สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบแจ้งเตือนรถถูกโจรกรรมผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

CAR PROTECTION BY MOBILE PHONE

โดย

ว่าที่ร้อยตรีศรัณยู สกุลนิมิตร

นายสัญญลักษณ์ บุญปราบ

ปภ.
ค165ร
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72010
วัน,เดือน,ปี 7 มิ.ย. 2550

.b 11761799
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAR PROTECTION BY MOBILE PHONE

BY

MR. SARANYOU SAKULNIMIT

MR. SANYALUK BOONPRAB

A THESIS SUBMITTED IN PARIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FUCULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบแจ้งเตือนรถถูกโจรกรรมผ่านโทรศัพท์มือถือ
	CAR PROTECTION BY MOBILE PHONE
ชื่อนักศึกษา	ว่าที่ร้อยตรีศรัณยู สกุลนิมิตร รหัสนักศึกษา 47015852
	นายสัญญลักษณ์ บุญปราบ รหัสนักศึกษา 47015854
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วันวิสา ชัชวงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(อาจารย์วันวิสา ชัชวงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบแจ้งเตือนรถถูกโจรกรรมผ่านโทรศัพท์มือถือ CAR PROTECTION BY MOBILE PHONE
นักศึกษา	ว่าที่ร้อยตรีศรัณยู สกุลนิมิตร รหัสนักศึกษา 47015852 นายสัญญลักษณ์ บุญปราบ รหัสนักศึกษา 47015854
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วันวิสา ชัชวงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้การโจรกรรมรถยนต์มีเพิ่มมากขึ้นโดยวิธีการของมิจฉาชีพที่มีความชำนาญมากในการโจรกรรม ทำให้สัญญาณกันขโมยโดยทั่วไปไม่สามารถที่จะป้องกันการขโมยได้ โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือร่วมกับอุปกรณ์กันขโมย โดยสามารถควบคุมและสั่งการให้โทรศัพท์มือถือสั่งระบบป้องกันการขโมยอีกทางหนึ่งทำให้มีการป้องกันที่ประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถให้เจ้าของรถได้รู้ความผิดปกติกับรถของท่าน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้คิดและพัฒนาระบบแจ้งเตือนการโจรกรรมรถยนต์เพิ่มขึ้นเพื่อรักษารถอันเป็นทรัพย์สินอันมีค่าให้ปลอดภัยและสอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CAR PROTECTION BY MOBILE PHONE
Student	MR. SARANYOU SAKULNIMIT ID 47015852
	MR. SANYALUK BOONPRAB ID 47015854
Advisor	MISS VANVISA CHUTCHAVONG
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2006

ABSTRACT

This project applies use mobile phone to share protection accessories in car by control mobile phone and command protection system that to protect function more efficiency and you can to know. What happen about their car? The system was installing on automobile that use mobile phone. Nowadays, a thief is more. The group to think and develop protection system for keeps safety your car.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นปริญญานิพนธ์ฉบับแรกที่พวกเราได้ร่วมมือกันทำอย่างเต็มความสามารถ เพื่อที่จะให้โครงงานออกมาอย่างมีคุณภาพสูงสุด ซึ่งได้ใช้เวลาในการค้นคว้าหาข้อมูล และทำความเข้าใจ เพื่อภายทอดหลักการต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงานลงในปริญญานิพนธ์เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ที่ได้นำไปศึกษา ซึ่งจะเป็นไปไม่ได้เลยถ้าไม่ได้รับความรู้ความช่วยเหลือต่าง ๆ และคำปรึกษาจากหลาย ๆ ท่าน จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

อาจารย์วันวิสา ชัชวงษ์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางและความช่วยเหลือ

ผศ.นภพินท์ อนันตรศิริชัย ที่แนะนำความคิดและวิธีการทำโครงงานในครั้งนี้

คุณสามารถ ยุคง ตำแหน่งพนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้คำแนะนำในการทำวงจรและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้คิดค้นมา

บริษัท RTAC (REAL TIME ACCESS COMMUNICATION) ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านความรู้เกี่ยวกับสัญญาณมือถือ, ฟังก์ชันมือถือและหลักการทำงานของระบบมือถือ

คุณพ่อคุณแม่ ที่เป็นผู้ให้ทุกอย่างรวมถึงกำลังใจและทุนทรัพย์เพื่อใช้ในการทดลองโครงงานจนปริญญานิพนธ์ประสบผลสำเร็จ

คณาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน แก่พวกเราจนมีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ ท้าย สุดคือเพื่อน ๆ ที่คอยลุ้นเป็นแรงใจ และให้ความช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนแล้วเสร็จ

ว่าที่ร้อยตรีศรัณยู สกุลนิมิตร

นายสัญญลักษณ์ บุญปราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
บทที่ 3 ส่วนประกอบและการทำงานของวงจร	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไขและพัฒนา	28
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพ		หน้า
รูปที่ 2.1.1	NOKIA 8250	3
รูปที่ 2.2	วงจรหน่วงเวลา	5
รูปที่ 2.3	วงจรถอดรหัสความถี่	7
รูปที่ 2.3.1	ตารางความถี่ DTMF	10
รูปที่ 2.3.2	แสดงวงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ DTMF	10
รูปที่ 2.3.3	แสดงตำแหน่งสวิทช์ เลือกความถี่ต่าง ๆ	11
รูปที่ 2.3.4	กรองความถี่	12
รูปที่ 3.1.1	ไอซี 4001	13
รูปที่ 3.1.2	ไอซี 555	14
รูปที่ 3.1.3	การทำงานไอซี 555	15
รูปที่ 3.2.1	ไอซี MT8870	15
รูปที่ 3.2.2	การทำงานของไอซี MT 8870	16
รูปที่ 32.3	ไอซี 4028	17
รูปที่ 3.2.4	ไอซี 4013	18
รูปที่ 3.2.5	บล็อกไดอะแกรมของไอซี 4013	18
รูปที่ 4.1	เมื่อทำการจอดรถยนต์	19
รูปที่ 4.2	เมื่อมีบุคคลอื่นหรือมีการโจรกรรมมาทำการเปิดประตู	20
รูปที่ 4.3	หรือเมื่อมีบุคคลอื่นมาทำการโจรกรรมรถยนต์	21
รูปที่ 4.4	วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อสวิตซ์ที่ประตูถูกเปิดออก	22
รูปที่ 4.5	วงจรจะทำงานสั่งให้โทรศัพท์โทรหาเจ้าของรถ	23
รูปที่ 4.6	เจ้าของรถรับโทรศัพท์ฟังว่ามีการโจรกรรมเกิดขึ้นจริงหรือเปล่า	24
รูปที่ 4.7	เจ้าของรถโทรหาโทรศัพท์ที่อยู่ในรถเพื่อทำการตัดระบบไฟในรถ	25
รูปที่ 4.8	ตัวที่ตัดระบบไฟฟ้าในรถยนต์	26
รูปที่ 4.9	รถยนต์ถูกตัดระบบไฟในรถ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากรถที่ราคาแพงและในปัจจุบันวิวัฒนาการด้านโจรกรรมรถยนต์มีวิธีที่หลากหลายมากขึ้น ยากที่จะป้องกัน จึงเกิดแนวความคิดที่จะทำโครงงานระบบแจ้งเตือนรถถูกโจรกรรมผ่านโทรศัพท์มือถือขึ้น เพื่อนำแนวความคิดนี้ไปใช้งานจริงกับรถในปัจจุบัน และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในอนาคตกับการป้องกันรถยนต์รูปแบบใหม่ๆเพิ่มมากขึ้น

1.1 หลักการและเหตุผลของโครงงาน

อุปกรณ์กันขโมยรถยนต์เป็นสิ่งที่จำเป็นมาก สำหรับผู้ใช้รถทุกวันนี้จึงได้คิดทำโครงงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันขโมยรถยนต์ผ่านโทรศัพท์มือถือขึ้นมา เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเจ้าของรถ โดยใช้วงจรหน่วงเวลากับวงจรถอดรหัสความถี่มือถือเข้าด้วยกัน โดยวงจรนี้สามารถแจ้งเตือนถึงเจ้าของรถและควบคุมป้องกันรถยนต์อันมีค่าได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อให้เจ้าของรถได้ทราบเมื่อรถถูกโจรกรรม
2. สามารถป้องกันไม่ให้รถของท่านหายได้
3. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์กันขโมยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. สามารถนำไปใช้ประโยชน์กับรถได้โดยไม่ให้เกิดความเสียหายกับตัวรถ

1.3 ส่วนประกอบของโครงงาน

1. โทรศัพท์มือถือ+ ซิมการ์ด
2. วงจรหน่วงเวลา
3. วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์มือถือ
4. วงจรสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	รายการ	พ.ศ. 2549										
		ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	เสนอแนวคิดโครงการ											
2	วางแผน											
3	ออกแบบวงจร											
4	สร้างโมเดลรถ											
5	ติดอุปกรณ์ในรถจริง											
6	ทดสอบอุปกรณ์											
7	ดำเนินงาน											
8	ประเมินผล											

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

ในการทำโครงงานระบบแจ้งเตือนรถถูกโจรกรรมผ่านโทรศัพท์มือถือ จะประกอบด้วยส่วนของผู้ใช้ ซึ่งทำหน้าที่ทั้งรับทั้งส่งสัญญาณเข้ากับอุปกรณ์โทรศัพท์ที่ใช้ร่วมกับระบบกันขโมย จะทำการส่งสัญญาณไปยังผู้ใช้ได้รับสัญญาณเตือนและทำการสั่งให้เครื่องยนต์หยุดการทำงาน โดยมีจุดป้องกันทางประตู ฝากระโปรงรถและระบบเครื่องยนต์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันรถได้อีกทางหนึ่ง
2. สามารถทำให้เจ้าของรถรู้ว่าที่ตัวรถเกิดอะไรขึ้น
3. มีความปลอดภัยมากกว่าอุปกรณ์กันขโมยในปัจจุบัน
4. ราคาถูกกว่าอุปกรณ์กันขโมยทั่วไป
5. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน
6. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ป้องกันทั่วไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 โทรศัพท์

2.1.1โครงสร้างโทรศัพท์ NOKIA 8250

รูป 2.1.1 NOKIA 8250

อุปกรณ์เสริมด้านเสียง
ชุดหูฟังโนเกียหลากหลายรุ่น ทั้งแบบไร้สายและแบบเชื่อมต่อด้วยสายสัญญาณ เพิ่มความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารแบบแฮนด์ฟรี

ฟังก์ชั่นการทำงานของโทรศัพท์ NOKIA 8250 ประกอบด้วย

1. ฟังก์ชั่นโทรด่วน
2. ฟังก์ชั่นเรียกซ้ำ
3. ฟังก์ชั่นรับสายอัตโนมัติ
4. สามารถต่ออุปกรณ์ชุดหูฟังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การใช้งานโทรศัพท์

ในการใช้ NOKIA 8250 ต้องมีฟังก์ชั่นที่ระบุไว้ตอนต้นเป็นทั้งเครื่องส่งและเครื่องรับจะมีความจำเป็นอย่างมากกับวงจรที่ได้ทำขึ้น โดยอันดับแรกต้องมีการตั้งค่าฟังก์ชั่นโทรด่วนที่ติดอยู่กับวงจรโดยตั้งค่าโทรศัพท์ไปยังเจ้าของโทรศัพท์ที่ระบุไว้และต้องมีฟังก์เรียกซ้ำเมื่อไม่สามารถติดต่อกับเจ้าของไว้ได้ ฟังก์ชั่นรับสายอัตโนมัติที่ติดอยู่กับวงจรจะสามารถรับสายอัตโนมัติเมื่อเสียบสายแบบแฮนด์ฟรี

