.2}$$

สมการ (2.2.2) ถือเป็น อัตราการขยายแบบปิดวงจร (closed loop gain) ของวงจรขยาย (เพราะมีโครงข่ายป้อนกลับ : feed – back network) ใช้สัญลักษณ์ A_F

$$\therefore \quad A_F=-\frac{R_2}{R_1} \tag{2.2.3}$$

สำหรับ อัตราการขยายแบบเปิดวงจรของวงจรขยายเราแทนด้วยสัญลักษณ์ A_O

ส่วนความต้านทานอินพุต (R_{in}) ของวงจรขยายแบบกลับเฟสมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุตหารด้วยกระแสอินพุต

$$R_{in}=\frac{e_{in}}{(e_{in}-e)/R_1} \tag{2.2.4}$$

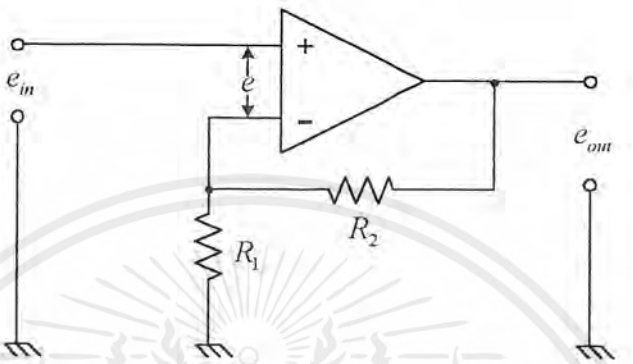
แต่เนื่องจากความต้านทานอินพุต ของออปแอมป์มีค่าเป็นอนันต์เราจึงได้

$$R_{in}=R_1 \tag{2.2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non – inverting Amplifier)

วงจรขยายแบบไม่กลับเฟสได้แสดงดังรูปที่ 2.9 เมื่ออัตราการขยายแบบเปิดวงจรของวงจรขยายมีค่าอนันต์ แรงดันระหว่างขั้วที่กลับเฟส (inverting terminal) และขั้วที่ไม่กลับเฟส (non-inverting terminal) จึงมีค่าน้อยมากแทบไม่ต้องคำนึงถึงแรงดันคร่อม R_1 มีค่าเท่ากับ e_{in} และเมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านอินพุตที่กลับเฟส กระแสผ่าน R_2 จะเท่ากับกระแสผ่าน R_1



รูปที่ 2.9 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting amplifier)

$$\therefore \frac{e_{out} - e_{in}}{R_2} = \frac{e_{in}}{R_1} \tag{2.2.6}$$

จะได้

$$A_F = \frac{e_{out}}{e_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \tag{2.2.7}$$

แม้ความต้านทานอินพุต ของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส ที่เป็นอุดมคติ (ideal) มีค่าเป็นอนันต์ก็จริง แต่ในทางปฏิบัติมักใช้ความต้านทานสูง ๆ ต่อไว้ที่อินพุตเป็นความต้านทานอินพุต (Z_{in}) และเมื่อนำ Z_{in} คูณกับอัตราส่วน (ratio) ของ A_O ต่อ A_F จะได้ค่าความต้านทานอินพุตของ วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

$$R_{in} = Z_{in}\frac{A_o}{A_F} = \frac{Z_{in}A_o}{1 + (R_2 / R_1)} \tag{2.2.8}$$

จะเห็นได้ว่าวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส ให้ความต้านทานอินพุตสูงกว่าวงจรขยายแบบกลับเฟส

2.3 หลักการทำงานของวงจรไทม์มิงพื้นฐาน

เครื่องกำเนิดเวลาพื้นฐานโดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ (RC Time-Base Generator)

วงจรเวลาพื้นฐานแบบง่าย สร้างโดยตัวต้านทาน (Resister) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) และโครงข่ายเซนซิง (Sensing Network) ซึ่งแสดงดังรูป 2.10 เวลา (t) สำหรับตัวเก็บประจุ C เพื่อที่จะชาร์จแรงดัน V_C ในวงจรนี้ คือ

t = เวลา (วินาที)

ln = ล็อกธรรมชาติ (Natural log)

R = ค่าความต้านทาน (โอห์ม)

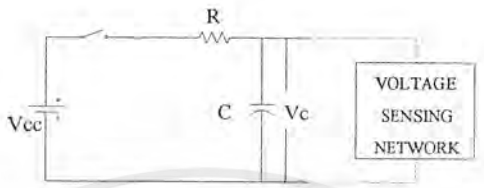
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C = ค่าความเก็บประจุ (ฟารัด)

V_C = แรงดันของตัวเก็บประจุ (โวลต์)

$$t = RC \ln \frac{V_C}{V_{CC} - V_C} \qquad (2.3.1)$$

สำหรับ 1 ค่าเวลาคงที่ (RC time constant t = RC) V_C = 63.21 % ของ V_{CC}



รูป 2.10 วงจร RC แบบง่าย (Basic RC Circuit)

วงจรดีเลย์พื้นฐาน (A Basic Delay Timer)

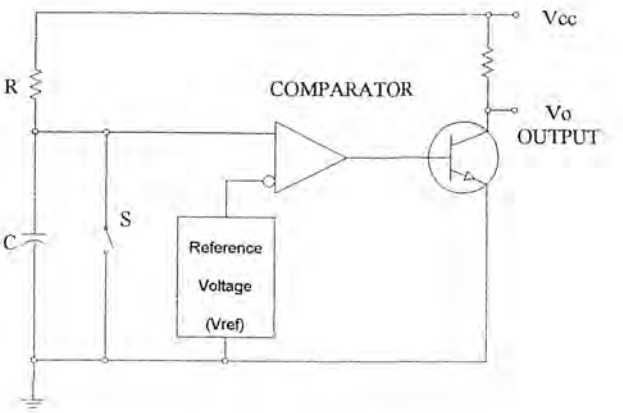
วงจรดีเลย์พื้นฐาน ประกอบด้วย อาร์ซี เนตเวิร์ค (RC network) ดิสชาร์จสวิตซ์ (discharge switch) แรงดันอ้างอิง (voltage reference) ตัวเปรียบเทียบแรงดัน (threshold comparator) และ เอาต์พุต สวิตซ์ (output switch) วงจรไทม์เมอร์และเวฟฟอร์ม แสดงในรูป 2.11

วงจรทำงานโดย กำหนดค่าให้เอาต์พุตของวงจรไทม์เมอร์ (timer output V_o) มีค่า high (ใกล้ V_{CC}) และสวิตซ์ S ปิด ชอร์ต (short) C ลงกราวนด์ เมื่อสวิตซ์ S เปิด คาบเวลา (timimg period) จะเริ่มต้น และ V_c ก็ยังคง high อยู่

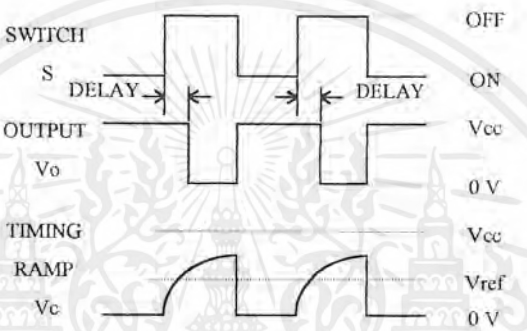
เมื่อสวิตซ์ S เปิด C เริ่มชาร์จผ่านตัวต้านทาน R ไปยัง V_{CC} แรงดัน V_c เพิ่มแบบไม่เป็นเชิงเส้น (non-linearly) รูปไทม์มิงแรมป์ (timing ramp) ดังแสดงในรูป 2.11 V_o ดีเลย์จากสถานะชาร์จ จนกระทั่ง V_c ถึงค่าแรงดันอ้างอิง V_{ref} ซึ่งเป็นเศษส่วนของ V_{CC} เมื่อค่าแรงดันของไทม์มิงแรมป์ (timing ramp voltage) ถึงค่า V_{ref} เอาต์พุตจากวงจรเปรียบเทียบจะเป็น high ไปยังเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นจะสวิตซ์ให้เอาต์พุต low เอาต์พุตจะยังคงคงค่า low จนกระทั่งสวิตซ์ S ปิด

ในการเพิ่มส่วนเปรียบเทียบอื่นๆ อย่างเช่น อาร์เอส ไทพ ฟลิปฟลอป (RS type flipfiop)และดิสชาร์จ ทรานซิสเตอร์ (discharge transistor) ดังโครงสร้างที่แสดงในรูป จะยอมให้พัลส์ทริกเพื่อ เริ่มต้นการทำงานของไทม์มิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) วงจร



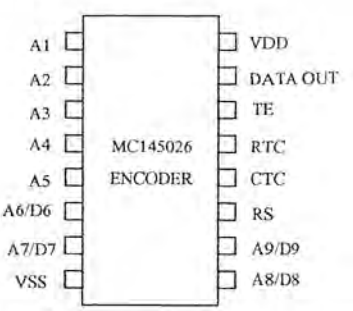
(b) รูปคลื่นแสดงแรงดัน (VOLTAGE WAVEFORMS)

รูป 2.11 วงจรไทม์เมอร์และเวฟฟอร์ม

2.4 หฤษฎีของ IC MC145026

เป็นไอซี CMOS ทำหน้าที่เข้ารหัส โดยการกำหนดขาแอดเดรส 1 ถึงแอดเดรส 9 ได้ 3 สถานะ (High, Low, Open) ถ้าในกรณีที่ใช้ไอซีถอดรหัสเป็นเบอร์ MC145027 ไอซีจะมีความสามารถเข้ารหัสและถอดรหัสได้สูงถึง 1963 รหัส การทำงานของไอซีกำหนดได้โดยกำหนดให้ขาทรานสมิต อีนาเบิล (TRANSMITE ENABLE) โดยที่ตัวไอซีจะผลิตความถี่โดยกำหนดจากอุปกรณ์ภายนอก (R,C) โดยจะส่งออกมาเป็นรหัส แล้วแต่จะกำหนดขาแอดเดรส

รายละเอียดการใช้งานหน้าที่ขาต่างๆของ IC MC145026



รูปที่ 2.12 ขาต่างๆของ MC145026 (ENCODER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขา 1 ถึงขา 7 และขา 9, ขา 10 (A_1 ถึง A_9)

เป็นขาที่ทำหน้าที่กำหนดแอดเดรสของไอซีคือ A1 ถึง A9 สามารถกำหนดแต่ละขาได้ 3 สภาวะ (High, Low, Open)

-ขา 11,12,13 (RS, CTC, RTC)

เป็นขาที่ต่ออุปกรณ์ภายนอกเพื่อเป็นการกำหนดความถี่ของส่วนออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแสดงไว้ในรูปการต่อใช้งาน

-ขา 14 (TE)

เป็นขาทรานสมิต อีนาเบิล ทำงานที่สภาวะ LOW จะกำหนดให้ไอซีส่งสัญญาณที่เข้ารหัสออกไป

-ขา 15 (DATA OUTPUT)

เมื่อกำหนดให้ไอซีส่งสัญญาณที่มีการเข้ารหัส โดยที่จะให้เอาต์พุตออกจากขานี้

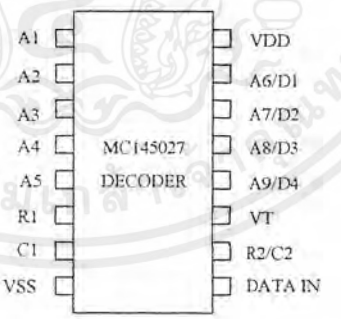
-ขา 8 (VSS)

ปกติใช้งานต่อแหล่งจ่ายไฟ

2.5 ทฤษฎีของ IC MC145027

เป็นไอซี CMOS ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณที่ส่งมาจากไอซีเข้ารหัส โดยอาศัยหลักการง่ายๆคือ กำหนดแอดเดรสของทั้งสองให้ตรงกัน กำหนดอุปกรณ์ภายนอกที่มาต่อร่วม (R,C) ให้แมทช์กัน โดยมีสูตรในการคำนวณเมื่อกำหนดเงื่อนไขที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งเอาต์พุตที่ได้จะเป็น High อยู่ชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปควบคุมหรือแสดงผลได้

รายละเอียดการใช้งานหน้าที่ขาต่างๆของ IC MC145027



รูปที่ 2.13 ขาต่างๆของ MC145027 (DECODER)

-ขา 1 ถึง ขา 5 และขา 12,13,14,15 (A1 ถึง A9)

เป็นขาที่ทำหน้าที่กำหนดแอดเดรสของไอซีถอดรหัส กำหนดได้ 3 สถานะคือ High, Low, Open และขา 15,14,13,12 เป็นขา Data Output คือ D1,D2,D3,D4 ตามลำดับ

-ขา 6,7,10 (R1,C1,R2,C2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นขาที่ต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะมีสูตรในการคำนวณหาค่าของอุปกรณ์เพื่อให้สัมพันธ์กับความถี่ของไอซีเข้ารหัส

-ขา 11 (VT)

เป็นขาเอาต์พุตของไอซีถอดรหัส จะให้สภาวะเป็น High ต่อเมื่อรหัสของไอซีทั้งสองตัวตรงกัน

-ขา 8 (VSS)

ปกติใช้งานต่อกราวนด์

-ขา 10 (VDD)

ปกติใช้งานต่อแหล่งจ่ายไฟ

การใช้งานไอซีเข้ารหัส (IC ENCODER MC145026) และไอซีถอดรหัส (IC DECODER MC145027)