กำหนดการตั้งค่าฟังก์ชั่นโทรศัพท์

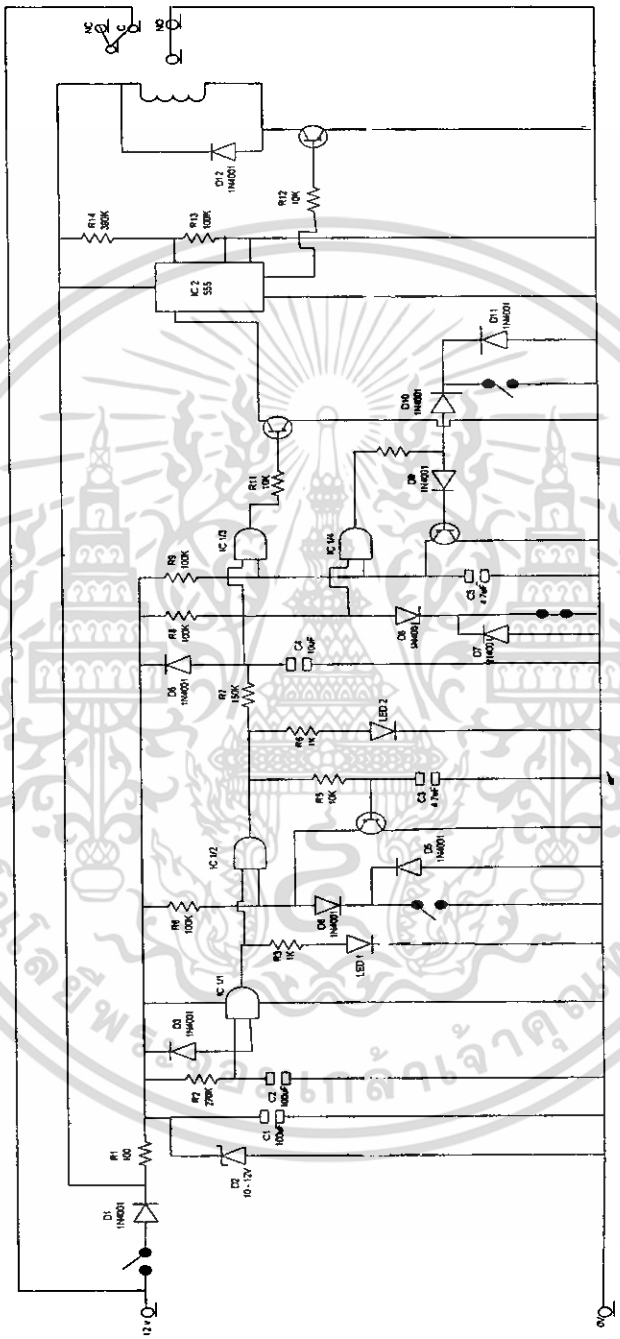
ฟังก์ชั่นโทรศัพท์	การตั้งค่า
โทรด่วน	ปุ่ม 9
รับสายอัตโนมัติ	เมื่อเสียบสายแฮนด์ฟรี
เรียกซ้ำ	เมื่อไม่สามารถติดต่อได้

* หมายเหตุ ต้องเข้าไปตั้งค่าในเมนูของโทรศัพท์เครื่องนั้น

2.2 วงจรหน่วงเวลา

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ส่งการโดยมีเวลาเป็นตัวกำหนดเปรียบเสมือนสวิตช์ปิดเปิดการทำงานก็คือ เมื่อมีไฟกับกราวด์มาครบวงจรกัน สามารถทำให้วงจรทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

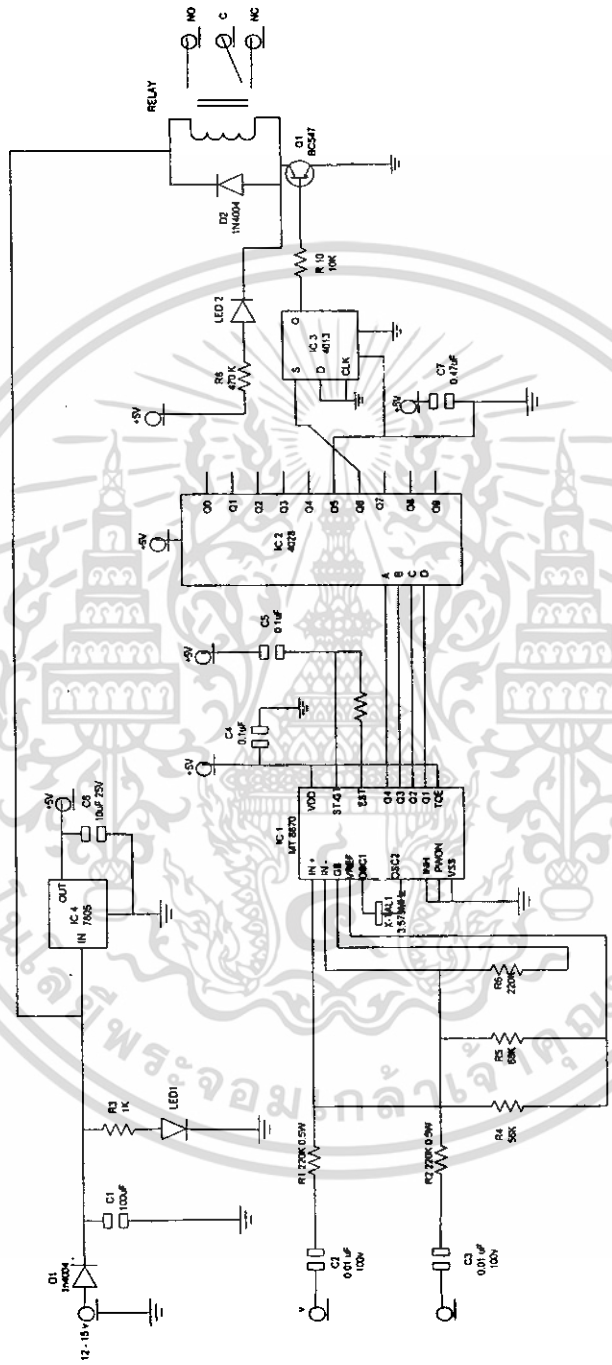
ระบบหน่วงเวลาเข้าและออกนี้เป็นวงจรที่เหมาะสำหรับที่ติดตั้งในรถยนต์หรือจะทำการดัดแปลงนำไปใช้งานในบ้านได้มีสวิตช์นำมาติดตั้งเป็นสวิตช์แบบกดดับปล่อยติดมาใช้งานเป็นตัวสวิตช์ปิดเปิดให้กับวงจร เมื่อสวิตช์ที่ด้านของประตูรถได้ติดตั้งไว้เมื่อไฟติดขึ้นวงจรก็เริ่มที่จะทำงานเมื่อมีบุคคลมาทำการเปิดประตูเป็นครั้งที่ 2 เข้าไปในรถวงจรจะหน่วงเวลา 10 – 15 วินาที ตัวรีเลย์ก็จะทำงานทันทีซึ่งต่อกับฟังก์ชั่นโทรด่วนของโทรศัพท์เครื่องส่งไปยังเครื่องรับของเจ้าของที่ไปทำการตั้งฟังก์ชั่นเอาไว้

2.3 วงจรถอดรหัสความถี่

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ถอดสัญญาณ DTMF ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มใช้เทคนิคสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์สำหรับกรองความถี่สูงและความถี่ต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็ตช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา

ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมส์ สามารถปรับอัตราขยายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจรถอดรหัสความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
- ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น

ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเป็น High นานตัวใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา เมื่อขา ESt เป็น High ทำให้ V_C สูงขึ้นเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน V_C สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาน 4 บิต รายละเอียดการทำงานขอให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทมิ่งไดอะแกรม (timing diagram)

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดท์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึง
จะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้

ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปแสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุตซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอินพีแดนซ์ได้ ดังนี้

อัตราขยาย (AVdiff) = R5/R1

อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zindiff) = 2

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันทีการต่อวงจรกำเนิดความถี่

2.3.1 คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

ไดอัลโทน มัลติฟรีเควนซี่ (DTMF - Dial Tone Multi Frequency)

เครื่องที่ให้รหัสเป็นแบบไดอัลโทนมัลติฟรีเควนซีนี้ จะเป็นแบบกดปุ่มเท่านั้น เครื่องแบบหมุนไม่สามารถทำได้ ลักษณะของสัญญาณไดอัลโทนมัลติฟรีเควนซีจะเป็นความถี่ 2 ความถี่วิ่งคู่กันไปที่ชุมสาย โดยความถี่ที่เกิดขึ้นนี้ จะเป็นค่ามาตราฐานสากลตามตารางที่ 2.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hz	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

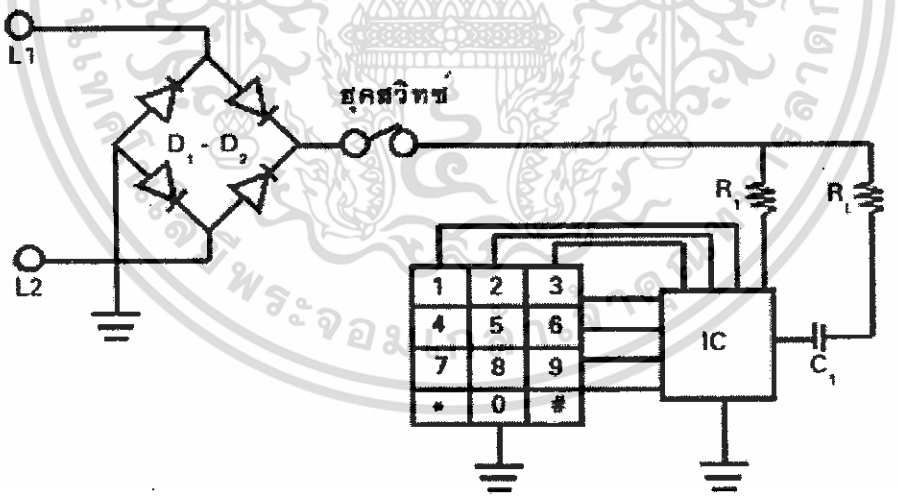
รูปที่ 2.3.1 ตารางความถี่ DTM

ตัวอย่าง ถ้ากดเลข 1 จะได้ความถี่ 697 กับ 1209

ถ้ากดเลข 5 จะได้ความถี่ 770 กับ 1336

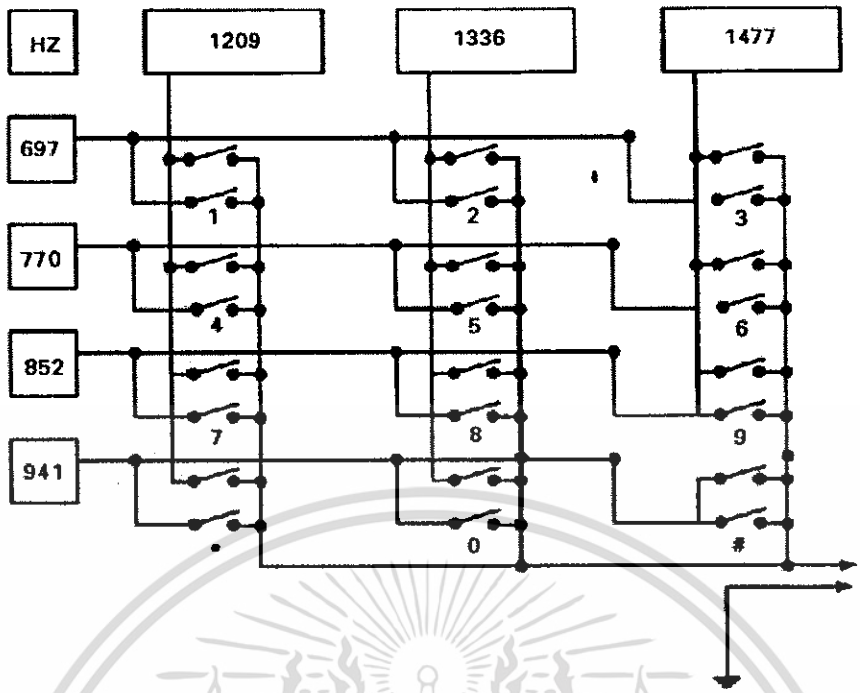
2.3.2 การเข้ารหัสแบบโทน

การเข้ารหัสแบบโทนนี้ จะมีเฉพาะเครื่องแบบกดปุ่มเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3.2 และรูปที่ 2.3.3