1.การคำนวณค่าความถี่ให้กับ MC145026 (ENCODER) เสียก่อนโดยใช้สูตร

$$Fa.s.c = \frac{1}{2.3RtcCtc'}$$

$$R1C1 = 3.95RtcCtc$$

$$R2C2 = 77RtcCtc$$

จาก DATA SHEET กำหนดให้ $Ctc'=Ctc+20pF$

และ Rtc มีค่าไม่ต่ำกว่า 10K ; $Rs=2Rtc$

$R1$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 10 K

$C1$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 400 pF ขึ้นไป

$R2$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 K

$C2$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 700 pF ขึ้นไป

2.การคำนวณค่าให้กับ MC145026 และ MC145027 (DECODER) คำนวณได้จากสูตร

$f_{osc}(kHz)$	Rtc	Ctc'	Rs	$R1$	$C1$	$R2$	$C2$
362	10k	120pF	20k	10k	470pF	100k	910pF
181	10k	240pF	20k	10k	910pF	100k	1800pF
88.7	10k	490pF	20k	10k	2000pF	100k	3900pF
42.6	10k	1020pF	20k	10k	3900pF	100k	7500pF
21.5	10k	2020pF	20k	10k	8200pF	100k	0.015μF
8.53	10k	5100pF	20k	10k	0.02pF	200k	0.02μF
1.71	50k	5100pF	100k	50k	0.02pF	200k	0.1μF

ตารางที่ 2.2 ค่า R/C (ค่า R และ C มีค่าผิดพลาด 5%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล

เทคนิคการมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลนี้มี 3 แบบด้วยกันคือ

1. แอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง (AMPLITUDE SHIFT KEYING ASK)
2. ฟรีเควนซีชิฟต์คีย์อิง (FREQUENCY SHIFT KEYING FSK)
3. เฟสชิฟต์คีย์อิง (PHASE SHIFT KEYING PSK)

คลื่นพาห์ในย่านความถี่วิทยุ กำหนดได้โดย

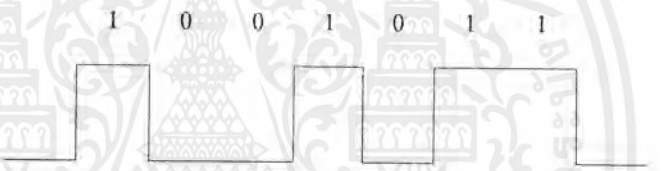
$$\text{คลื่นพาห์} = A\cos(2\pi f_c t + \gamma) \qquad (2.6.1)$$

ในที่นี้ A คือ แอมปลิจูดของคลื่นพาห์

f_c คือ ความถี่คลื่นพาห์

γ คือ เฟส (Initial Phase)

สัญญาณดิจิตอลเบสแบนด์เป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยมแสดงรหัสไบนารี 1 และ 0 ในการมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลนี้หนึ่งในสามพารามิเตอร์ คือ แอมปลิจูด ความถี่ หรือเฟสของคลื่นพาห์จะเปลี่ยนไปตามสถานะ 1 หรือ 0 ของสัญญาณเบสแบนด์



รูป 2.14 รูปสัญญาณเบสแบนด์ดิจิตอล

การมอดูเลตแบบดิจิตอล	การมอดูเลตแบบอนาลอก
ASK AMPLITUDE SHIFT KEYING	AM
FSK FREQUENCY SHIFT KEYING	FM
PSK PHASE SHIFT KEYING	PM

ตาราง 2.3 เปรียบเทียบวิธีการมอดูเลตแบบดิจิตอลและอนาลอก

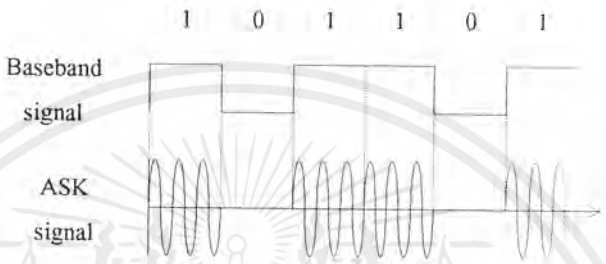
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37112

แอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง (ASK)

หรือบางครั้งเรียกว่า ออนออฟคีย์อิง (ON OFF KEYING: OOK) เพราะว่าคลื่นพาห์ถูก สวิตช์เปิด/ปิด ตามสัญญาณที่เป็น 1 หรือ 0 ถ้าคลื่นพาห์กำหนดโดย $A\cos 2\pi f_c t$ ดังนั้นสัญญาณเอเอสเค จะกำหนดได้เป็น

$$S(t) = \begin{cases} A\sin 2\pi f_c t & \text{เมื่อสัญญาณเป็น 1} \\ 0 & \text{เมื่อสัญญาณเป็น 0} \end{cases} \qquad (2.6.2)$$

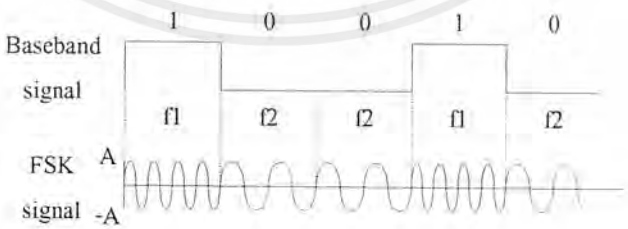


รูปที่ 2.15 แสดงแอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง

ฟรีเควนซีชิฟต์คีย์อิง (FSK)

ความถี่คลื่นพาห์จะมี 2 ความถี่ เช่น ความถี่ f_1 สำหรับความถี่ที่เป็น 1 และความถี่ f_2 สำหรับความถี่ที่เป็น 0

$$S(t) = \begin{cases} A\sin 2\pi f_1 t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 1} \\ A\sin 2\pi f_2 t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 0} \end{cases} \qquad (2.6.3)$$

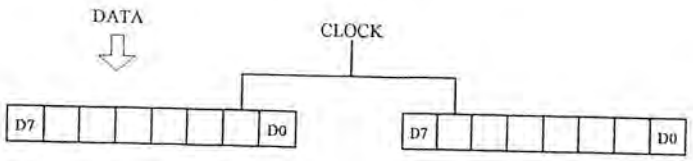


รูปที่ 2.16 แสดงฟรีเควนซีชิฟต์คีย์อิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิงโครนัส (Synchronous)

เป็นการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกัน จะทำให้ตัวรับรับข้อมูลเหมือนกับข้อมูลตัวส่ง

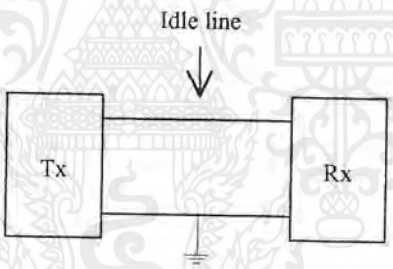


รูปที่ 2.18 แสดงการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวเดียวกัน

แต่ในความเป็นจริงในการส่งระยะทางไกล เราไม่สามารถทำให้สัญญาณนาฬิกาทั้งตัวรับและตัวส่งเท่ากันได้ เพราะมีการเลื่อนเฟสของสัญญาณ ดังนั้นเราจึงต้องใช้อีกวิธีคือ แบบอะซิงโครนัส

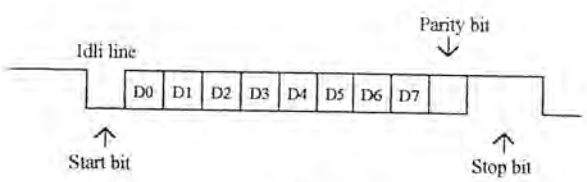
อะซิงโครนัส (Asynchronous)

เป็นการส่งข้อมูลที่ใช้สัญญาณนาฬิกาตัวส่งและตัวรับเป็นคนละตัวกัน แต่จะทำให้มีค่าใกล้เคียงกัน และสร้างเฟรม (Frame) ของข้อมูลมาเป็นตัวบอกให้ตัวรับทราบส่วนต่างๆของข้อมูล



รูปที่ 2.19 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างตัวส่งกับตัวรับ

จากรูปที่ 2.19 ระหว่างตัวรับและตัวส่งจะมีสายสองเส้นเชื่อมต่อกัน โดยเส้นหนึ่งจะเป็นไอเดิลไลน์ (Idle Line) จะเป็นสายที่มีสัญญาณ High เมื่อพร้อมจะรับข้อมูล ส่วนอีกเส้นหนึ่งจะเป็นกราวนด์

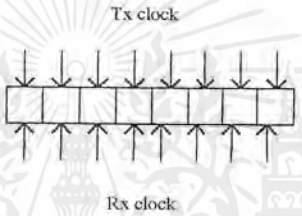


รูปที่ 2.20 แสดงองค์ประกอบของเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.20 องค์ประกอบของเฟรมประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (start bit) เป็นส่วนที่บอกให้ตัวรับทราบว่าพร้อมส่งข้อมูล ซึ่งหลังจากบิตเริ่มต้นจะเป็นข้อมูล (data) ที่ต้องการส่ง และส่วนต่อไปเป็นพาริตี้บิต (parity bit) เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบ และส่วนสุดท้ายเป็นบิตสิ้นสุด (stop bit) เป็นส่วนทำให้ตัวรับทราบว่าสิ้นสุดเฟรมแล้ว โดยบิตสิ้นสุดจะมีความยาวเป็น 1,1.5,2 บิต

การส่งข้อมูลเริ่มจากบิตเริ่มต้นที่มีค่าเป็น Low เป็นการแจ้งให้ตัวรับทราบว่าจะมีการส่ง ข้อมูล ให้ตัวรับเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูล โดยเริ่มจัดสัญญาณนาฬิกาให้ใกล้เคียงกับตัวส่ง แล้วจึงเริ่มส่งข้อมูลในบิตต่อไป ในความเป็นจริงการส่งบิตแรกที่เข้ามาจะมีสัญญาณนาฬิกาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก แต่ในบิตต่อๆไปจะเกิดการเลื่อนเฟสเนื่องจากตัวรับอาจใช้สัญญาณนาฬิกาใกล้เคียงที่ช้ากว่าหรือเร็วกว่า แต่ไม่เกินขอบเขตของข้อมูลแต่ละบิตจนไปถึงค่าๆหนึ่งซึ่งทำให้การเลื่อนจะเกินขอบเขตข้อมูลที่รับได้ถูกต้อง ก็จะทำการหยุดส่งข้อมูลแล้วเริ่มส่งข้อมูลใหม่ เราเรียกวิธีนี้ว่า"รีซิงโครไนซ์ (Resynchronize)"



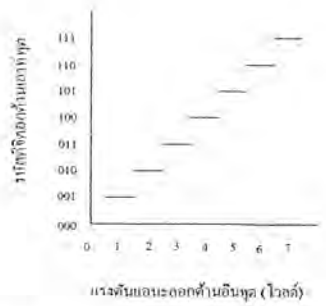
รูปที่ 2.21 แสดงการเลื่อนเฟสของสัญญาณนาฬิกา

2.8 พื้นฐานการทำงานของเอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ (A/D converter)

กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่วนใหญ่หากนำมาแปรค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามักเป็นสัญญาณที่อยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแส หรือไม่ก็เป็นลักษณะของค่าความต้านทาน ลักษณะที่ได้จะเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เราเรียกวงจรนี้ว่า"เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์"

หลักการเบื้องต้นของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

หากนำเอาเอ/ดีขนาด 3 บิต มาเขียนกราฟคุณสมบัติระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต สมมุติว่าแรงดันอินพุต V_I เปลี่ยนค่าจาก 0-7 โวลต์ และได้สัญญาณเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจาก 000-111 ดังแสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความละเอียดของเอ/ดี

ค่าความละเอียดของเอ/ดี หาได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันอินพุตแล้วทำให้สัญญาณดิจิตอลเปลี่ยนค่าบิตนัยสำคัญต่ำสุดไป

ความละเอียด = ค่าแรงดันอินพุตต่อบิต = ค่าเต็มสเกลหารด้วย 2^N-1

หรืออ้างอิงถึงเรื่องเอ/ดี จะได้ว่า

$$\text{ความละเอียด} = 2^N$$

โดยที่ N คือจำนวนบิตของวงจร

ถ้าสมมุติว่ามีเอาต์พุต 8 เส้น โดยเอาต์พุตแต่ละเส้นแสดงสถานะทางลอจิกเป็น 0 หรือ 1 จะมีความแตกต่างทางรหัสไบนารีทั้งหมด 2^8 หรือ 256 รหัส เช่น ถ้าตัวแปลงสัญญาณมีความแตกต่างทางรหัสเอาต์พุต 256 ระดับ สัญญาณอินพุตถูกแทนเป็นไบนารีจาก 00000000 ถึง 11111111 ถ้าย่านอินพุตเริ่มต้นจาก 0-5 V ดังนั้นค่าความละเอียดเท่ากับ

$$\frac{5V}{256} = 0.0195V$$

ชนิดของเอ/ดี คอนเวอร์เตอร์

วงจรเอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ จำแนกชนิดได้ดังนี้

1. เอดีซีชนิดป้อนกลับขนาน
2. เอดีซีชนิดอินทิเกรต
3. เอดีซีชนิดพร้อมกัน
4. เอดีซีชนิดป้อนกลับเรียงลำดับ

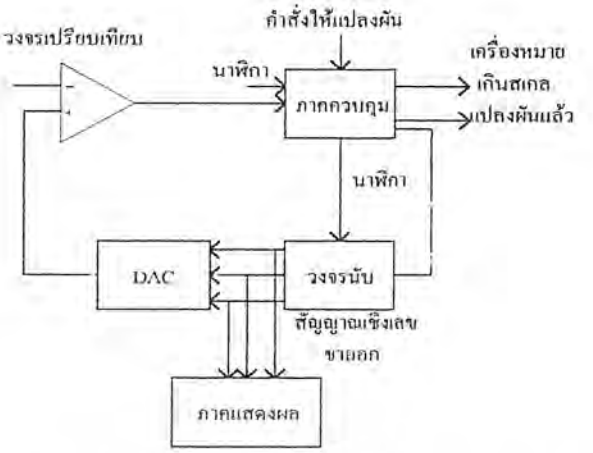
ในที่นี้จะกล่าวถึงวงจรเอดีซีชนิดป้อนกลับแบบขนานเท่านั้น ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้ในโครงงานนี้

เอดีซีชนิดป้อนกลับแบบขนาน

หลักการคือ ใช้วงจรดีเอซีในระบบป้อนกลับ วงจรเอดีซีที่เป็นวงจรประมวลสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะใช้หลักการนี้ เอดีซีชนิดป้อนกลับแบบขนานยังแบ่งออกเป็น

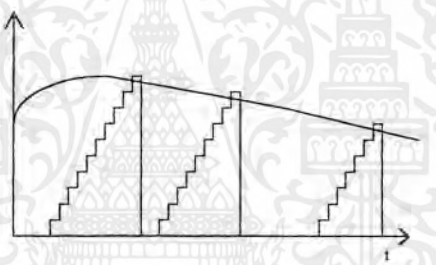
- เอดีซีขั้นบันได
- เอดีซีตามรอย (tracking)
- เอดีซีที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ (successive approximation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเอดีซีชั้นบันได หรือตามรอย

รูปที่ 2.23 แสดงแผนภาพของวงจรเอดีซีชั้นบันได หรือตามรอย แล้วแต่ว่าวงจรนับเป็นแบบธรรมดาหรือแบบนับขึ้นลง

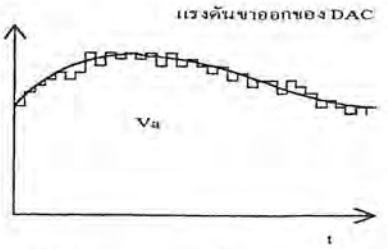


รูปที่ 2.24 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีชั้นบันได

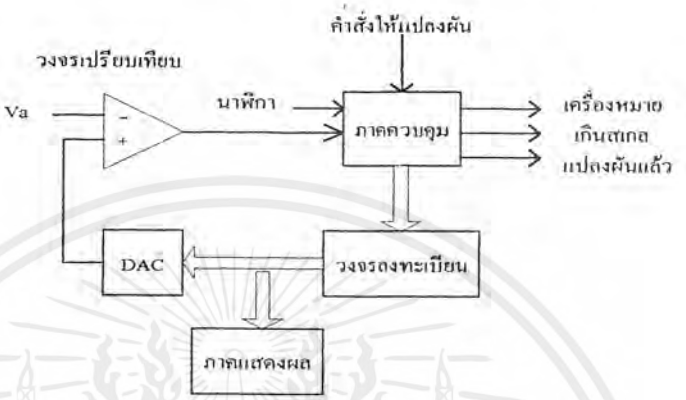
ในกรณีของวงจรเอดีซีชั้นบันไดเมื่อมีคำสั่งให้แปลงผัน วงจรนับจะตั้งต้นใหม่ (reset) สัญญาณนาฬิกาจะทำให้วงจรนับนับขึ้นไปเรื่อยๆ ผลคือ แรงดันออกของดีเอซีจะเป็นรูปขั้นบันไดจนกระทั่งขึ้นสูงกว่า V_a วงจรเปรียบจะบอกให้วงจรควบคุมหยุดสัญญาณนาฬิกาที่ส่งให้วงจรนับจนกว่าจะมีคำสั่งให้แปลงผันใหม่ หรือไม่วงจรเปรียบเทียบจะบอกให้วงจรควบคุมตั้งต้นวงจรนับใหม่ และวงจรจะเริ่มต้นกระบวนการแปลงผันใหม่ทันที

ถ้าเราใช้วงจรนับขึ้น-ลง และให้วงจรเปรียบเทียบทำหน้าที่ตัดสินว่าจะนับขึ้นหรือนับลง ถ้าแรงดันออกของดีเอซีต่ำกว่า V_a ให้นับขึ้น แรงดันออกของดีเอซีจะเพิ่มขึ้นตามรอย V_a ไป เมื่อแรงดันออกของดีเอซีสูงกว่า V_a วงจรจะนับลง และแรงดันออกของดีเอซีจะลดลงเช่นกัน สังเกตได้ว่ากรณีที่ V_a มีค่าคงตัวหรือเกือบคงตัว แรงดันออกของดีเอซีจะขึ้นลงทุกๆจังหวะของสัญญาณนาฬิกา ทำให้เกิดความไม่แน่นอนในบิตต่ำสุดของสัญญาณเชิงเลข (digital signal) ขาออก อย่างไรก็ดีวงจรเอดีซีตามรอยมีข้อน่าสนใจคือเวลาการแปลงผัน (conversion time) จะสั้น และสัญญาณเชิงเลขที่ได้จะแทนรูปคลื่นของสัญญาณเชิงอุปมาน (analog signal) ได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

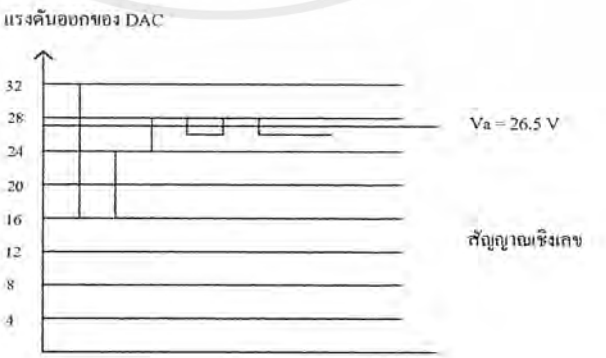


รูปที่ 2.25 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย



รูปที่ 2.26 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเอดีซีที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ

รูปที่ 2.26 จะสังเกตว่าเราใช้วงจรทะเบียน (Register) แทนวงจรนับ การควบคุมการทำงานของวงจรจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากกว่าเอดีซีตามรอย ตัวอย่างเช่น เราต้องการแปลงผัน V_a = 26.5 โวลต์ เป็นสัญญาณเชิงเลข 6 บิต สมมุติว่าบิตนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) สมนัยกับ 1 โวลต์ ดังนั้นเลข 100000 จะสมนัยกับ 32 โวลต์ ซึ่งเทียบแล้วจะใหญ่กว่า V_a ดังนั้นบิตนัยสำคัญสูงสุดเท่ากับศูนย์ (MSB = 0) ให้บิตที่มีนัยสำคัญรองลงมาเป็น "1" เลข 010000 จะสมนัยกับ 16 โวลต์ ซึ่งเล็กกว่า V_a ให้คงบิตนี้ไว้เป็น 1 และให้บิตรองลงมาเป็น 1 ด้วย เลข 011000 สมนัยกับ 24 โวลต์ เทียบ 24 โวลต์กับ V_a และจะเป็นเช่นนี้เรื่อยๆไปจนครบทุกบิต (ดูรูปคลื่นในรูปที่ 2.27)



รูปที่ 2.27 แสดงรูปคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 โครงสร้างภายในของ MCS-51 และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

คุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีดังนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี
- มีขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุตจำนวน 32 บิต
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (external data memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 K
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (on-chip pro-gram memory) ขนาด 4 K โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 K สำหรับเบอร์ 8031 และ M 8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (on-chip data memory) ขนาด 128 ไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 ไบต์

ชื่อเบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวนไทเมอร์ / เคาน์เตอร์	จำนวนอินเตอร์รัปต์
	เก็บโปรแกรม	เก็บข้อมูล		
8052 AH	8K × 8 ROM	256 × 8 RAM	3 × 16 – Bit	6
8051 AH	4K × 8 ROM	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5
8051	4K × 8 ROM	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5
8032 AH	ไม่มี	256 × 8 RAM	3 × 16 – Bit	6
8031 AH	ไม่มี	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5
8031	ไม่มี	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5
8751 H	4K × 8 EPROM	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5
8751 H-12	4K × 8 EPROM	128 × 8 RAM	2 × 16 – Bit	5

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS-51

- หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
- มีไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ (timer / counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

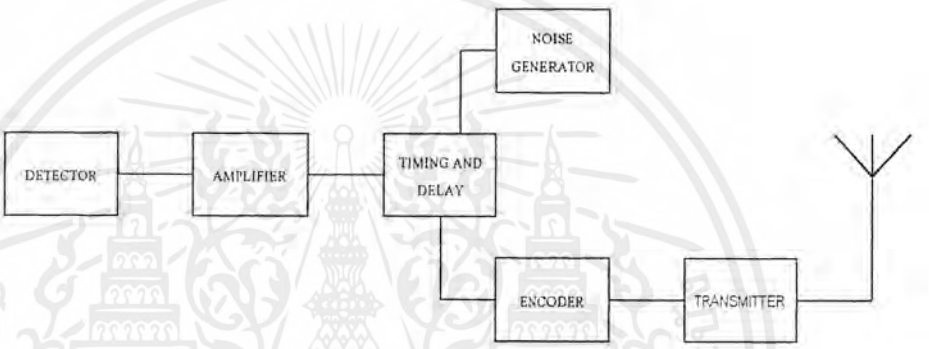
- การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิดโดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดระดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
- มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (full duple)
- มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์
- คำสั่งโดยส่วนใหญ่ใช้เวลาการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 การสร้างวงจรทางภาคส่ง

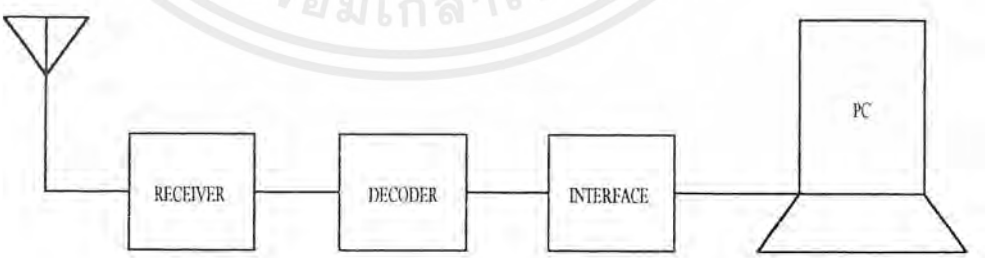
ภาคส่งประกอบด้วยวงจรดีเทคเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยอาศัยการดอปเปลอร์ฟรีเควนซีชิฟต์ (Doppler Frequency Shift) สัญญาณที่กระเพื่อมเพียงเล็กน้อยนี้จะถูกนำไปผ่านวงจรขยายเพื่อขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้น แล้วนำไปทริกให้วงจรไทม์มิงและดีเลย์ทำงาน เอาต์พุตจากวงจรไทม์มิงจะถูกนำไปใช้ในวงจรกำเนิดเสียงและวงจรเข้ารหัสแล้วส่งไปยังเครื่องรับต่อไป บล็อกไดอะแกรมเป็นดังรูปที่ 3.1



รูปที่3.1 บล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง

3.2 การสร้างวงจรทางภาครับ

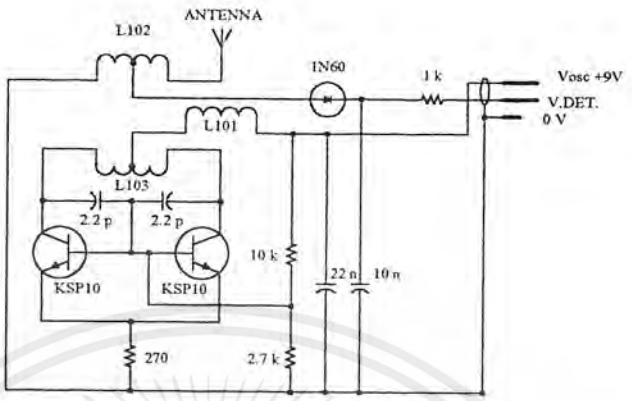
ทางภาครับประกอบด้วยวงจรรับซึ่งเมื่อดีเทคสัญญาณได้แล้วก็จะนำไปถอดรหัส แล้วส่งต่อไปยังพีซี (PC) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 ส่วนแสดงผลใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก (VISUAL BASIC)



รูปที่3.2 บล็อกไดอะแกรมของภาครับและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรดีเทคเตอร์

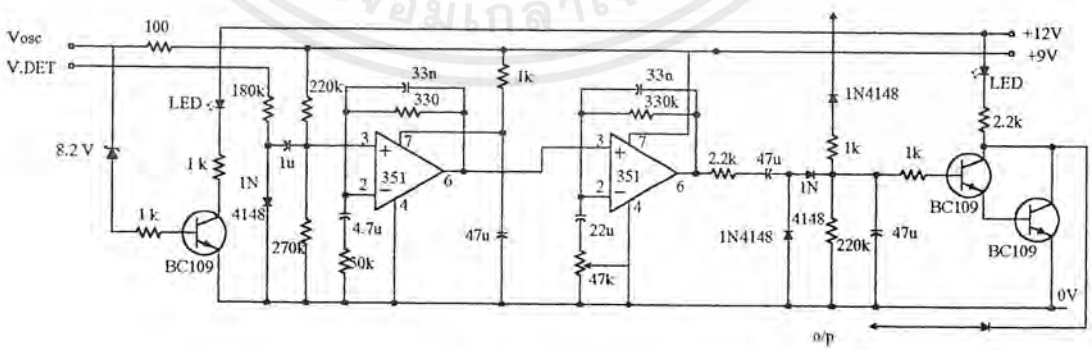


รูปที่3.3 วงจรดีเทคเตอร์

วงจรดีเทคเตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นวงจรดีเทคเตอร์ชนิดยูเอชเอฟออสซิลเลเตอร์ ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ KSP10 ทำหน้าที่ออสซิลเลตความถี่ที่ต้องการในการทำงาน มีตัวเก็บประจุแบบป้อนกลับ และตัวต้านทานแบบไบอัสประกอบร่วมอยู่ด้วย

วงจรนี้จะออสซิลเลตความถี่ออกมาตลอดเวลา เมื่อมีสิ่งเคลื่อนไหวตัดผ่านคลื่นวงจรจะสามารถดีเทคสัญญาณออกมาได้ และจะส่งสัญญาณเข้าสู่วงจรขยายต่อไป ซึ่งสัญญาณที่ออกจากวงจรนี้จะมีขนาดเล็กมาก

3.4 วงจรขยาย



รูปที่3.4 วงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอาร์เอฟ (RF) ที่มาจากวงจรดีเทคเตอร์ หลังจากผ่านฟิลเตอร์แล้วจะส่งสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณดีซี (DC) เพื่อส่งเข้ามาวงจรขยาย

สำหรับวงจรขยายนี้จะประกอบด้วย ไอซีเบอร์ 351 เป็นวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส สัญญาณที่ออกมาทางเอาต์พุตของไอซีตัวที่ 2 จะผ่านตัวเก็บประจุค่า 47 ไมโครฟารัด ซึ่งทำหน้าที่เป็น เอซีคัปปิ้ง (A.C. coupling)

หลักการคำนวณอัตราการขยายของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

จากสมการที่ 2.2.7 จะสามารถหาอัตราการขยายของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสได้ดังนี้

$$A_F = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

จากรูปวงจรที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าที่วงจรขยายชุดที่ 1 จะมีค่าความต้านทานเป็นดังนี้

$$R_1 = 50k\Omega$$
$$R_2 = 330k\Omega$$

$$A_F = 1 + \frac{330k\Omega}{50k\Omega} \approx 8$$

ดังนั้นอัตราการขยายของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสชุดที่ 1 = 8 เท่า

จากรูปวงจรที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าที่วงจรขยายชุดที่ 2 จะมีค่าความต้านทานเป็นดังนี้

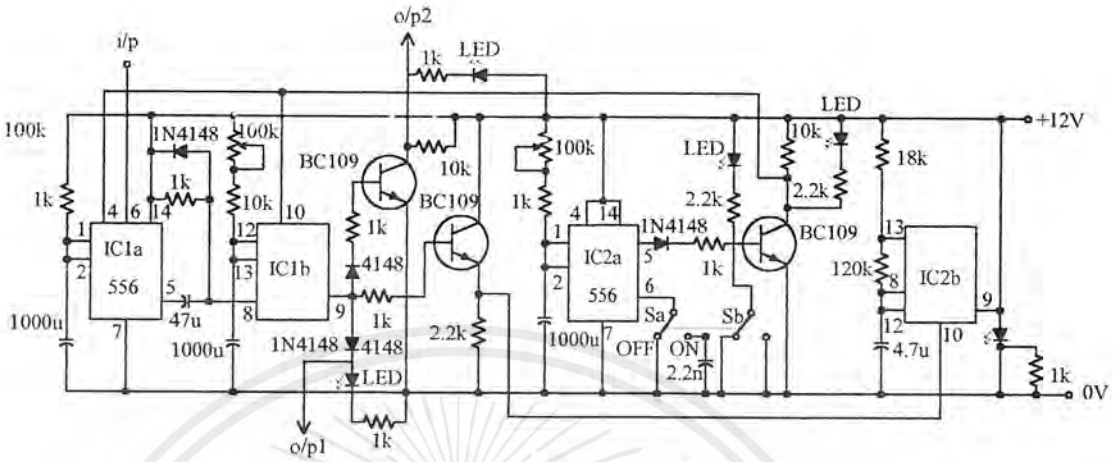
$$R_1 = 47k\Omega$$
$$R_2 = 330k\Omega$$

$$A_F = 1 + \frac{330k\Omega}{47k\Omega} \approx 8$$

ดังนั้นอัตราการขยายของวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสชุดที่ 2 = 8 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรไทม์มิ่ง และดีเลย์



รูปที่3.5 วงจรไทม์มิ่ง และดีเลย์

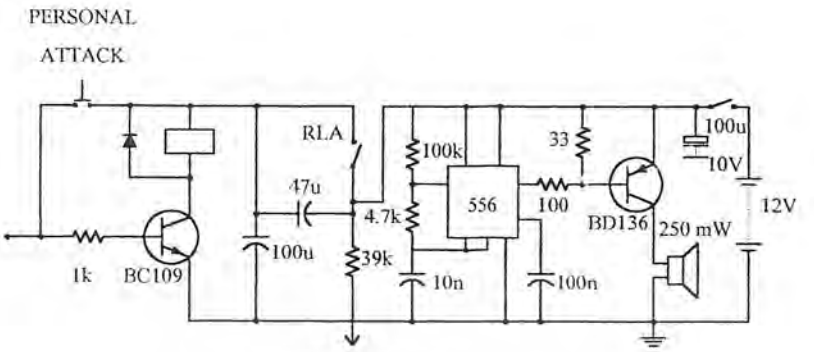
วงจรจะประกอบด้วยไอซีเบอร์ 556 จำนวน 2 ตัว จะทำงานต่อเมื่อมีสัญญาณที่เป็น low นั่นก็คือสัญญาณที่เป็น 0 โวลต์ เข้ามาทริกที่ขา 6 ของไอซี เมื่อสัญญาณ 0 โวลต์มาทริก นั่นหมายความว่าเป็นการเริ่มการทำงานของวงจรดีเลย์ ซึ่งจะทำให้มีสัญญาณเอาต์พุตออกมาทางขา 5 สัญญาณเอาต์พุตนี้จะมีสถานะเป็น high ช่วงของสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจะขึ้นอยู่กับการปรับค่าตัวทรานซิสเตอร์ เมื่อช่วงการทำงานของวงจรดีเลย์จบลงจะทำให้สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาทางขา 5 มีสถานะเป็น low

ในวงจรมีสวิทซ์ออน-ออฟ ถ้าสวิทซ์อยู่ที่สถานะออฟ ขา 6 ของไอซี 556 ตัวที่ 2 จะเป็นกราวนด์ ซึ่งจะทำให้เอาต์พุตทางขา 5 มีสถานะเป็น high ทำให้ที่ขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ BC109 มีสถานะเป็น low ที่ขาคอลเลคเตอร์นี้ต่ออยู่กับขารีเซ็ตของไอซี 556 ตัวแรก ดังนั้นจึงไม่มีการทำงานของวงจรดีเลย์เกิดขึ้น

สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากไอซี 556 ตัวที่ 1 จะขับทรานซิสเตอร์เบอร์ BC109 ที่ต่ออยู่กับขาที่ 10 ของไอซี 556 ตัวที่ 2 ซึ่งเอาต์พุตจะต่ออยู่กับ LED เพื่อเป็นตัวบ่งบอกว่ามีการทริกของสัญญาณ เนื่องจากว่าถ้ามีการทริกของสัญญาณไฟที่หลอด LED จะติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรกำเนิดเสียง



รูปที่3.6 วงจรกำเนิดเสียง

วงจรกำเนิดเสียงนี้ใช้ไอซีเบอร์ 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ขับลำโพงโดยผ่านทางทรานซิสเตอร์ TIP30 จะกำเนิดเสียงเตือนภัยเพื่อทำให้ผู้บุกรุกตกใจ

3.7 วงจรส่งสัญญาณ

- ส่วนเข้ารหัส (Encoder) ใช้ IC เบอร์ MCI45026 เป็นตัวที่ทำการเข้ารหัสที่ขา A1 ถึง A9 โดยรหัสนี้สามารถตั้งได้มี 3 สถานะ คือ High , Low และ Open
- ส่วนมอดูเลต (Modulate) โดยนำเอาความถี่ที่เป็น Sine Wave ซึ่งที่สร้างขึ้นโดยวงจรแทงค์เซอร์กิต (Tank Circuit) ซึ่งมีค่าประมาณ 300 เมกะเฮิรตซ์ มามอดูเลต กับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาทางขา 15 ของไอซี MCI45026 ซึ่งเป็นสัญญาณที่ผ่านการเข้ารหัสมาแล้วจะเป็นสัญญาณซีเรียลพัลส์ (Serial Pulse)ขนาด 9 บิต
- ส่วนที่ทำการสร้างความถี่วิทยุ และเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปในอากาศโดยใช้วงจรแทงค์เซอร์กิต และในขณะเดียวกันเราก็ใช้ L ในวงจรแทงค์เซอร์กิตเป็นสายอากาศที่ทำการแพร่กระจายคลื่นสนามแม่เหล็กออกไปในอากาศด้วย

ในกรณีที่ข้อมูลที่ส่งจากตัวไอซีเบอร์ MCI45026 มีลอจิกเป็น "0" ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สามารถทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ KSP10 ชนิด NPN นำกระแสได้ เพราะไม่มีแรงดันไบอัสที่ขาเบสที่สูงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวนี้นำกระแสได้ เมื่อทรานซิสเตอร์เบอร์ KSP10 ยังไม่ทำงาน วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ต่ออยู่ในวงจรก็จะไม่ทำงานด้วย ดังนั้นในกรณีจะไม่มีการแพร่กระจายคลื่นความถี่ของวงจรออกอากาศ ในกรณีตรงกันข้ามถ้าข้อมูลที่ส่งจากตัว IC เบอร์ MCI45026 มีลอจิกเป็น "1" ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ KSP10 ทำงานเนื่องจากมีระดับแรงดันไบอัสที่สูงพอ ดังนั้นวงจรออสซิลเลเตอร์ ที่ต่ออยู่ในวงจรจึงทำงานกำเนิดคลื่นความถี่ย่านยูเอชเอฟออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

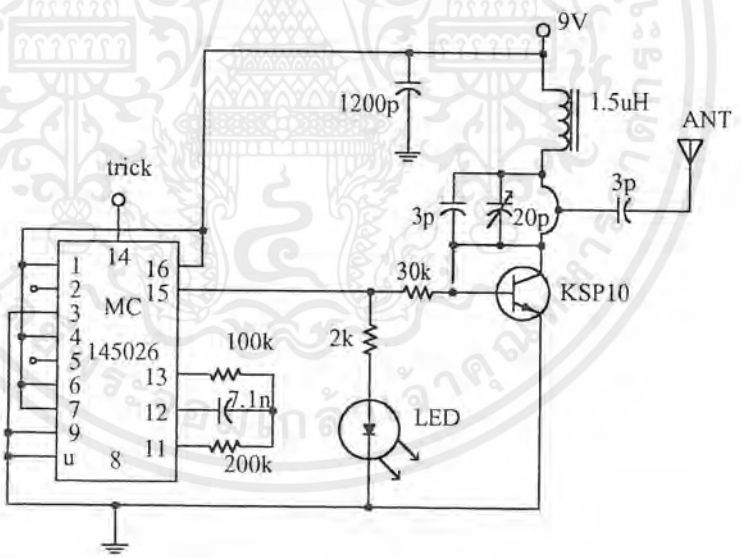
มีค่าแอมปลิจูดสูงสุดที่ความถี่ประมาณ 400 เมกะเฮิรตซ์ คลื่นความถี่ที่กำเนิดขึ้นมาก็จะถูกส่งแพร่กระจายออกไปในอากาศ

ในส่วนของวงจรแอลซีแทงค์จูน (LC tank tune) นั้นค่า L (ค่าเหนี่ยวนำ) นั้นเกิดจากลายทองแดง เราปรับเพียงแค่ตัว C ปรับค่า เท่านั้น ความถี่ที่ออสซิลเลตออกมาจากภาคส่งนั้นจะกระจายออกมาจากตัว L1 ที่ทำจากลายทองแดง และ L2 นั้นจะทำหน้าที่เป็นอาร์เอฟโช็ค (RF Chcke) หน้าที่หลักของอาร์เอฟโช็ค มีหน้าที่ทำการกันความถี่ที่กำเนิดระหว่างภาคออสซิลเลเตอร์กับภาคจ่ายไฟ เพื่อไม่ให้เกิดการกระจายความถี่ไปในส่วนที่ไม่ต้องการ

แสดงการคำนวณค่า LC ที่ใช้ในวงจรจูน (tank tune)

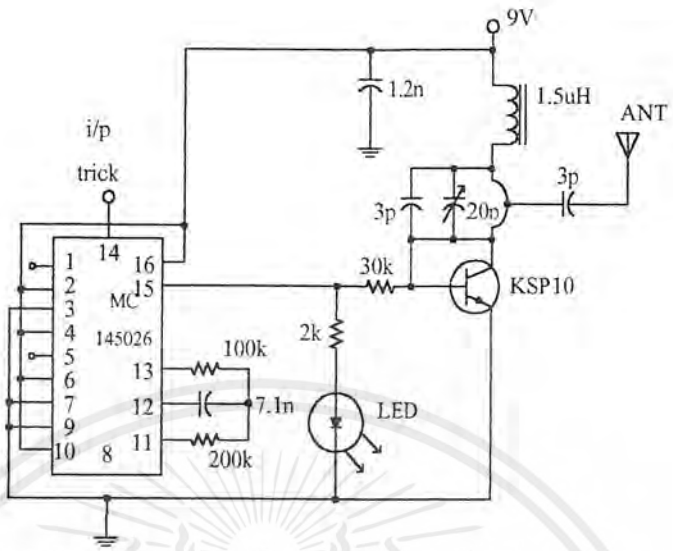
ที่เครื่องส่ง

	f (Frequency)	=	389 MHz
	λ(ความยาวคลื่น)	=	c / f
เมื่อ	c	=	$3 * 10^8$
ดังนั้น		=	$3 * 10^8 / (389 * 10^6)$
ความยาวคลื่น		=	0.77 m = 77 cm



รูปที่ 3.7 วงจรส่งตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรส่งตัวที่ 2