รูปที่ 2.3.2 แสดงวงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.3 แสดงตำแหน่งสวิทช์ เลือกความถี่ต่าง ๆ

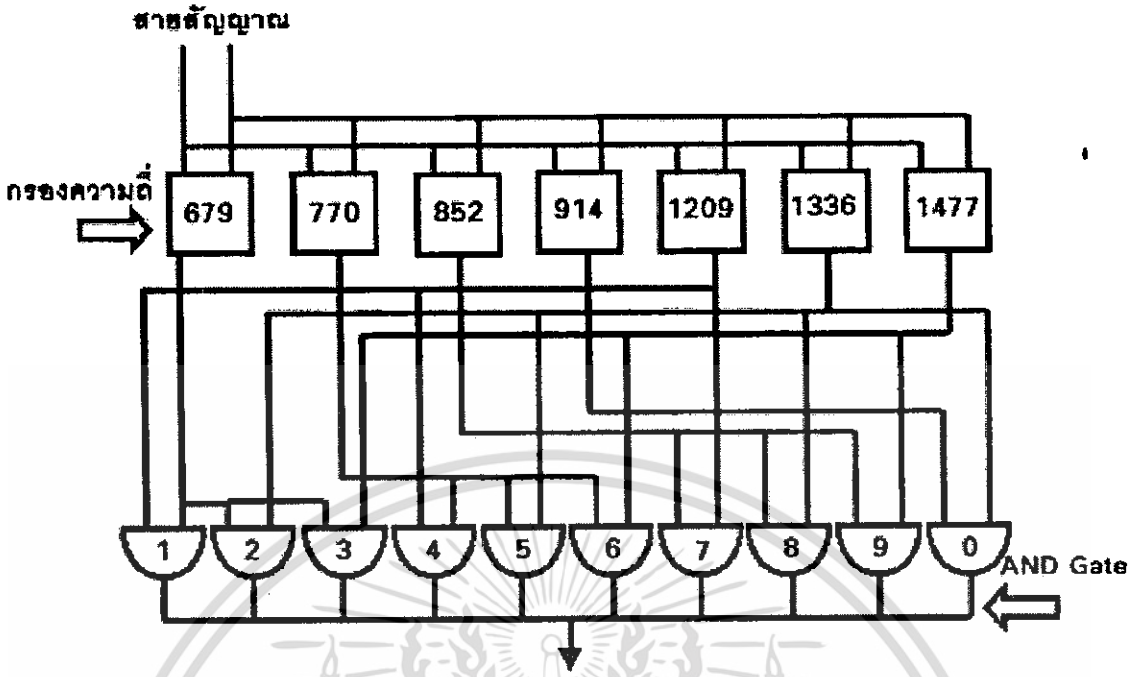
จากรูปที่ 2.3.2 จะมีไอซีผลิตความถี่ขึ้นมาตาม รูปที่ 2.3.3 โดยจะมีการผลิตความถี่ตลอดเวลาที่ยกหู และมีไฟมาจ่ายให้วงจร เมื่อกดสวิทช์หมายเลขต่าง ๆ ก็จะได้ความถี่ออกไปหมายเลขละ2ความถี่ เช่น กดหมายเลข 5 จะได้ความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz ผ่านสวิทช์ออกไปได้ปุ่มหมายเลขอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน

2.3.4 การถอดรหัส

การถอดรหัสแบบโทน (Tone Decoder)

ในการถอดรหัสแบบโทนนั้น เนื่องจากสัญญาณที่ส่งมา มีลักษณะเป็นความถี่ 2 ความถี่วิ่งคู่กันมาที่ชุมสาย การถอดรหัสเราจะต้องเปลี่ยนความถี่ 2 ความถี่นั้นเป็นแรงเคลื่อนหรือกระแส หรือสภาวะ 0 กับ 1 ให้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเราจะนำเอาผลของการถอดรหัสนี้ไปใช้ทำอะไร วงจรที่จะได้อธิบายต่อไปนี้จะเป็นการเปลี่ยนความถี่ให้เป็น 0 กับ 1เพื่อป้อนให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.4 กรองความถี่

สมมติเรากดเลข 1 ก็จะมีความถี่ 697 Hz กับ 1209 Hz วิ่งคู่กันมาเข้าที่ อินพุท ของ ตัวกรองความถี่(Filter)ทุกตัว แต่จะมีเอ้าท์พุท ออกมาเฉพาะตัวกรองความถี่ ที่ตรงกับความถี่ที่เข้ามาเท่านั้น นั่นคือจะมีเอ้าท์พุท ออกจากตัวกรองความถี่ 697 Hz กับ 1209 Hz เท่านั้น จากตัวกรองความถี่697 Hz กับ 1209 Hz ก็จะต่อมาถึง Gate หมายเลข 1 เมื่ออินพุท ของGate หมายเลข 1 เป็น 1 ทั้ง 2 ขา ก็จะทำให้เอ้าท์พุท เป็น 1 ออกมา และจากเอ้าท์พุท ของ Gate ก็จะต่อไปให้คอมพิวเตอร์จัดการตามลำดับขั้นของโปรแกรมต่อไป เลขอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกันโดยปกติแล้ว

วงจรถอดรหัสตามรูปที่ 2.3.4 นี้ จะมีไอซีสำเร็จรูปขายตามท้องตลาดเช่น เบอร์ MT 8870 ที่ออกแบบมาเพื่อถอดรหัสโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

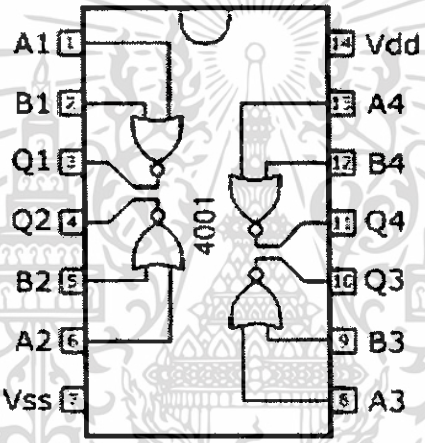
บทที่ 3

ส่วนประกอบและการทำงานของวงจร

3.1 การออกแบบวงจรหน่วงเวลา

วงจรหน่วงเวลาในโครงงานนี้ใช้ไอซี 4001และไอซี 555

ไอซี4001 จะทำหน้าที่เป็นตัวสวิตท์สั่งการให้ชุดหน่วงเวลาRC Time Contant ทำงานโดยไอซี 4001จะทำงานก็ต่อเมื่อมีอินพุตเข้ามา0กับ0 เอาพุตออกเป็น1 แต่ถ้ามีอินพุตเข้ามาเป็น 1 ตัวหนึ่งเอาพุตจะออกเป็น 0 วงจรไอซี4001 จะไม่ทำงานเรียกว่า ไอซี quadruple 2 input NOR gate



รูปที่ 3.1.1 ไอซี 4001

คุณสมบัติของไอซี 4001 มีดังนี้

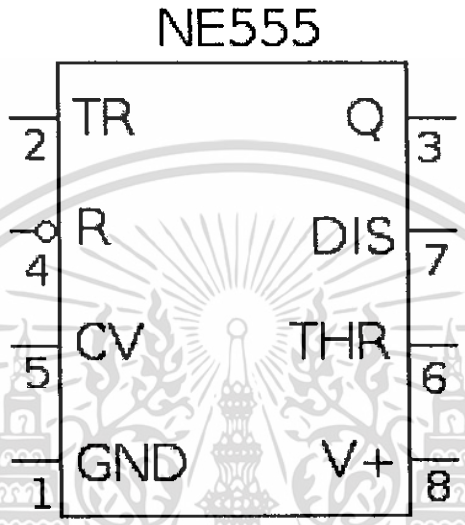
1. สัญญาณมีอินพุต 5-15v
2. แรงดันไฟที่ใช้ 3-15v

การนำ ไอซี 4001 ไปใช้งาน

1. สามารถนำไปใช้รักษาความปลอดภัยในบ้าน
2. นำไปใช้งานกับกล้องวงจรปิด
3. นำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์รถยนต์
4. เป็นอุปกรณ์ใช้ในการรักษาความปลอดภัยให้กับหน่วยงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี 555 เป็นไอซี Timmer ชนิด หนึ่งที่มีขา 8 ขา มีไฟเลี้ยง 4.5 – 15 v กระแสไฟประมาณ 3 – 6 mA ทนความร้อนได้ถึง 70 องศา ขาที่ 1 เป็น ขา กราว เป็นไอซีควบคุมการทำงานของวงจร



รูปที่ 3.1.2 ไอซี 555

คุณสมบัติของไอซี 555 มีดังนี้

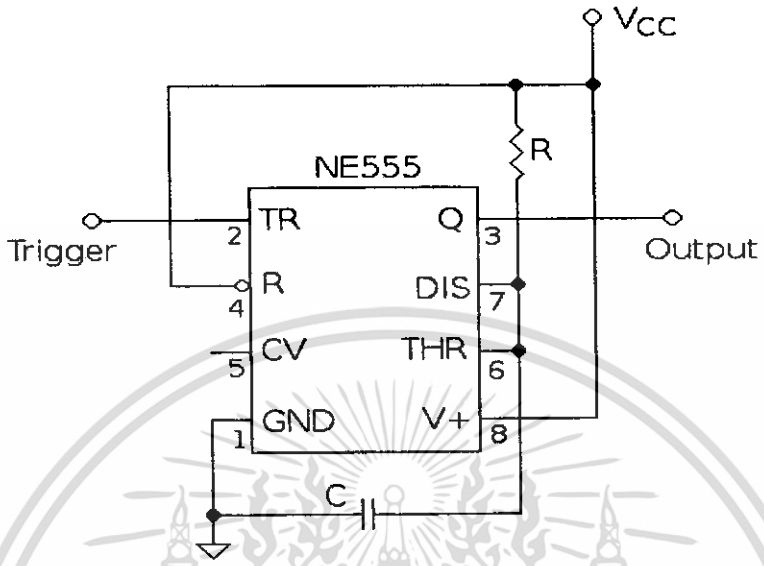
1. สามารถทำการควบคุมเวลาทำงานของวงจรเป็นหัวใจหลักของการหน่วงเวลา
2. สามารถกำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในวงจรทำงานได้อย่างถูกต้อง

การนำไอซี 555 ไปใช้งาน

1. สามารถนำไปใช้งานกับการกำหนดเวลาปิด – เปิด ระบบ
2. ใช้ในการควบคุมสวิตช์รีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรทดลองไอซี timer

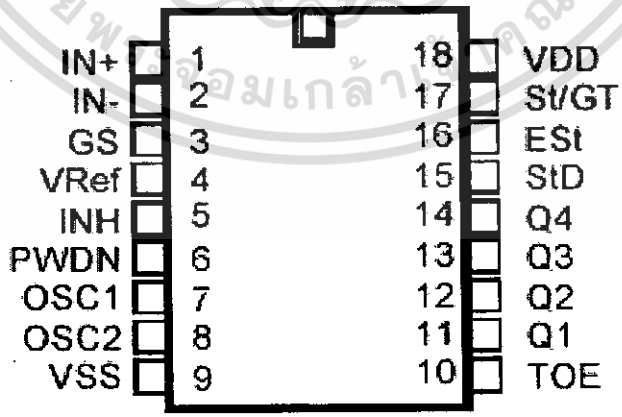


รูปที่ 3.1.3 การทำงานไอซี 555

3.2 การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ DTMF

วงจรถอดรหัสความถี่ในโครงงานนี้ใช้ไอซี MT8870 , ไอซี 4028และไอซี 4013

MT 8870 จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์ (ชนิดTONEหรือDTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล โดยแปลงความถี่โทรศัพท์ฐาน 2 ขนาด 4 บิต