3.8 วงจรภาครับสัญญาณ

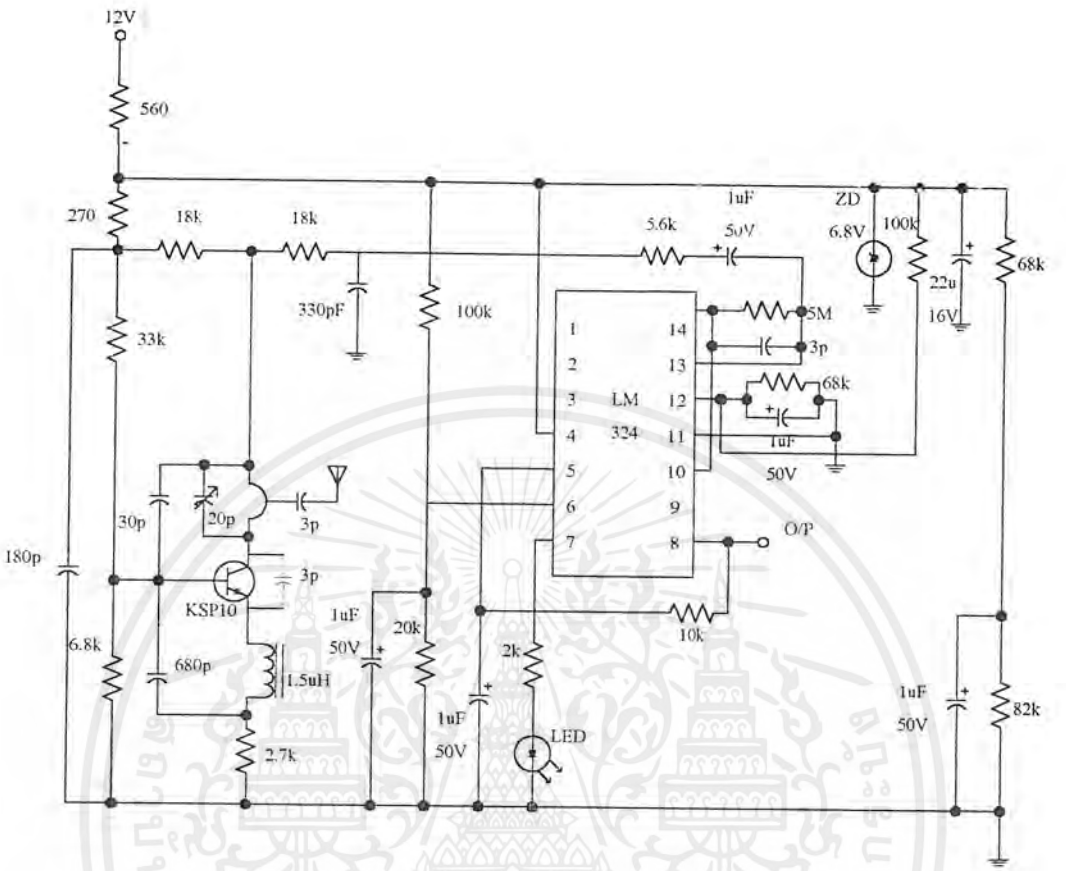
วงจรภาครับประกอบด้วย

- ส่วนดีเทคสัญญาณ (Detect) โดยใช้สายอากาศเปลี่ยนจากคลื่นสนามแม่เหล็กเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วนำสัญญาณนี้มาดีเทคออกเป็นสัญญาณข้อมูลเลขฐาน 2
- ส่วนขยายสัญญาณ โดยสัญญาณที่ดีเทคได้นั้นจะมีระดับที่ต่ำมาก จึงต้องนำมาขยายให้สูงขึ้น แล้วปรับแต่งรูปร่างสัญญาณให้เหมือนต้นฉบับที่ส่งมา โดยใช้ไอซี LM358

การทำงานของวงจรภาครับสัญญาณ

เริ่มที่วงจรส่วนแรกเป็นภาครับสัญญาณวิทยุทำงานในย่านยูเอชเอฟ สายอากาศที่รับสัญญาณอาร์เอฟ เข้ามาที่ Q_1 เพื่อทำการขยายให้สูงขึ้น สัญญาณอาร์เอฟถูกส่งผ่านเข้ามาที่วงจรแทงค์จูน (Tank Tune) วงจรแทงค์จูนจะทำการเลือกความถี่ที่เราต้องการจะรับ ความถี่ต่ำเท่านั้นที่ถูกขยายและสัญญาณที่ดีเทคได้ เป็นสัญญาณข้อมูลเลขฐานสอง (Binary) และจะผ่านเข้าไปยังวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Inverting Amplifier) และ วงจรชมิตต์ – ทริกเกอร์ (Schmitt – Triger) ทั้งวงจรขยาย และวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์ จะรวมอยู่ในไอซี LM324 ข้อมูลดิจิตอล ที่ผ่านวงจรชมิตต์-ทริกเกอร์แล้ว จะมีรูปสัญญาณเหมือนต้นฉบับที่ส่งมาทางเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



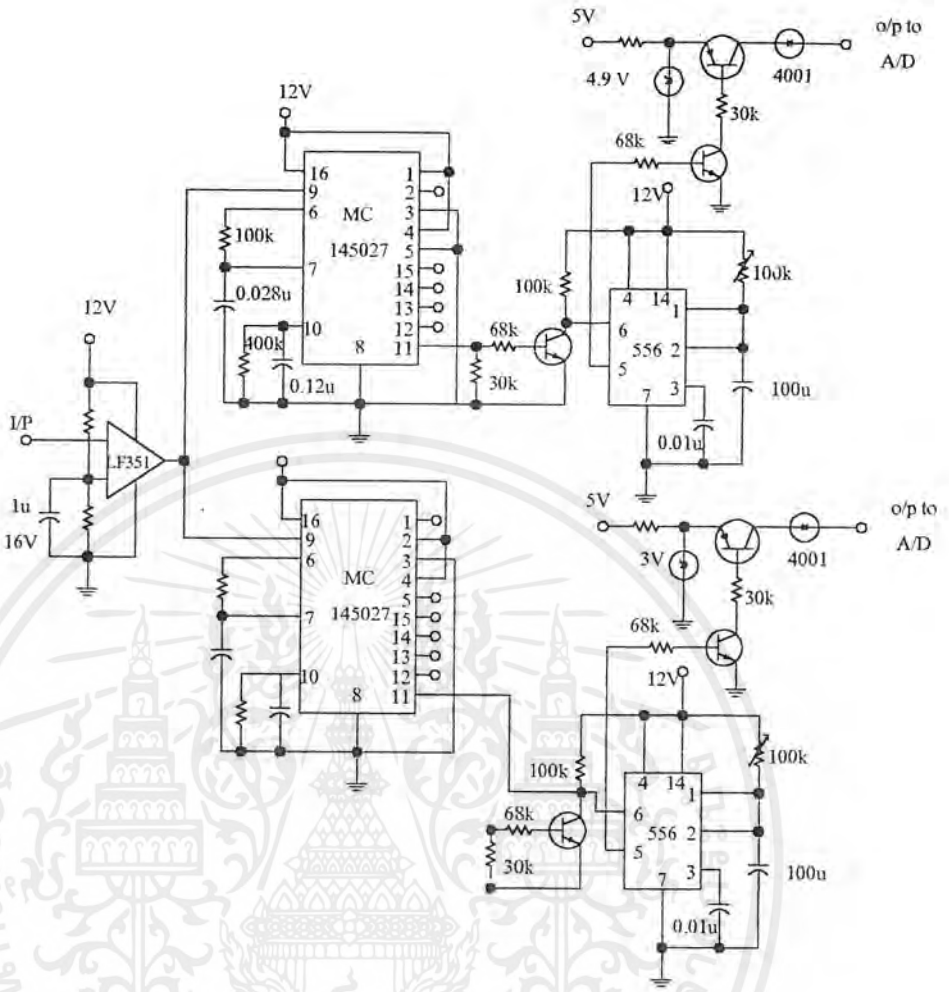
รูปที่ 3.9 วงจรรับ

3.9 วงจรถอดรหัส

ส่วนถอดรหัส โดยจะเอาสัญญาณที่ผ่านการดีเทคแล้วมาเข้าไอซี MCI45027 เป็นตัวถอดรหัส ถ้าการลำดับของรหัสที่ภาคส่งตรงกับภาครับก็จะทำให้เอาต์พุต ที่ขา 11 ของไอซี MCI45027 มีสถานะเป็น High แล้วส่งไปแปลงขนาดให้ต่ำลง โดยกำหนดให้ ถ้าถอดรหัสได้จากเครื่องส่งที่ 1 แอมปลิจูดของสัญญาณลดลงเหลือ 4.7 โวลต์ ถ้าถอดรหัสได้จากเครื่องส่งที่ 2 แอมปลิจูดของสัญญาณลดลงเหลือ 2.9 โวลต์

วงจรเป็นดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรถอดรหัส

3.10 วงจรอินเตอร์เฟส

รูปที่ 3.11 แสดงวงจรที่ใช้งานจริงซึ่งประกอบไปด้วยไอซีทั้งหมด 4 ตัว เริ่มต้นจากไอซีเบอร์ ADC0804 เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซีมอสขนาด 8 บิต ซึ่งทำงานแบบประมาณค่าโดยลำดับ สามารถทำงานทั้งหมดได้ภายในตัวของมันเอง ภายในตัวไอซีจะประกอบไปด้วยวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาและกำหนดค่าความถี่ได้จากค่า R และค่า C สัญญาณนาฬิกาสูงสุดที่ใช้กับไอซีนี้คือ 640 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งจะทำให้เวลาการแปลง 100 ไมโครวินาที โดยมีอัตราการแซมปลิ้งที่ 10 กิโลเฮิรตซ์ ในโหมดการทำงานด้วยตัวเองโดยไม่ต้องมีสัญญาณควบคุมจากภายนอก ขา 2 (ขาRead) กับขา 1 (ขา Chip-Select) ของไอซีจะถูกต่อลงกราวนด์ ส่วนขา 5 (ขา Interrupt Output) จะถูกต่อไปยังขา 3 (ขา Write Data Input) เพื่อให้การแปลงและการส่งข้อมูลออกภายนอกเป็นไปอย่างอัตโนมัติ สวิตช์กดติดปล่อยดับต่อเอาไว้เพื่อทำหน้าที่รีเซ็ตเมื่อให้เครื่องเริ่มทำงานครั้งแรก

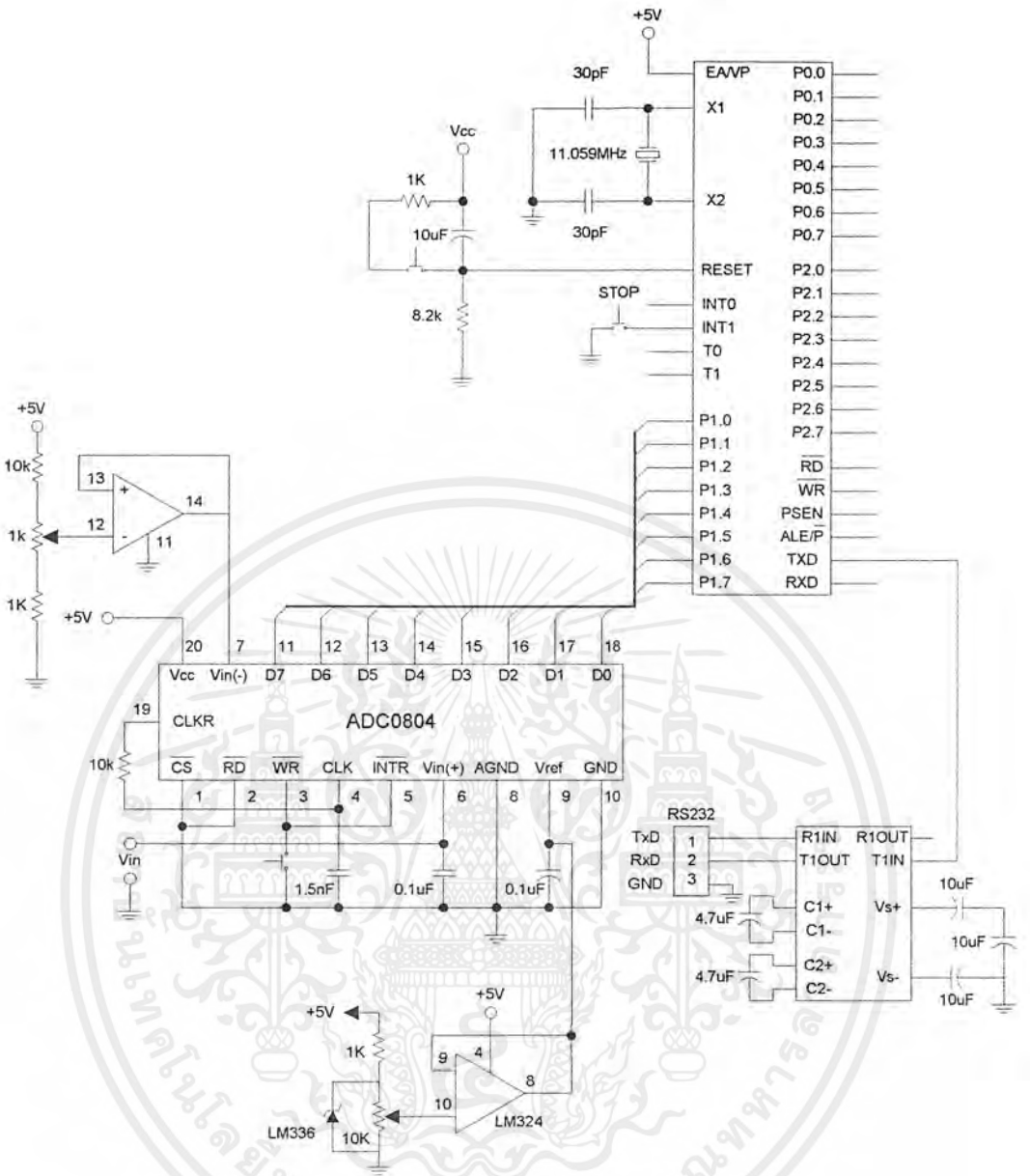
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีเบอร์ LM336 เป็นตัวสร้างแรงดันอ้างอิงให้กับไอซี ADC0804 ซึ่งจะสร้างแรงดันอ้างอิงขึ้นมา 2.5 โวลต์ผ่านไอซีเบอร์ LM324 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์โดยมี VR คอยปรับย่านแรงดันอีกทีหนึ่ง สำหรับที่ขา -Vin จะใช้ปรับแรงดันศูนย์ ซึ่งจะกำหนดจากค่า R และ ค่า VR ซึ่งจะต่ออยู่ในลักษณะของวงจรแบ่งแรงดันผ่านมายังไอซี LM324 เป็นออปแอมป์ทำหน้าที่บัฟเฟอร์ก่อนจะส่งเข้าขา -Vin

สัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าขา +Vin จะถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลขนาด 8 บิต ออกทางขา 11 ถึงขา 18 ค่าของแรงดันในการตรวจวัดอยู่ที่ย่าน 0-5 โวลต์ สามารถแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลได้ 256 ระดับ จากค่า 00000000 จนถึง 11111111 ค่าความแตกต่างระหว่างระดับสัญญาณจะอยู่ที่ 19.53 มิลลิโวลต์ หรือ 5 โวลต์ / 256 ระดับ

ข้อมูลดิจิตอลที่ถูกแปลงออกมาแล้วนี้จะป้อนให้กับไอซีเบอร์ 8951 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่โปรแกรมให้รับค่าเข้าคอมพิวเตอร์ แล้วจะส่งผ่านไปยังไอซีเบอร์ MAX232 เพื่อเปลี่ยนสัญญาณให้เป็นมาตรฐาน RS-232 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

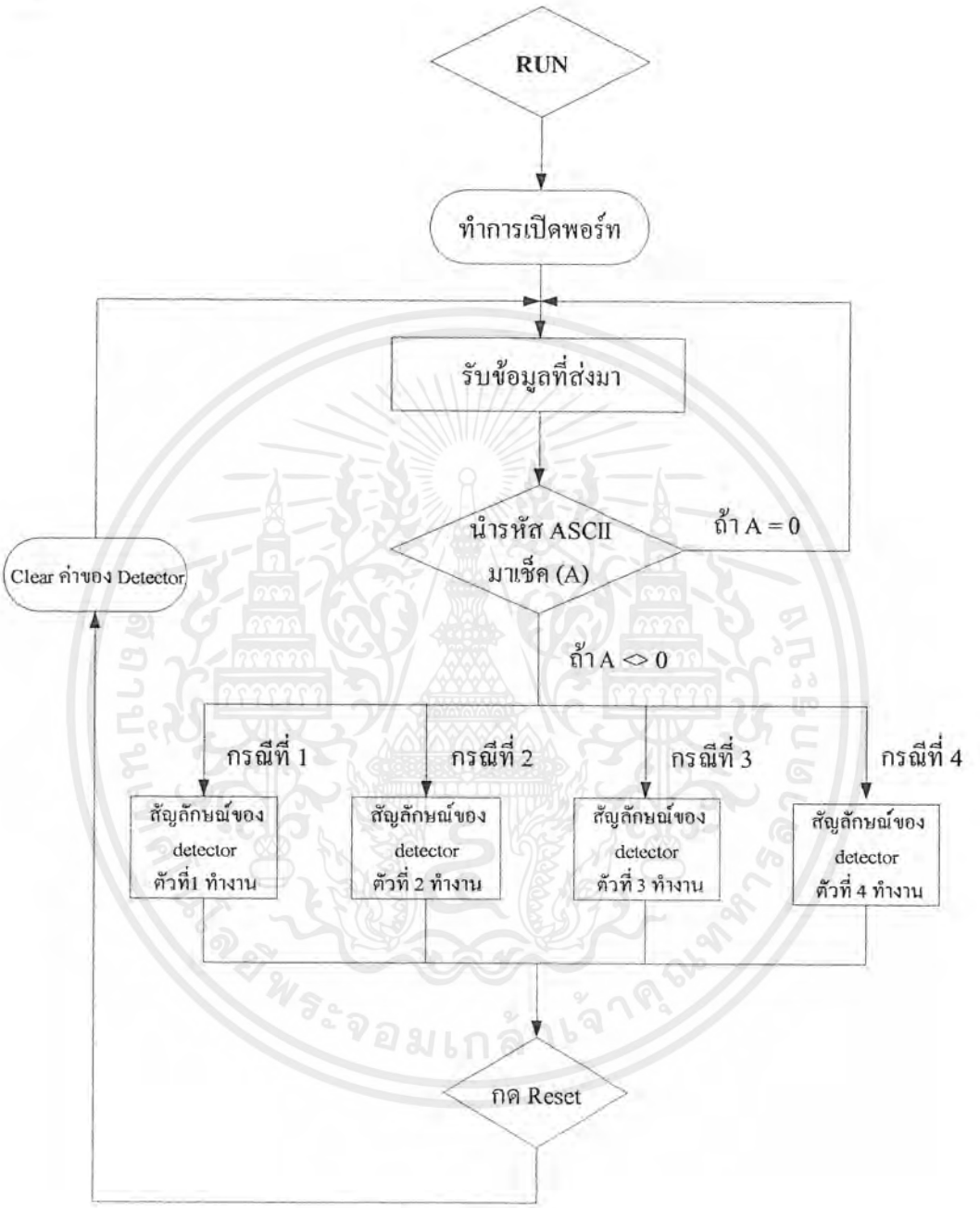


รูปที่ 3.11 วงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

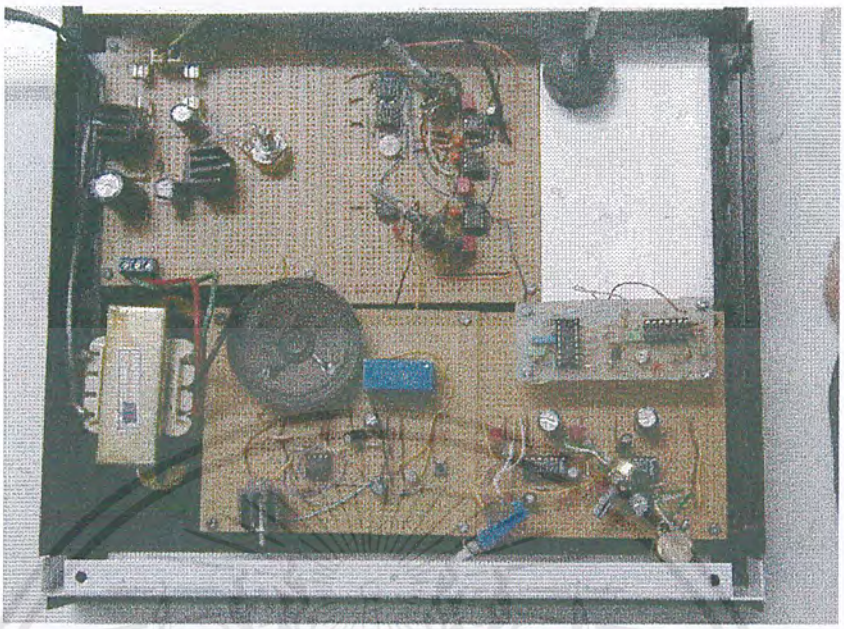
การออกแบบทางซอร์ฟแวร์

โปรแกรมการทำงานในส่วนต่างๆ สามารถอธิบายให้เห็นได้ด้วยโฟลว์ ชาร์ต (flow chart) ดังต่อไปนี้

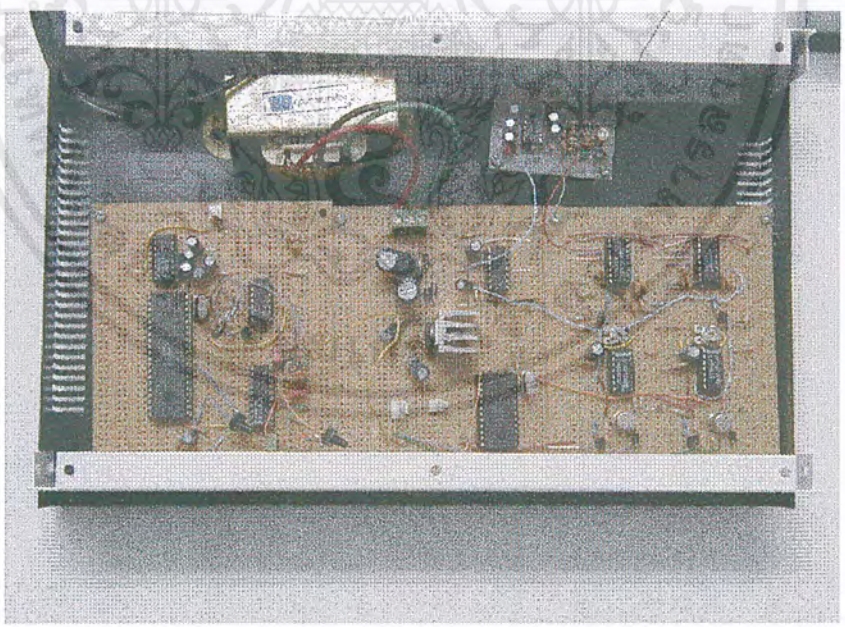


รูปที่ 3.12 โฟลว์ ชาร์ต ของการทำงานโปรแกรมวิชวลเบสิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์รวมของวงจรภาคส่ง



รูปที่ 3.14 อุปกรณ์รวมของวงจรภาครับ

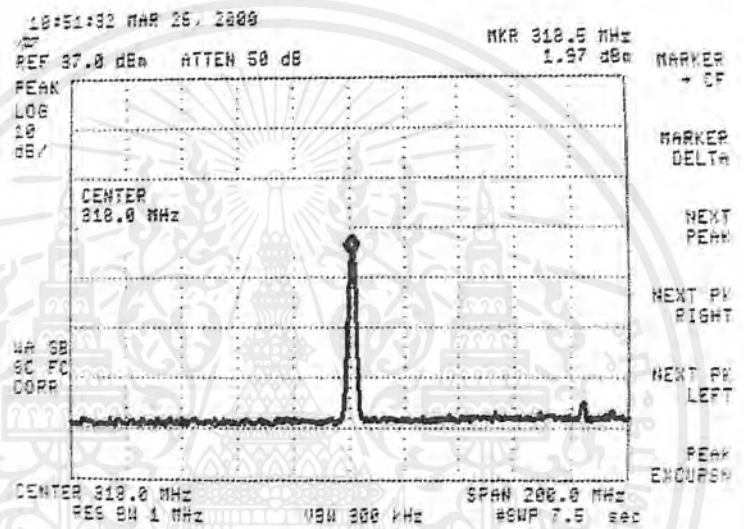
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ผลการทดลองจากการคำนวณและการสร้างในบทที่ 3 ได้แสดงเป็นลำดับขั้นดังนี้

4.1 ผลการทดลองของวงจรดีเทคเตอร์

วงจรดีเทคเตอร์สร้างขึ้นจากวงจรยูเอชเอฟ ออสซิลเลเตอร์ กำเนิดความถี่ 300 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังรูป

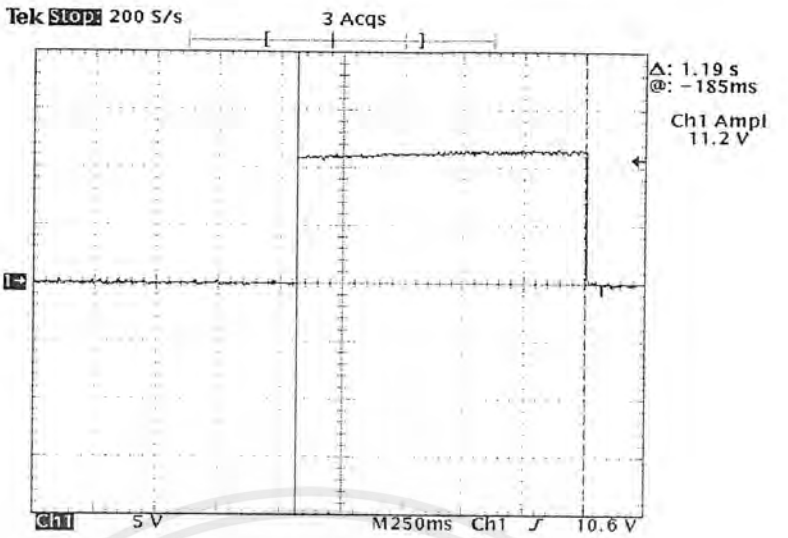


รูปที่ 4.1 ความถี่ที่กำเนิดจากวงจรยูเอชเอฟ ออสซิลเลเตอร์

4.2 ผลการทดลองจากวงจรไทม์มิ่งและดีเลย์

เมื่อวงจรดีเทคเตอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ จะส่งสัญญาณไปยังวงจรขยาย สัญญาณที่ออกจากวงจรขยายจะถูกคับปลิงไฟสลับออกเหลือแต่ไฟตรงศูนย์โวลต์ และนำไปเข้าวงจรไทม์มิ่งและดีเลย์ ซึ่งสัญญาณที่ออกจากวงจรนี้จะนำไปใช้ทริกให้วงจรเข้ารหัสทำงาน และนำสัญญาณ high จากขาคอลเลคเตอร์ของทรานส์ซิสเตอร์ BC109 ตัวที่ 1 ไปป้อนให้แก่วงจรกำเนิดเสียงเพื่อกำเนิดเสียงอีกด้วย ผลการทดลองของวงจรไทม์มิ่งและดีเลย์เมื่อวงจรดีเทคเตอร์ตรวจจับสัญญาณได้เป็นดังนี้

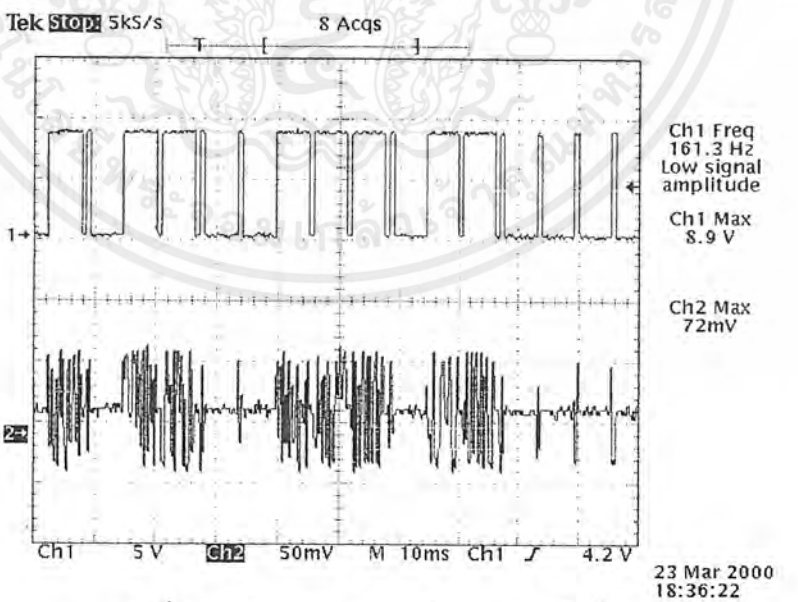
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ช่วงเวลาการเปลี่ยนสถานะจาก low เป็น high จากวงจรไทม์มิ่ง เมื่อวงจรดีเทคเตอร์สามารถตรวจจับสัญญาณได้