รูปที่ 3.2.1 ไอซี MT887

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

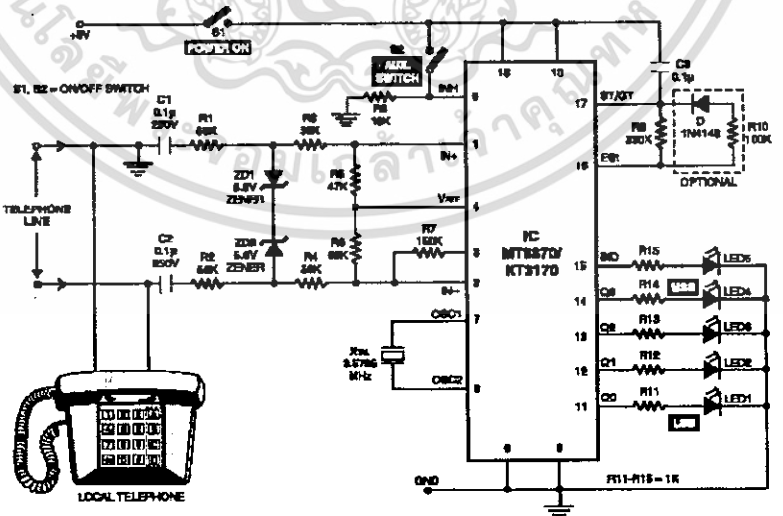
คุณสมบัติของไอซี MT8870 มีดังนี้

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่(DTMF receiver)
2. จ่ายไฟเลี้ยง 5v
3. สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับการ์ดไทม์ได้
5. เป็นไอซีคุณภาพสูง

การนำไอซี MT8870ไปใช้งาน

1. นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
2. เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
3. ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
4. ใช้งานร่วมกับคอมพิเตอร์
5. ใช้ในเครื่องชุมสายขนดย่อยหรือ PABX
6. ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
7. เครื่องกันขโมย
8. การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
9. ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

วงจรถอดรหัสความถี่



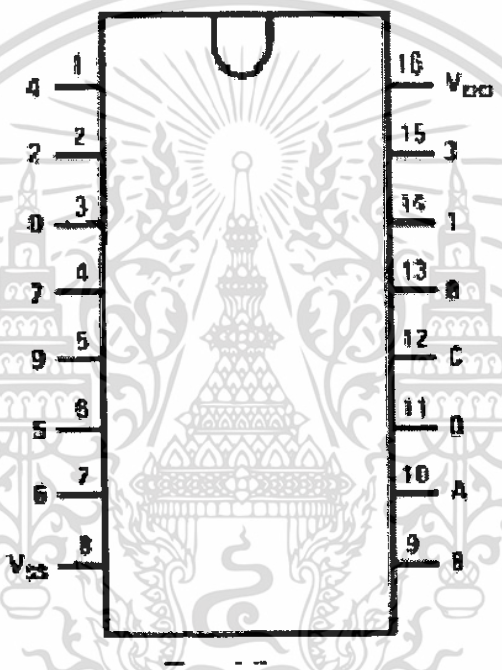
รูปที่ 3.2.2 การทำงานของ ไอซี MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อมีการกดหมายลขโทรศัพท์จากเครื่องส่งจะเกิดสัญญาณ DTMF ออกมาเข้ากับโทรศัพท์เครื่องรับซึ่งต่อเข้ากับอินพุตของวงจรไอซี MT 8870 ตัวไอซีจะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF โดยตารางปุ่มสัญญาณDTMF ปุ่ม 0 – 9 ดังนี้

ไอซี 4028 จะทำหน้าที่ แปลงจากเลขฐานสองขนาด 4 บิต ให้เป็นเลขฐานสิบขนาด 8 บิต



รูปที่ 3.2.3 ไอซี 4028

คุณสมบัติ ไอซี 4028

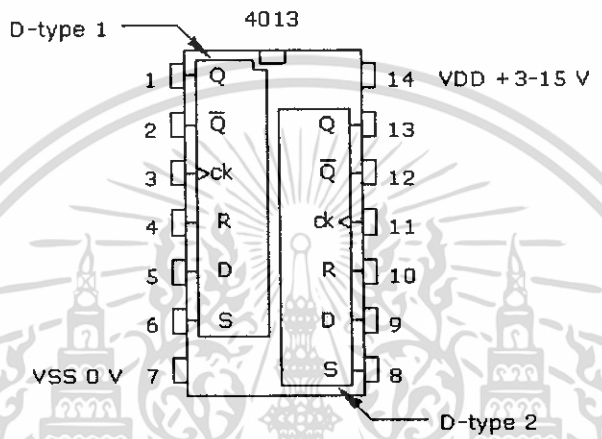
1. ทำการแปลงอินพุตขนาด 4 บิต เป็น 8 บิต
2. ขยายเอาพุตให้มากขึ้น

การนำ ไอซี 4028 ไปใช้งาน

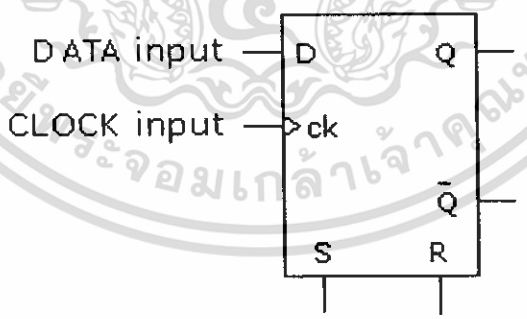
1. นำไปใช้งานที่ต้องการสั่งงานครั้งเดียวกันหลาย ๆ อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72010

ไอซี 4013 ซึ่งเป็น D Flipflop จะทำหน้าที่รับสัญญานจากตัวรับจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณมาตราฐานที่ตัวมันเองสร้างขึ้น ถ้าสัญญาณที่เข้ามีขนาดมากกว่ามันจะทำการเปิดสวิทช์และจะปิดสวิทช์เมื่อสัญญาณมีขนาดน้อยกว่า เป็นตัวรับสัญญานและควบคุมรีเลย์ ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิด



รูปที่ 3.2.4 ไอซี 4013



รูปที่ 3.2.5 บล็อกไดอะแกรมของไอซี 4013

SETเมื่อ $Q = 1$ และ $\bar{Q} = 0$

RESET เมื่อ $Q = 0$ และ $\bar{Q} = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 เมื่อทำการจอดรถยนต์ในที่ต่างๆ

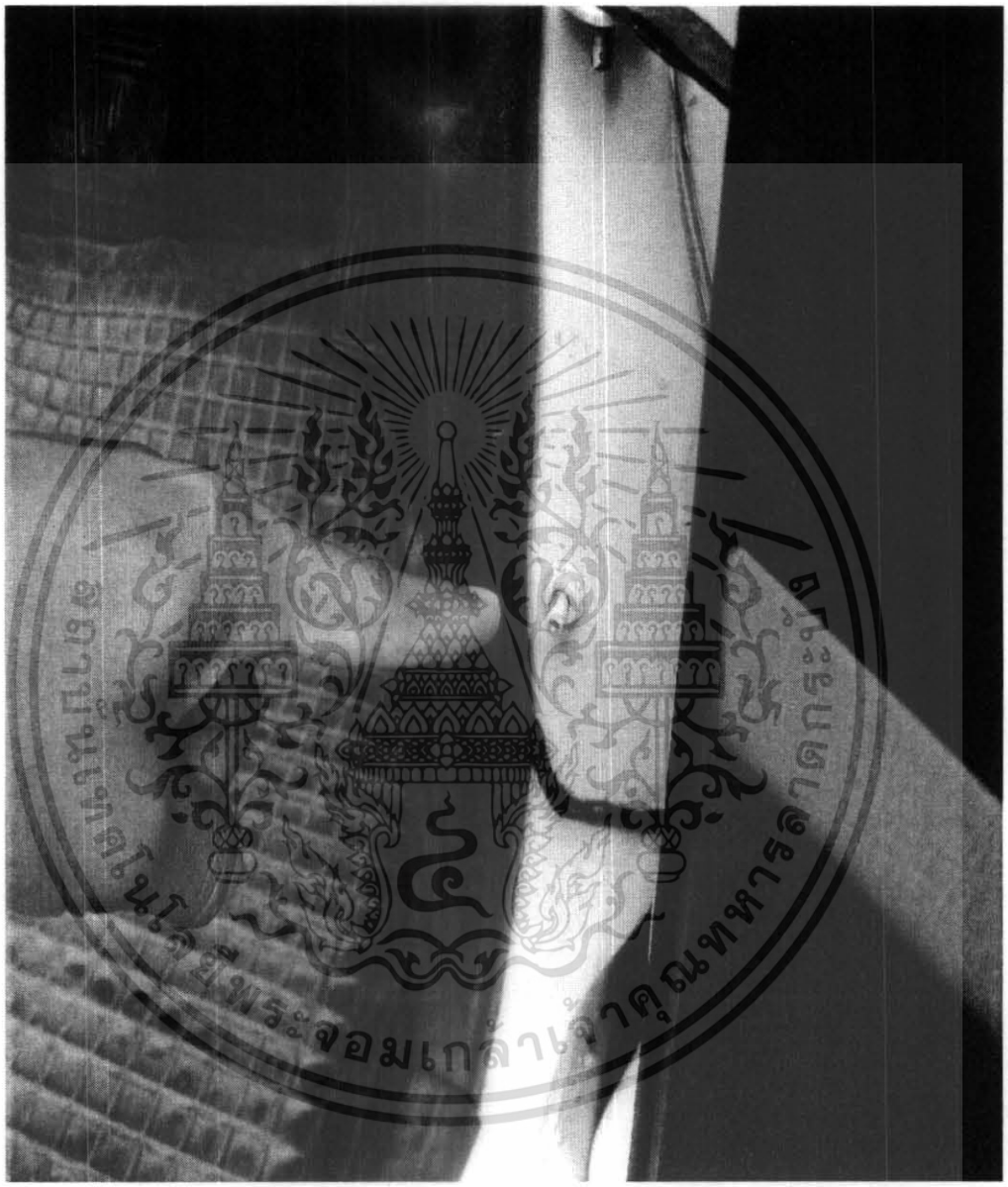
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 เมื่อมีบุคคลอื่นมาทำการเปิดประตูรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

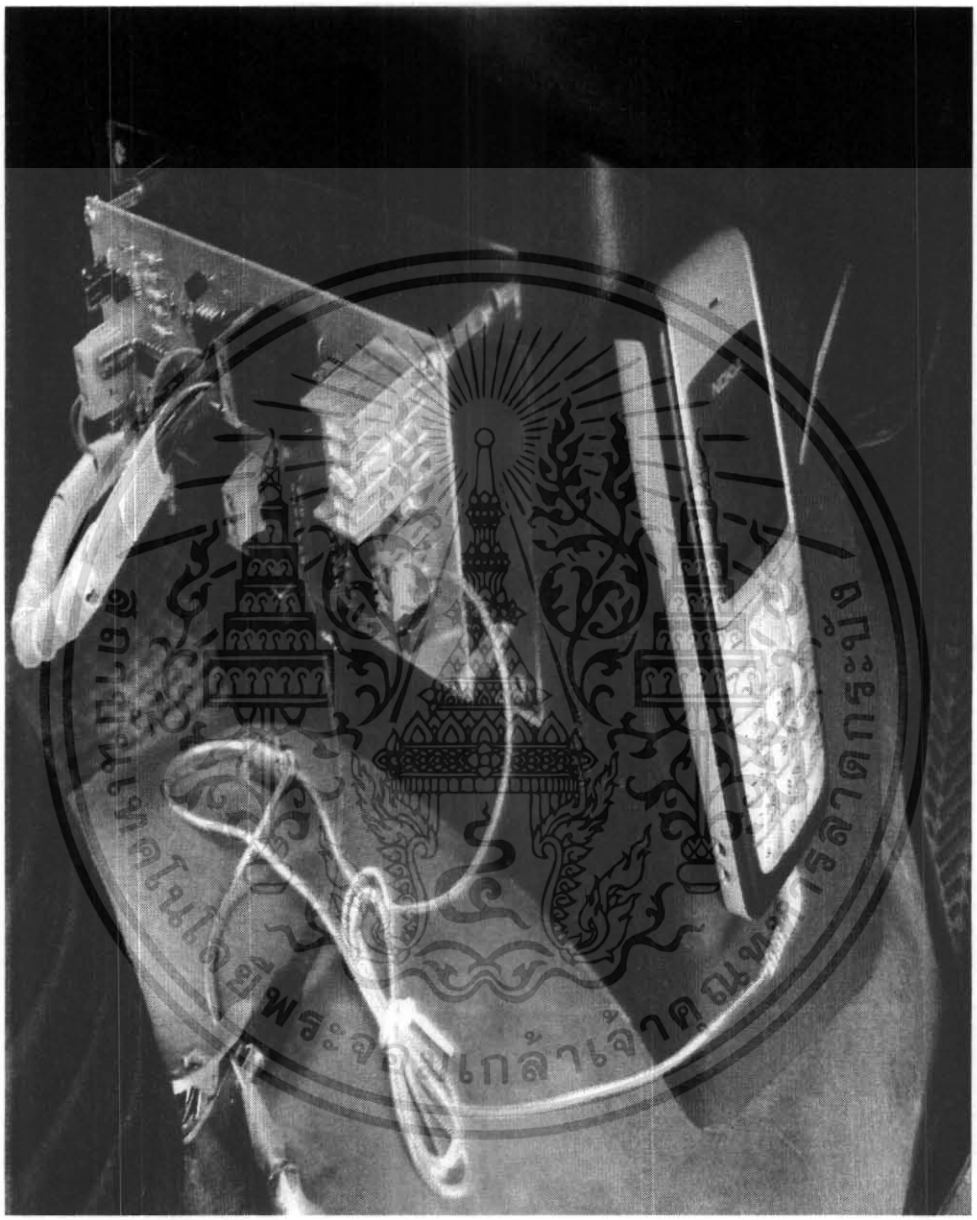
รูปที่ 4.3 หรือเมื่อมีบุคคลอื่นมาทำการโจรกรรมรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



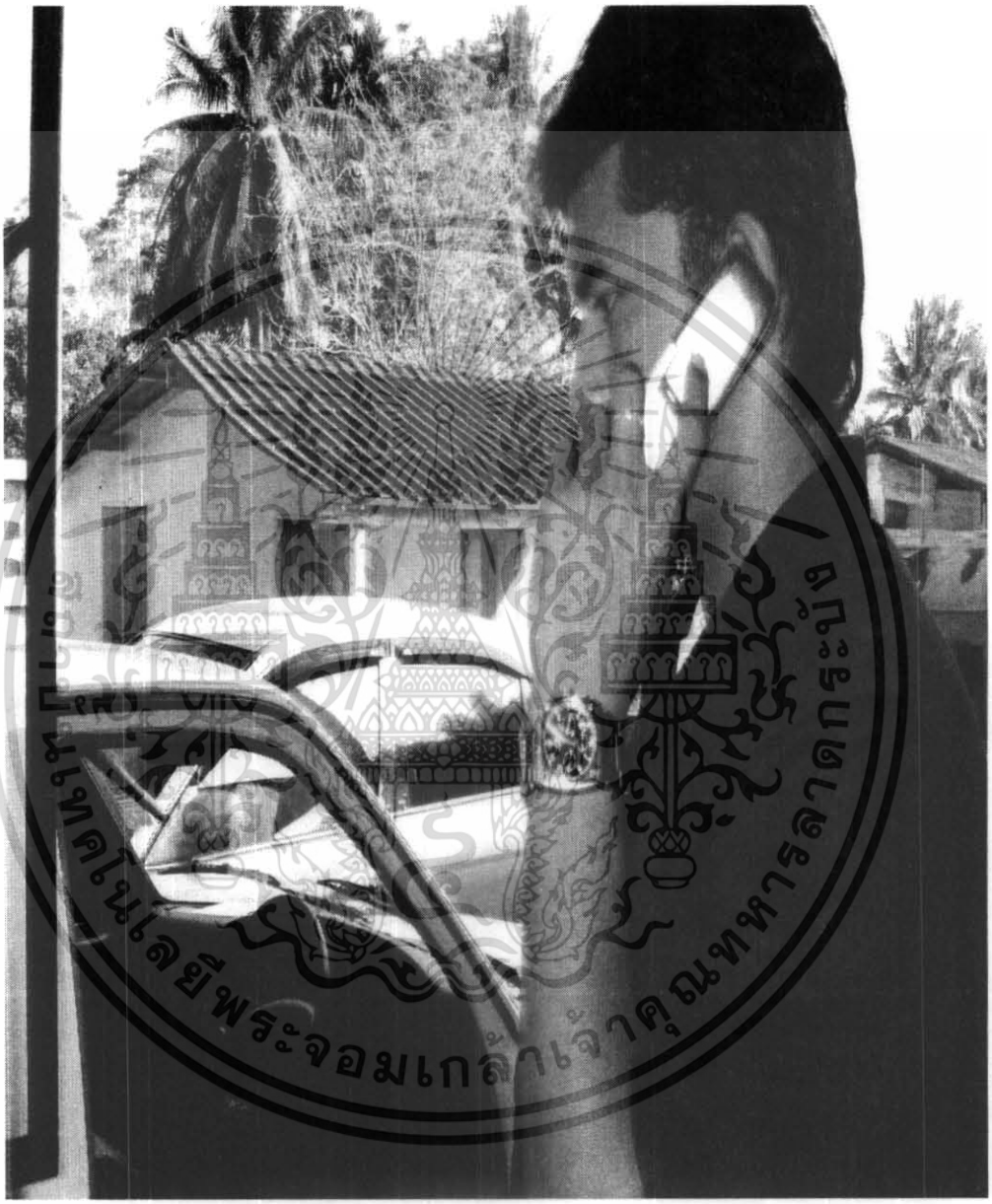
รูปที่ 4.4 วงจรจะทำงานก็ต่อเมื่อสวิตซ์ที่ประตูถูกเปิดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรจะทำงานสั่งให้โทรศัพท์โทรหาเจ้าของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 เจ้าของรถรับโทรศัพท์ฟังว่ามีการโจรกรรมเกิดขึ้นจริงหรือเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 ถ้ามีการโจรกรรมเกิดขึ้นเจ้าของรถโทรหาโทรศัพท์ที่อยู่ในรถเพื่อทำการตัดระบบไฟในรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ตัวที่ตัดระบบไฟฟ้าในรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 รถยนต์ถูกตัดระบบไฟในรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไขและพัฒนา

บทสรุป

โครงงานนี้ยังเป็นแครื่องต้นแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ในการออกแบบโครงสร้างของตัวชิ้นงานและในการทดลองนำวงจรต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งในแต่ละส่วนของโครงงานนีจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนของวงจรหน่วงเวลาซึ่งจะเป็นส่วนที่ต้องหน่วงเวลาในการทำงานของวงจร

ส่วนของวงจรถอดรหัดวามถี่ DTMF ซึ่งเป็นวงจรถอดรหัสส่งการโดยความถี่เสียงโทนเพื่อไปสั่งงานในส่วนต่าง ๆ

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการการออกแบบและโครงงาน

การออกแบบโครงสร้าง เนื่องจากวงจรมือถือมีขนาดเล็กมากในการบัดกรีต้องใช้สมาธิและใจเย็นเพราะถ้าบัดกรีไม่ดีจะทำให้วงจรมือถือใช้การไม่ได้เลย

สายไฟต่อเข้าวงจรมีขนาดเล็กจึงต้องระวังในการบัดกรีเข้าวงจรเพราะจะขาดได้ง่าย

แนวทางการแก้ปัญหาและพัฒนา

ก่อนที่จะสร้างชิ้นงานจริง เราจำเป็นที่จะต้องสร้างชุดจำลองเสียก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ในบางครั้งการทดลองอาจทำให้เราได้แนวคิดใหม่ ๆ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการใช้งานจริงก็เป็นได้และยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายอีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

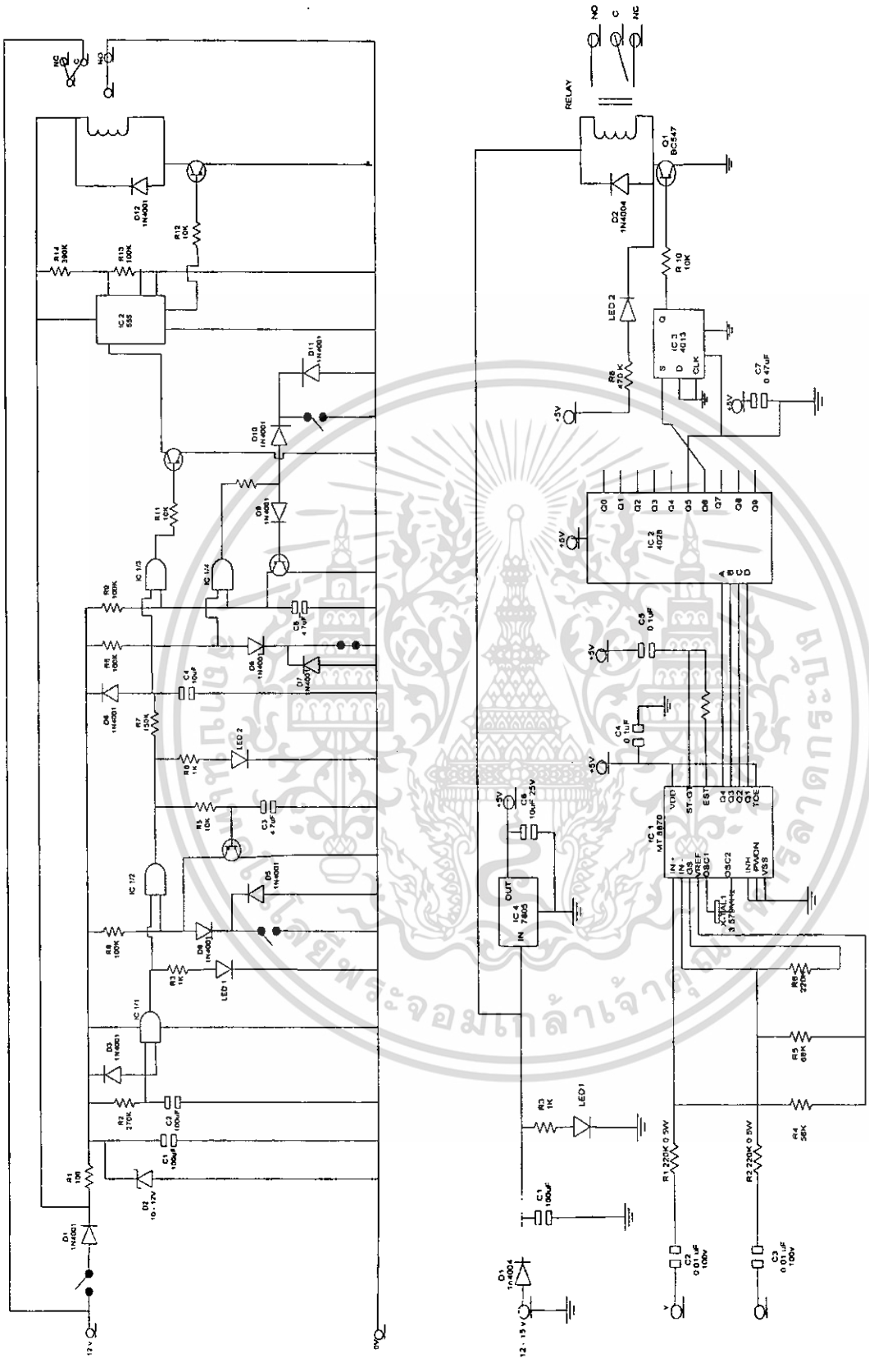
รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ 8 กรุงเทพ ซีเอ็ดยูเคชั่น,2543

รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์และอินเตอร์คอม กรุงเทพ ซีเอ็ดยูเคชั่น,2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

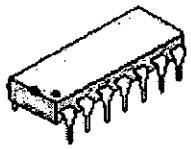
ภาคผนวก ก
วงจรสมบูรณ์ของโครงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4001 2-input NOR gates

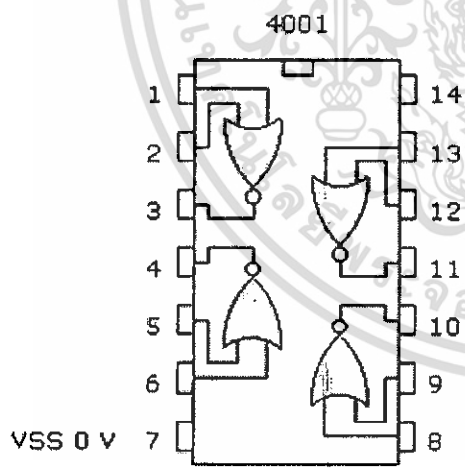


Technology: CMOS | Power supply: 3-15 V | 14-pin DIL

Navigation

- *Pin connections*
- *Truth table*
- *Basic operation*
- *Other gates made with NOR*
- *Cascading*
- *NOR gate bistable*
- *LINKS . . .*

Pin connections



The 4001 has four separate 2-input NOR gates which you can use independently.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Truth table

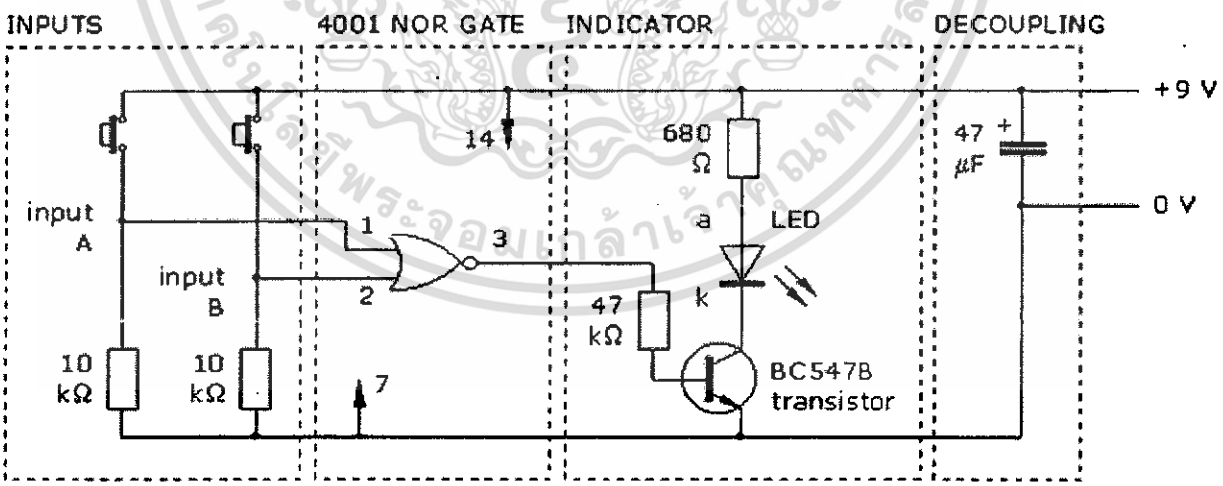
The truth table of each individual gate is:

input B	*input A*	*output*
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

where '0' represents a LOW voltage, and '1' represents a HIGH voltage.

Basic operation

You can investigate the behaviour of a single NOR gate using this circuit:



The inputs of the gate *must* be connected, either to LOW or to HIGH, and *must not* be left open circuit. This is the function of the input switches with their pull-down resistors. To avoid loading the output of the gate, a transistor switch indicator circuit should be used. It is good practice with CMOS circuits to insert a decoupling capacitor, 47 µF or 100 µF,

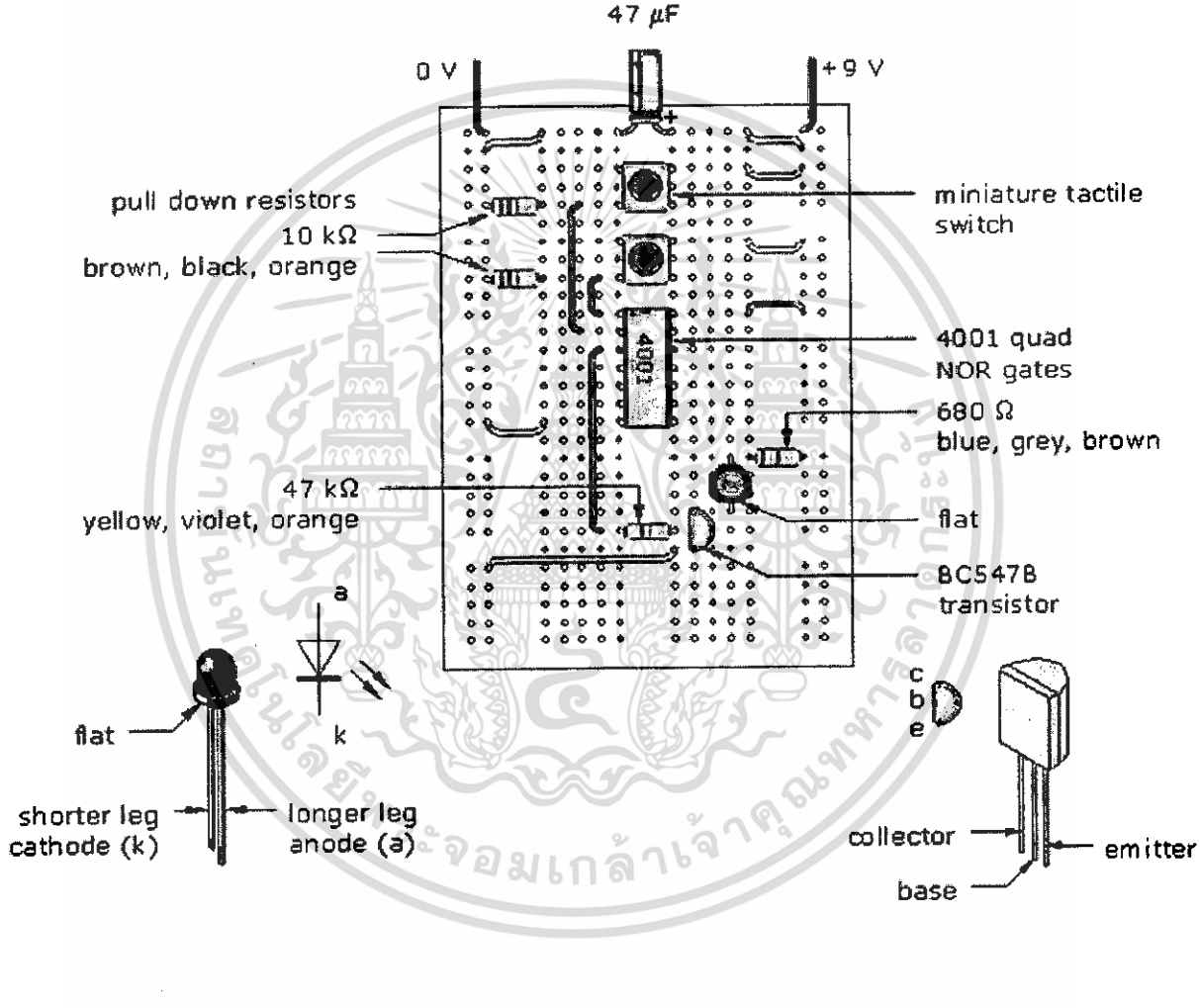
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

across the power supply. (This helps to prevent the transfer of spikes along the power supply rails.)

Don't forget - - Connect pin 14 of the 4001 to +9 V and pin 7 to 0 V.

This is the test circuit built on prototype board:

4001



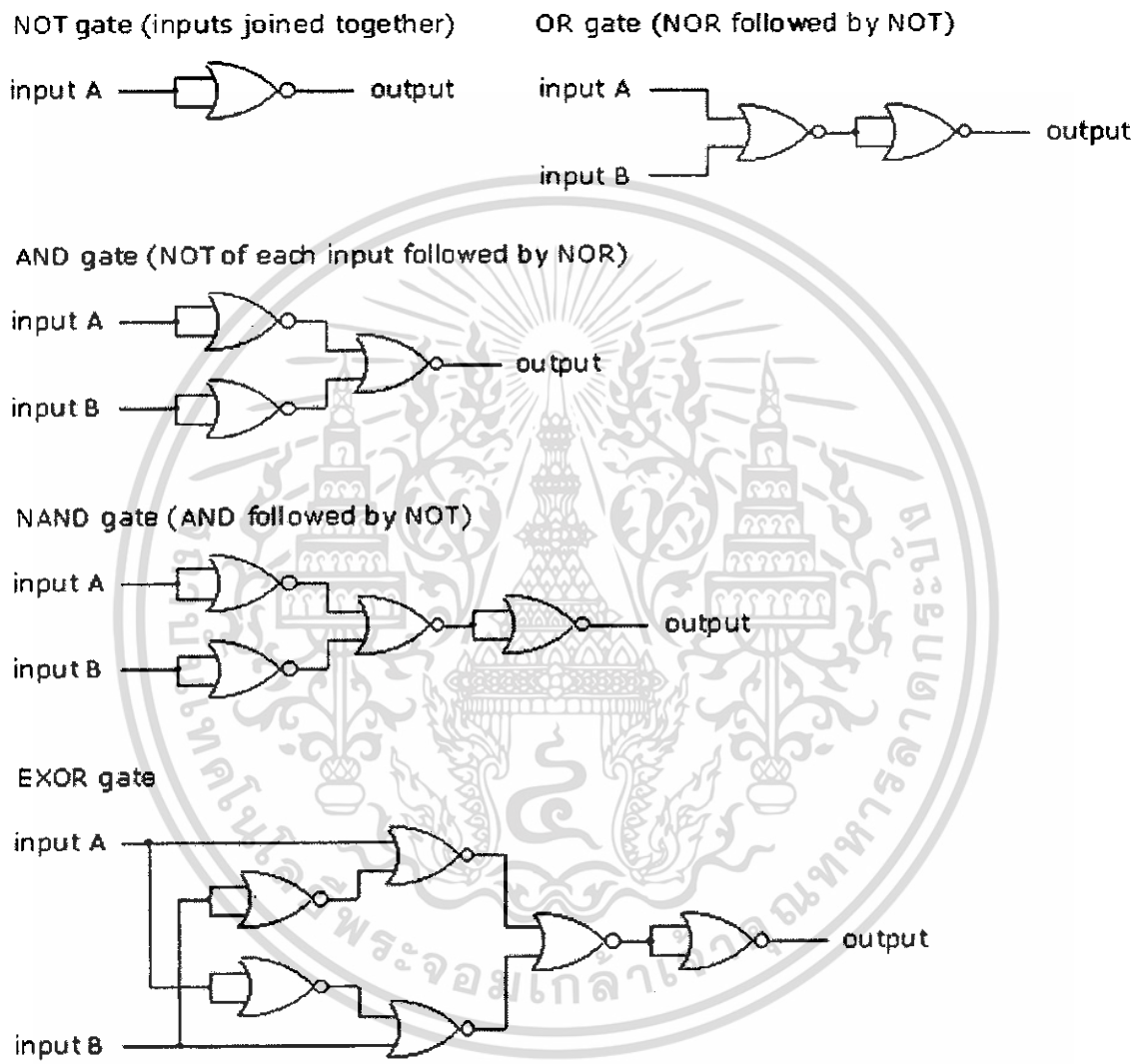
In the prototype circuit, it is not essential to make connections to the unused gates. However, in any final circuit, *all* unused CMOS **inputs** *must* be connected either to HIGH or to LOW. Make it an absolute rule that CMOS **inputs** are *never* left open circuit.