4.3 ผลการทดลองจากวงจรส่งสัญญาณไร้สายตัวที่ 1

สัญญาณ low จากขา 9 ของไอซี 556 ตัวแรกจะถูกนำไปใช้ป้อนให้แก่วงจรเข้ารหัสซึ่งใช้ไอซีเบอร์ MC145026 สัญญาณนี้นำไปทริกขา 14 ซึ่งเป็นขา TE (TRANSMITE ENABLE) ซึ่งจะทำให้ไอซีเบอร์ MC145026 สร้างรหัสแล้วส่งออกไปยังส่วนมอดูเลต แล้วส่งออกอากาศต่อไปยังภาครับ ผลการทดลองจากวงจรส่งเป็นดังนี้



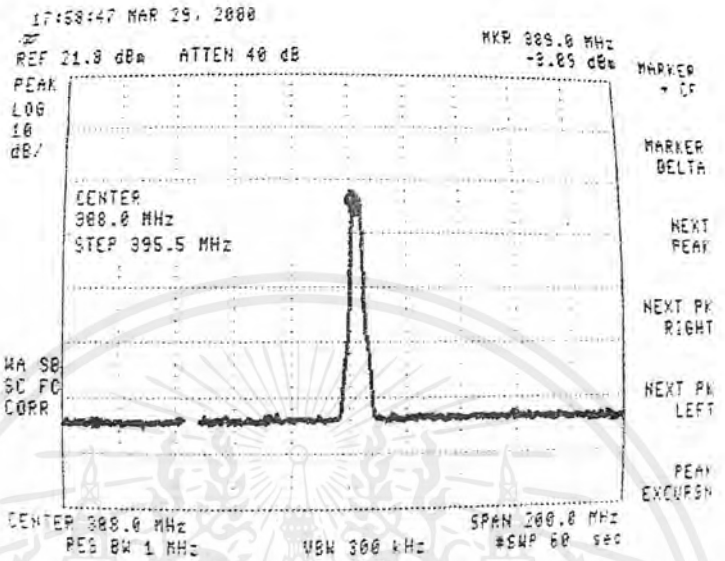
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองจากส่วนมอดูเลตตัวที่ 1

CH1 คือ สัญญาณข้อมูลจากส่วนเข้ารหัสที่ 1

CH2 คือ สัญญาณที่ได้จากส่วนมอดูเลต

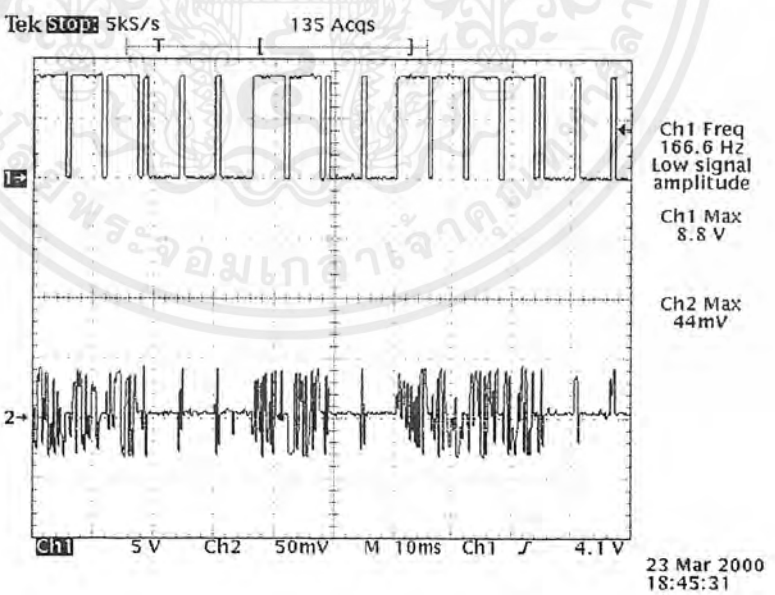
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการมอดูเลตสัญญาณเป็นแบบแอมปลิจูดชิฟต์คีย์อิง (ASK) วงจรจะออสซิลเลตคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อมีกระแสไบอัสที่ทรานสซิสเตอร์ KSP10 สเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ของวงจรส่งตัวที่ 1 เป็นดังนี้



รูปที่ 4.4 สเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ ของวงจรส่งตัวที่ 1

4.4 ผลการทดลองจากวงจรส่งสัญญาณไร้สายตัวที่ 2



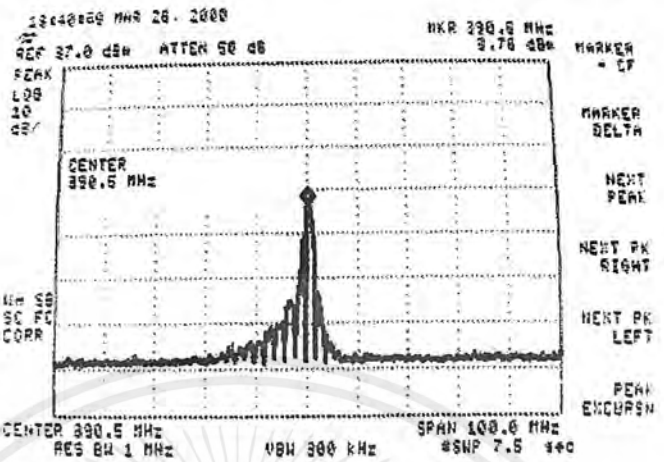
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองจากส่วนมอดูเลตตัวที่ 2

CH1 คือ สัญญาณข้อมูลจากตัวเข้ารหัสตัวที่ 2

CH2 คือ สัญญาณที่ได้จากส่วนมอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

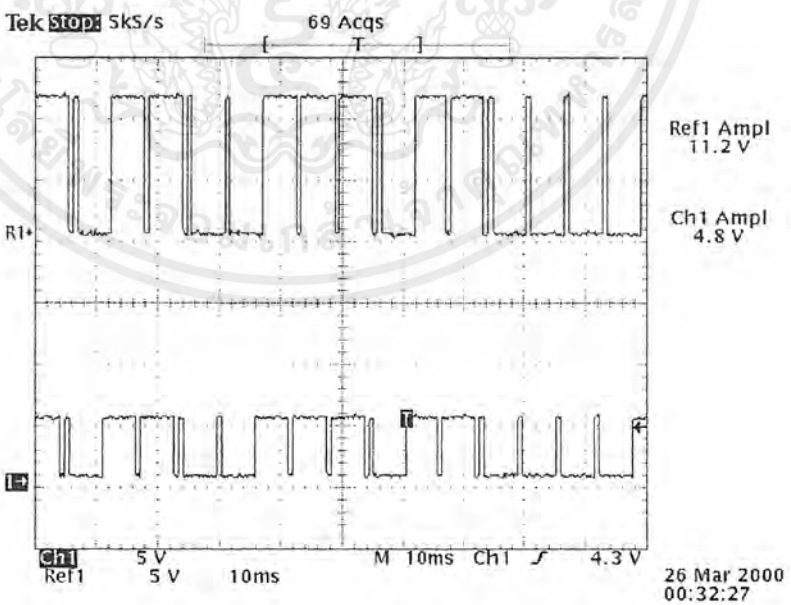
ซึ่งสเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ของวงจรส่งตัวที่ 1 แสดงดังรูป



รูปที่ 4.6 แสดงสเปกตรัมของคลื่นพาห์ความถี่ 389 เมกะเฮิรตซ์ ของวงจรส่งตัวที่ 2

4.5 วงจรรับสัญญาณไร้สาย

เมื่อวงจรทางด้านรับรับสัญญาณจะดีเทคสัญญาณออกมาได้ แล้วผ่านวงจรชมิตต์ทริกเกอร์เพื่อให้เป็นสัญญาณพัลส์เหมือนเดิม แล้วนำไปผ่านวงจรถอดรหัสต่อไป ผลการทดลองจากเครื่องรับเป็นดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8

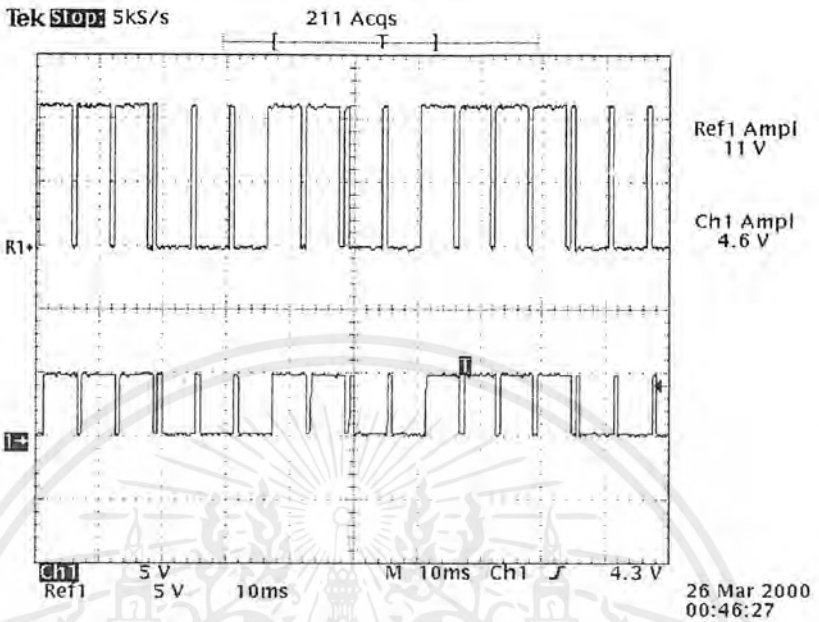


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองจากวงจรรับสัญญาณจากเครื่องส่งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REF1 คือ สัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากตัวเข้ารหัสตัวที่ 1

CH1 คือ สัญญาณที่ดีเทคได้ทางเครื่องรับ



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองจากวงจรรับสัญญาณจากเครื่องส่งที่ 2

REF1 คือ สัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากตัวเข้ารหัสตัวที่ 2

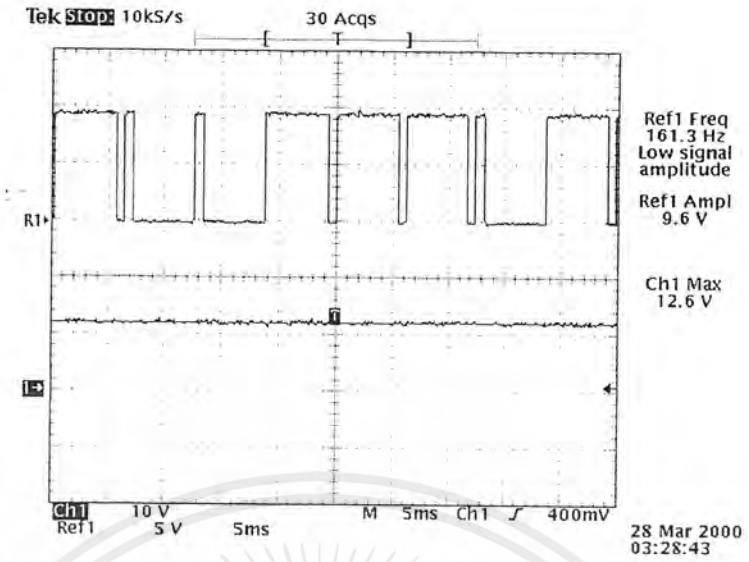
CH1 คือ สัญญาณที่ดีเทคได้ทางเครื่องรับ

4.6 ผลการทดลองจากวงจรถอดรหัส

สัญญาณที่ดีเทคได้จากส่วนดีเทคสัญญาณจะนำมาถอดรหัสเพื่อให้ทราบว่ามาจากเครื่องส่งตัวที่เท่าไร ซึ่งใช้ไอซีถอดรหัสเบอร์ MC145027 ซึ่งถ้าสัญญาณจากเครื่องส่งตรงกับสัญญาณที่ได้จากตัวถอดรหัสเครื่องใด สัญญาณที่ออกจากขา 11 ซึ่งเป็นขา VT จะออกมาเป็น High ผลการทดลองจากวงจรถอดรหัสเป็นดังรูปที่ 4.9 และ 4.10

หลังจากนั้นนำสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาไปแปลงให้แรงดันลดลง เพื่อนำไปเข้าวงจรเอ/ดีคอนเวอร์เตอร์ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.11 และ 4.12

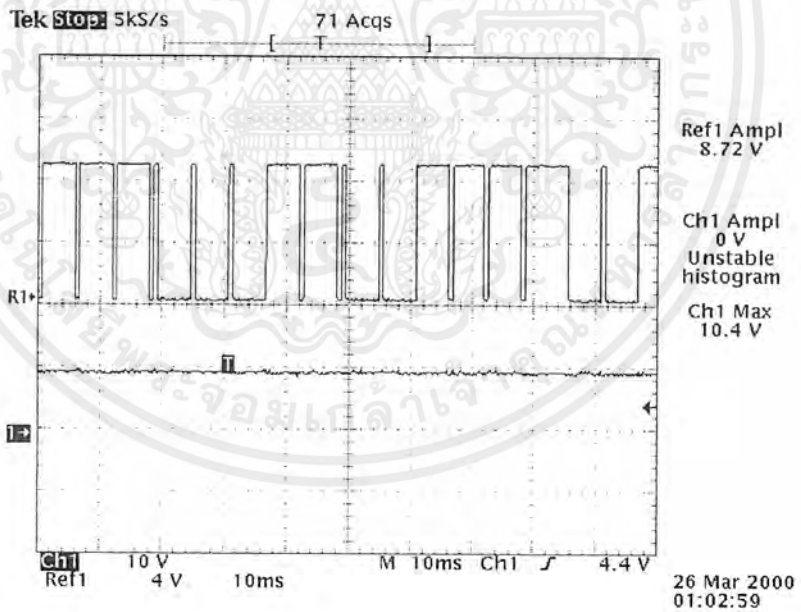
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองจากวงจรถอดรหัสตัวที่ 1