There is no problem with CMOS **outputs**. Worry about the inputs and leave any unused outputs unconnected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Other gates made with NOR

An important property of NOR gates is that they can be linked to perform the functions of other logic gates. In fact, any logic function can be implemented using *only* NOR gates:

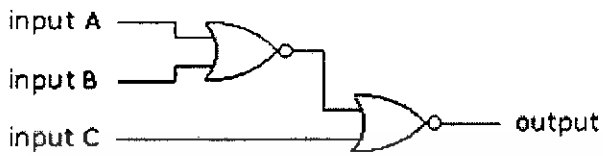


If you have designed a system which contains a NOR gate integrated circuit, it can be convenient and cost-effective to implement other logic functions using spare NOR gates which would otherwise be unused.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

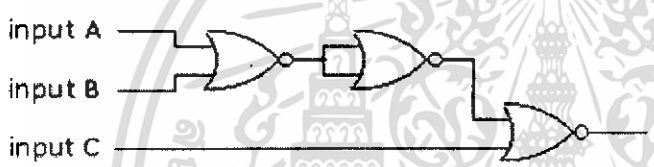
Cascading

What happens when NOR gates are linked like this?



It is easy to work out the truth table for this circuit. When you do this, you will discover that the circuit does *not* give the truth table for a 3-input NOR gate. Unlike AND and OR gates, NOR gates cannot be cascaded in this way.

It is possible to make a 3-input NOR gate using 2-input NOR gates, but the circuit requires an extra gate:

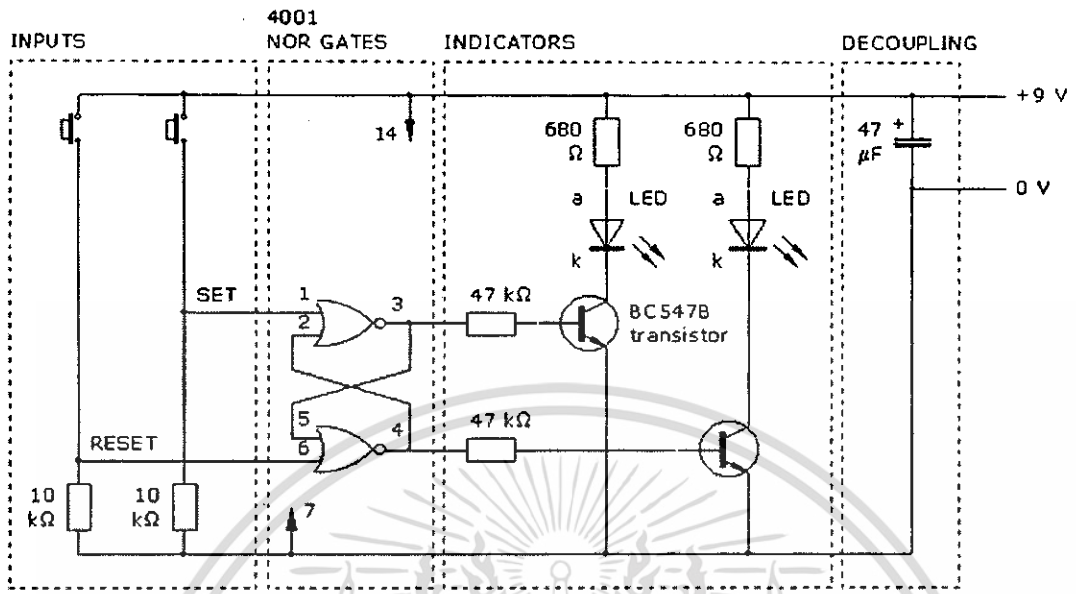


3-input, 4-input, and 8-input NOR gates are available in integrated circuit form, as listed in the links section.

NOR gate bistable

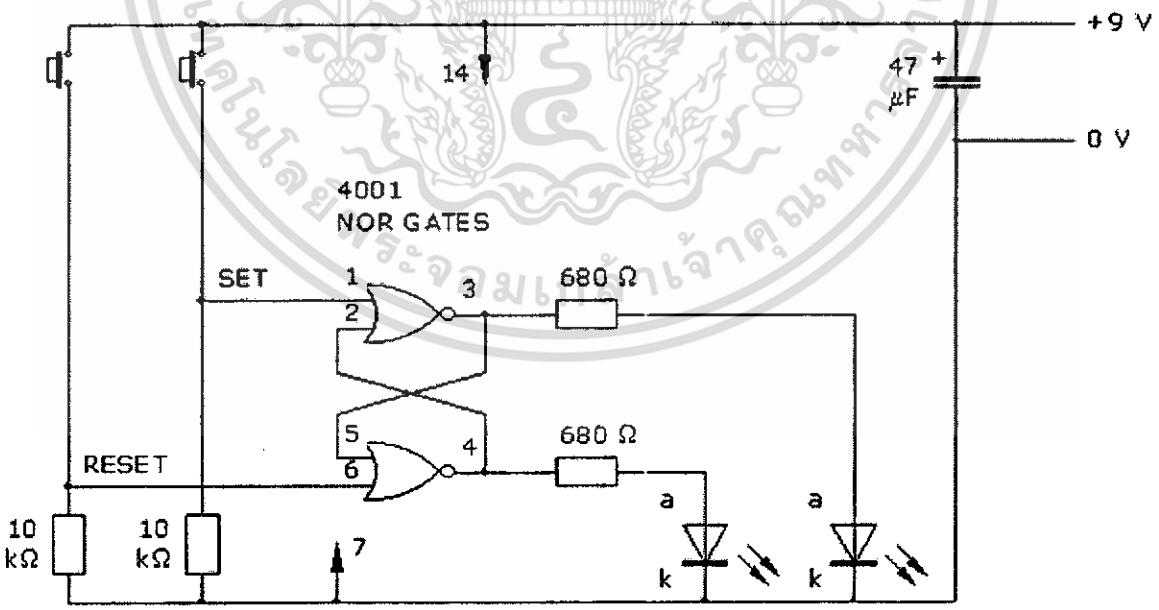
A useful application of NOR gates is in making a **SET/RESET bistable**, or **latch**. Here is the circuit:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Once again, notice that you *must* have a switch/resistor voltage divider at the inputs to the NOR gates. With a NOR gate latch, the inputs are held LOW and pulsed HIGH. This means that you need pull-down resistors. (Compare this circuit with a SET/RESET latch bistable built using NAND gates.)

To avoid **loading** the outputs of the latch, transistor switch/LED indicators are used. It is a common mistake to connect LEDs directly to the latch outputs:



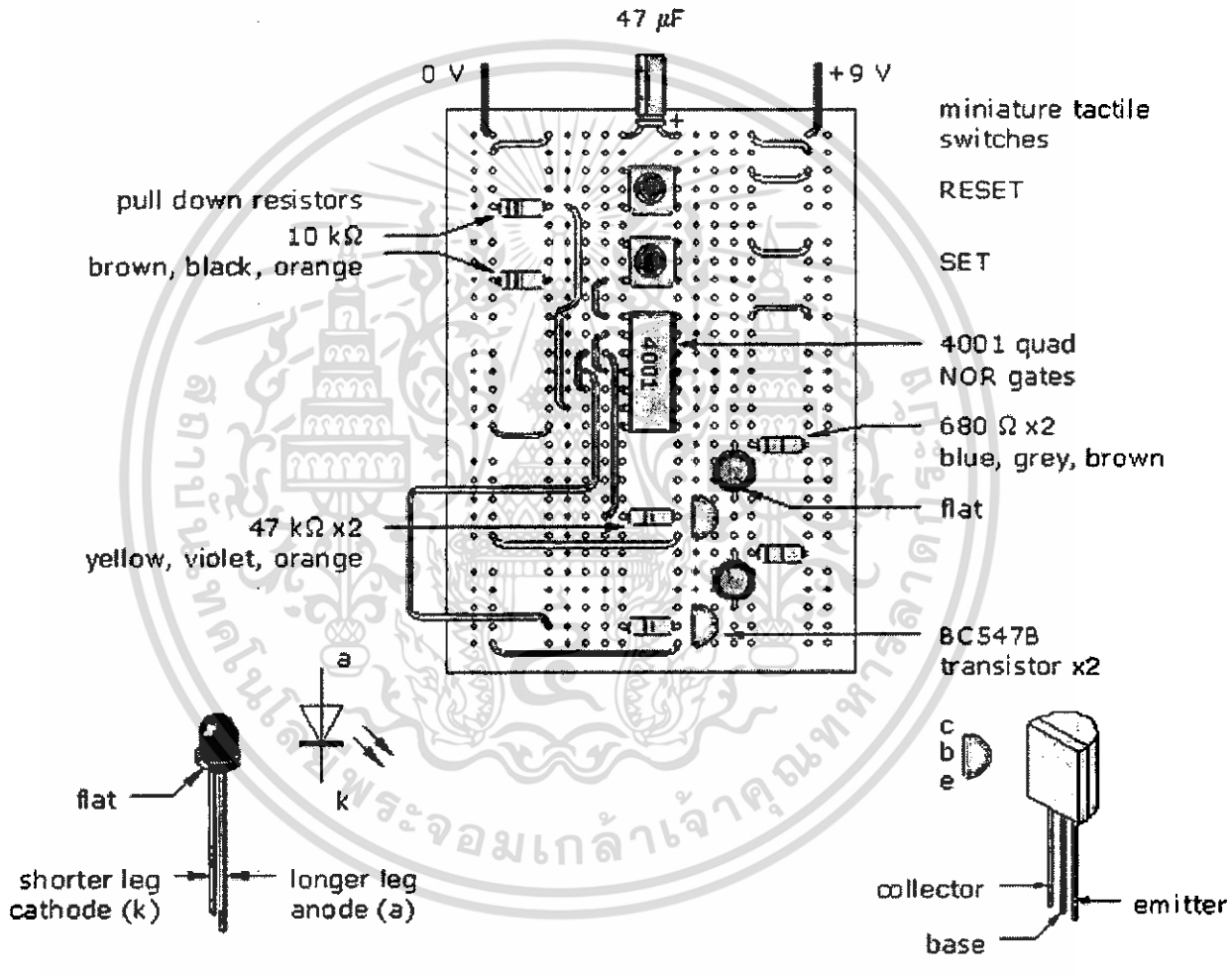
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Even *with* current-limiting resistors connected in series with the LEDs, this circuit might not work because the voltages at the outputs of the latch are pulled downwards and may not count as HIGH when they are supposed to be HIGH.

If you connect LEDs *without* current-limiting resistors, the circuit cannot possibly work.

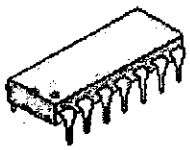
This is the correct circuit built on prototype board:

4001



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4013 Dual D-type flip-flops

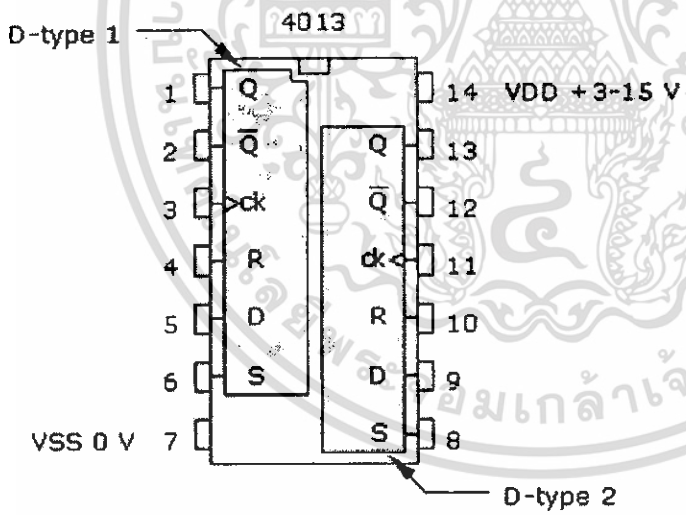


Technology: CMOS | Power supply: 3-15 V | 14-pin DIL

Navigation

- *Pin connections*
- *About D-type flip-flops*
- *Basic operation*
- *2-bit counters*
- *Application idea*
- *LINKS . . .*

Pin connections



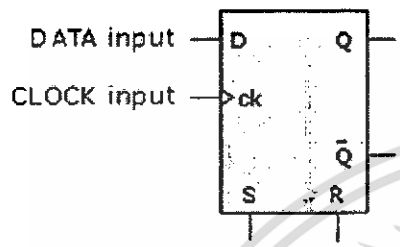
The 4013 has two D-type flip-flops, which you can use independently

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

About D-type flip-flops

A D-type flip-flop, also called a **D-type bistable**, is a subsystem with **two stable states**. Using appropriate input signals, you can trigger the flip-flop from one state to the other.