REF1 คือ ข้อมูลที่ดีเทคได้ทางเครื่องรับ

CH1 คือ สัญญาณจากขา 11 ของไอซีถอดรหัสเบอร์ 145027

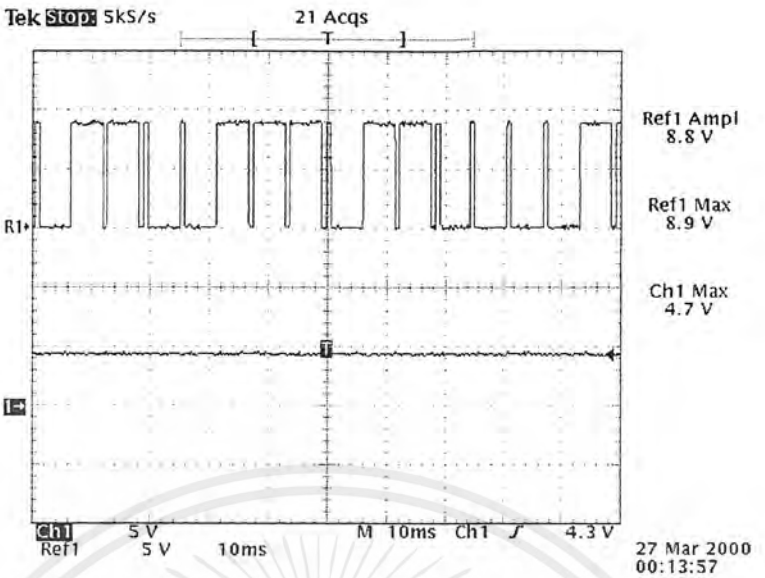


รูปที่ 4.10 ผลการทดลองจากวงจรถอดรหัสตัวที่ 2

REF1 คือ ข้อมูลที่ดีเทคได้ทางเครื่องรับ

CH1 คือ สัญญาณจากขา 11 ของไอซีถอดรหัสเบอร์ 145027

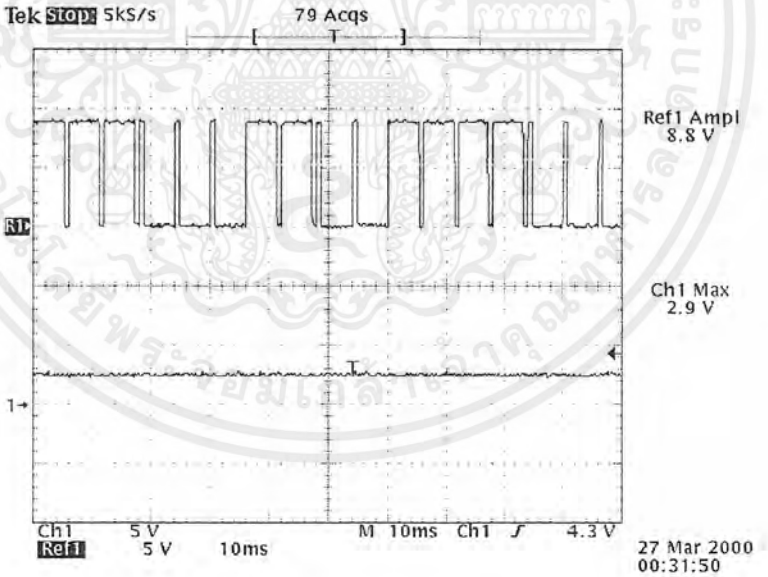
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองจากวงจรแปลงสัญญาณลงตัวที่ 1

REF1 คือ สัญญาณรหัสที่ 1

CH1 คือ เอาต์พุตซึ่งเป็นแรงดัน 4.7 V



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองจากวงจรแปลงสัญญาณลงตัวที่ 2

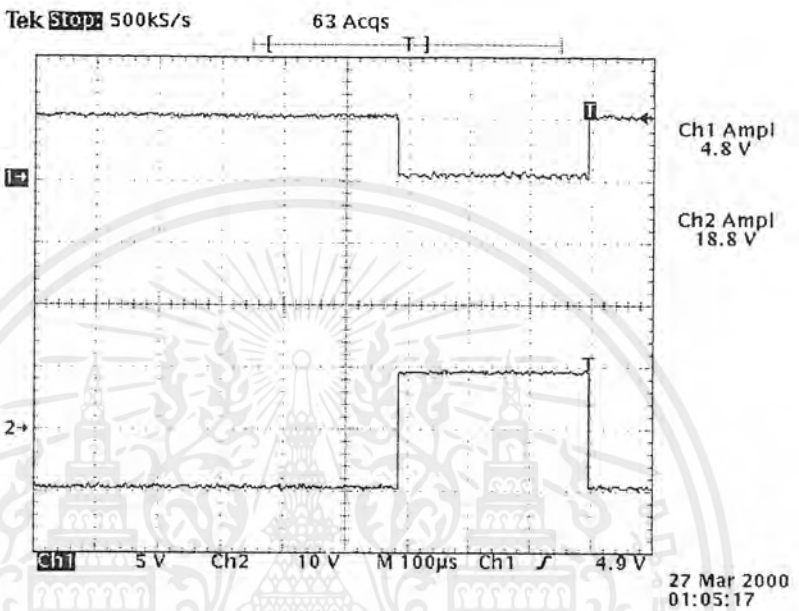
REF1 คือ สัญญาณรหัสที่ 2

CH1 คือ เอาต์พุตซึ่งเป็นแรงดัน 2.9 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการทดลองจากวงจรอินเตอร์เฟส

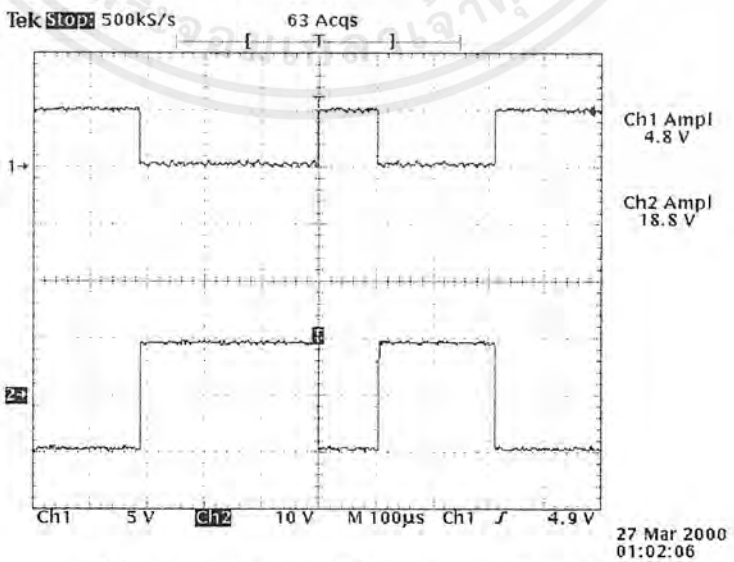
สัญญาณเอาต์พุตโวลต์เตจจากวงจรค่า 4.7 และ 2.9 โวลต์ จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต โดยผ่านไอซี ADC0804 และไอซี MCS8951 หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนให้เป็นไปตามมาตรฐาน RS232 โดยไอซี MAX232 เพื่อติดต่อไปยังพอร์ตอนุกรมของพอร์ตคอมพิวเตอร์ต่อไป ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 สัญญาณดิจิตอลจากวงจรอินเตอร์เฟส

CH1 คือ สัญญาณดิจิตอลจากการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลของแรงดัน 4.7 โวลต์

CH2 คือ สัญญาณเปลี่ยนให้เป็นไปตามมาตรฐาน RS232

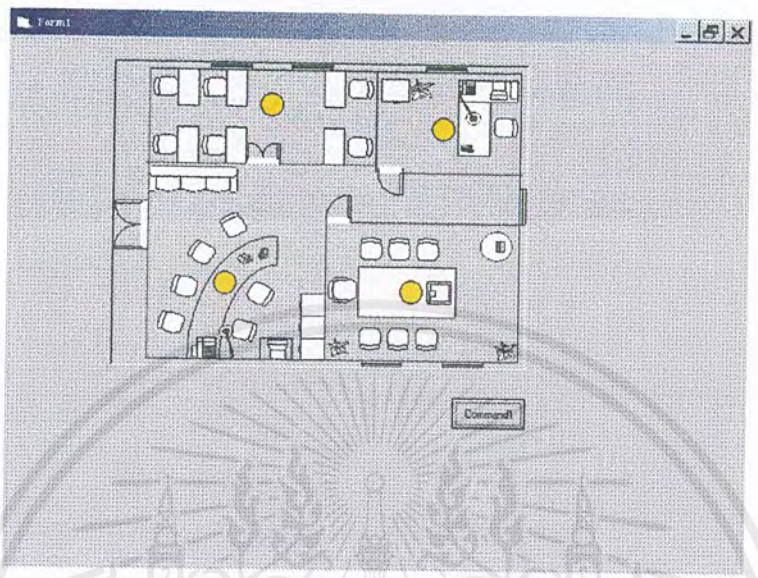


รูปที่ 4.14 แสดงสัญญาณดิจิตอลจากวงจรอินเตอร์เฟส

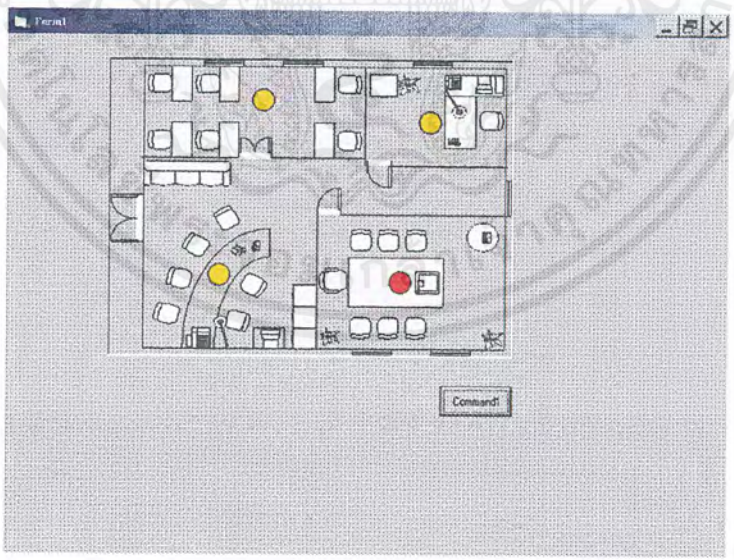
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CH1 คือ สัญญาณดิจิตอลจากการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลของแรงดัน 2.9 โวลต์

CH2 คือ สัญญาณเปลี่ยนให้เป็นไปตามมาตรฐาน RS232

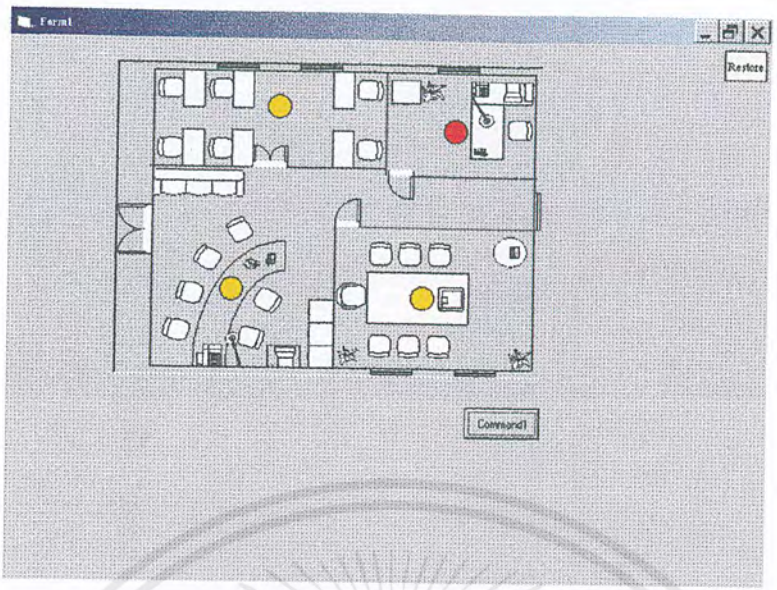


รูปที่ 4.15 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก
ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก
ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลการทดลองจากโปรแกรมวิชวลเบสิก
ในกรณีที่สามารถตรวจจับได้จากเครื่องส่งตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

จากโครงงานชิ้นนี้จะเห็นได้ว่ามีประโยชน์ในด้านการรักษาความปลอดภัย ซึ่งสามารถระบุตำแหน่งที่ตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ และส่งสัญญาณเสียงเตือนภัย ทำให้เราควบคุมสถานะการณ์ได้อย่างทันท่วงที

ปัญหาที่พบ คือ เนื่องจากวงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวเป็นวงจรความถี่สูง ซึ่งทำให้มีสัญญาณรบกวนได้ง่าย จึงทำให้ไม่สามารถตรวจจับได้ไกล เราจึงต้องเพิ่มวงจรขยายเข้าไป 3 สเตจเพื่อให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ในระยะทางที่ไกลมากขึ้น นอกจากนี้เครื่องส่งสัญญาณที่ทำงานในย่านความถี่สูงในบางครั้งสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะที่ไกลๆ แต่ในบางครั้งก็ไม่สามารถที่จะส่งในระยะทางไกลๆ ได้ อันเนื่องมาจากการเลื่อนของความถี่ในภาคส่ง แต่ถ้าเป็นระยะทางไม่ไกลเราจะสามารถทำการควบคุมได้ค่อนข้างแม่นยำ

สำหรับแนวทางในการพัฒนานั้น เราสามารถเพิ่มเติมตัวตรวจจับควันเข้าไปในวงจรในส่วนของวงจรดีเทคเตอร์ เพื่อให้สามารถตรวจจับควันไฟในกรณีที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ และสามารถระบุตำแหน่งที่เกิดเหตุการณ์นี้ผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมในส่วนของตัวตรวจจับควัน นอกจากนี้เรายังสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการปิด-เปิดวาล์วน้ำในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. David R.smith , "**Digital Transmission Systems**" , Van Nostrand Reinhold Company Inc. , 1985.
2. Denton J. Daily , "**Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits Theory and Applications**" , McGraw – Hill International Editions , 1988.
3. บัณฑิต บัวบูชา , "**ทฤษฎีและการออกแบบวงจรดิจิตอลเล่ม 2**" , กรุงเทพฯ , ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2533.
4. อภินันท์ มัณยานนท์ , "**การสื่อสารเส้นใยแสง**" , กรุงเทพ ฯ , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2540.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้