The diagram below shows the input and output connections of a single D-type bistable:



Q and $\bar{Q}$ are the **outputs** of the bistable. The logic states of the outputs are always opposite.

The bistable is **SET** when $Q = 1$ and $\bar{Q} = 0$, and **RESET** when $Q = 0$ and $\bar{Q} = 1$.

The D-type has four **inputs**. These are:

- **DATA** input: This is connected either to a LOW voltage, logic 0, or to a HIGH voltage, logic 1.
- **CLOCK** input: The triangle, $\rightarrow$ck, next to the CLOCK input shows that it is **edge-triggered**, that is, it responds to sudden changes in voltage, but *not* to slow changes or to steady logic levels. The CLOCK input of the 4013 D-type bistable is **rising-edge triggered**, meaning that it responds *only* to a sudden change from LOW to HIGH.

Usually, the CLOCK input is connected to a subsystem which delivers pulses. To test the 4013, you will need to build an astable.

- **SET** input: The SET input is normally held LOW. When it is pulsed HIGH, the outputs of the bistable are forced immediately to the SET state, $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **RESET** input: The RESET input is normally held LOW. When it is pulsed HIGH, the outputs of the bistable are forced immediately to the RESET state, $Q = 0$, $\overline{Q} = 1$

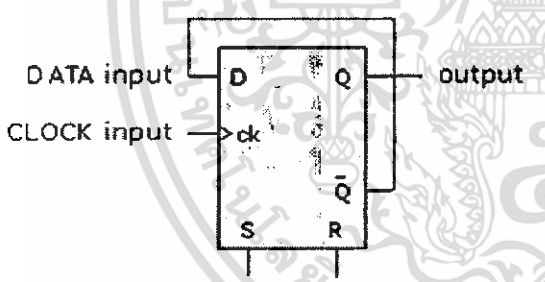
To explain the behaviour of the D-type bistable, you can learn to say that:

- **The logic state at the DATA input is transferred to the Q output on the rising edge of the CLOCK signal.**

This is a precise description of the function of the D-type.

Basic operation

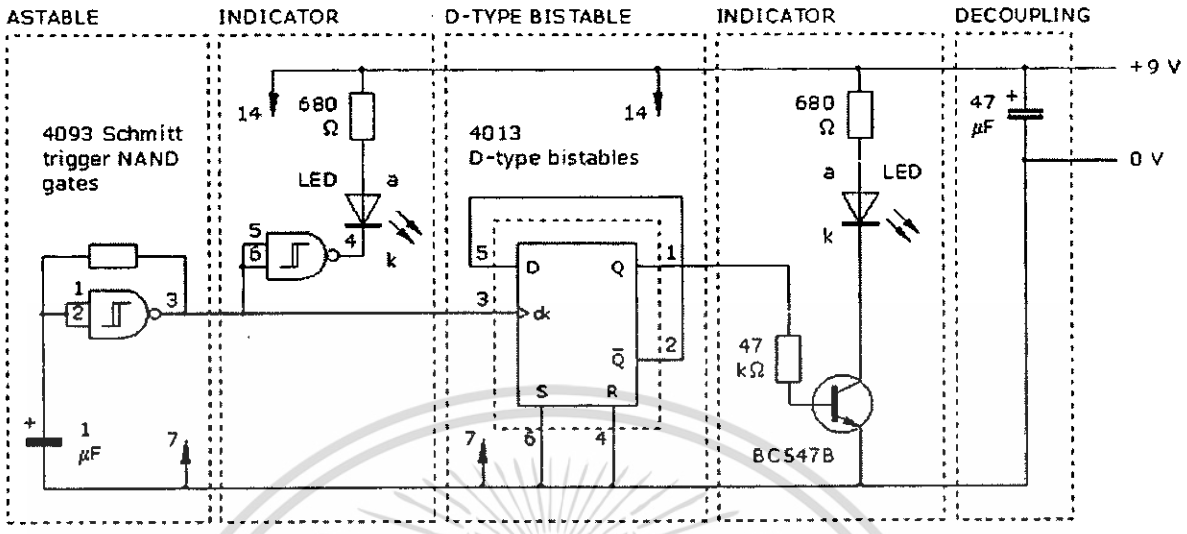
You can *understand* what a D-type bistable does by building a circuit in which the $\overline{Q}$ output is connected back to the *D* - input:



This arrangement is called a **toggle flip-flop**, or **toggle bistable**.

Here is the circuit diagram for a practical circuit:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



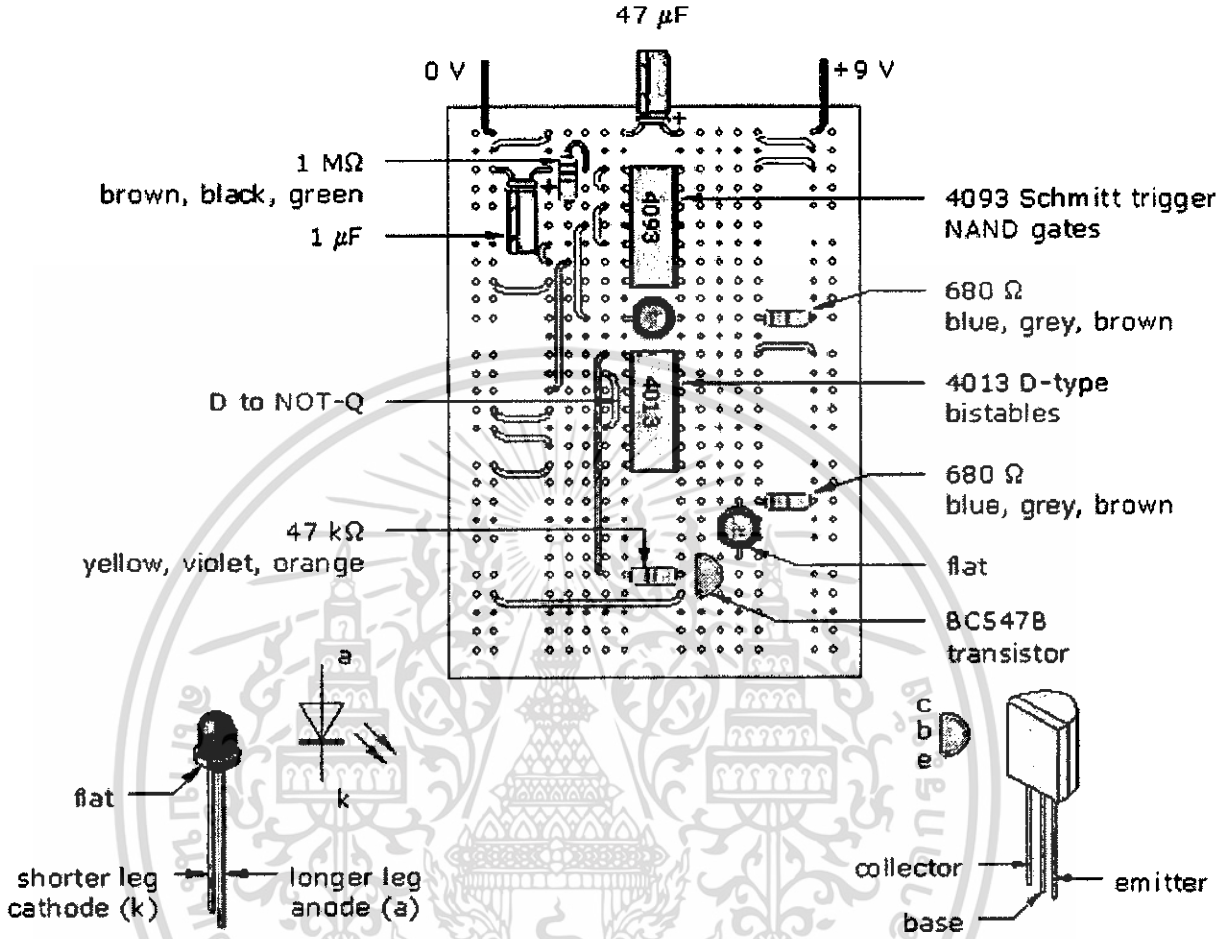
The inputs of the D-type *must* be connected, either to LOW or to HIGH, and *must not* be left open circuit. This includes the SET and RESET inputs which are connected to 0 V. To avoid loading the output of the D-type, a transistor switch indicator circuit is used. It is good practice with CMOS circuits to insert a decoupling capacitor, 47 µF or 100 µF, across the power supply. (This helps to prevent the transfer of spikes along the power supply rails.)

Don't forget - - Connect pin 14 of the 4013 to +9 V and pin 7 to 0 V.

Build the circuit on prototype board following the diagram below:

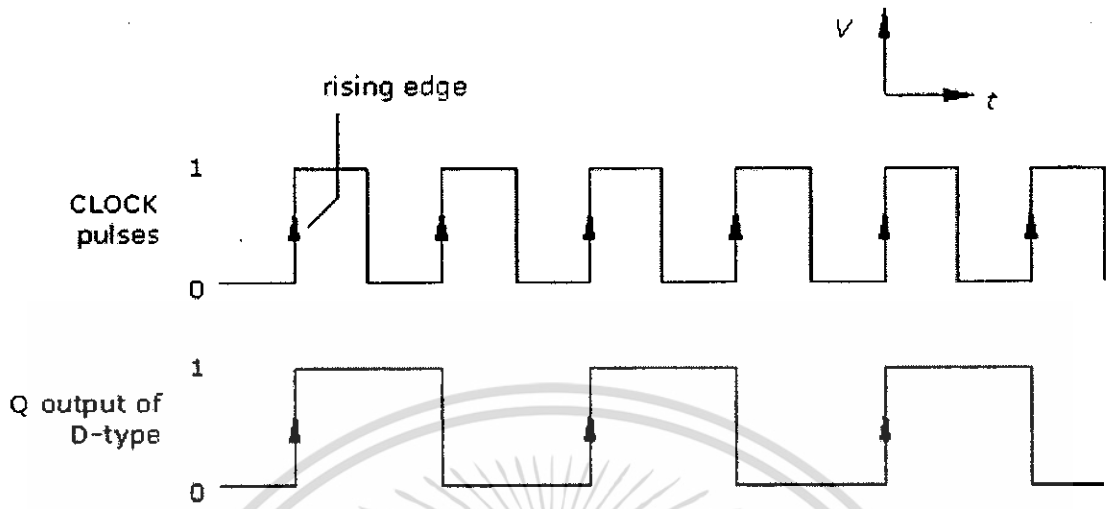
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4013



When you connect the power supply, the LEDs will flash slowly enough for you to interpret what is going on. With $\overline{Q}$ and D linked, the D-type bistable changes state every time a clock pulse is received. This can be illustrated using voltage/time, V/t graphs:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



To start with, both the CLOCK signal and the Q output of the D-type are LOW, logic 0. Since the Q and $\overline{Q}$ outputs are opposite, $\overline{Q}$ must be HIGH, logic 1. Because the DATA input, *D*, is connected to $\overline{Q}$, it is also HIGH.

When the first rising edge arrives, the logic state at *D* is transferred to the Q output, which goes HIGH in turn. This transfer involves a very short time delay, just a few nanoseconds. When Q goes HIGH, $\overline{Q}$ goes LOW, and *D* goes LOW.

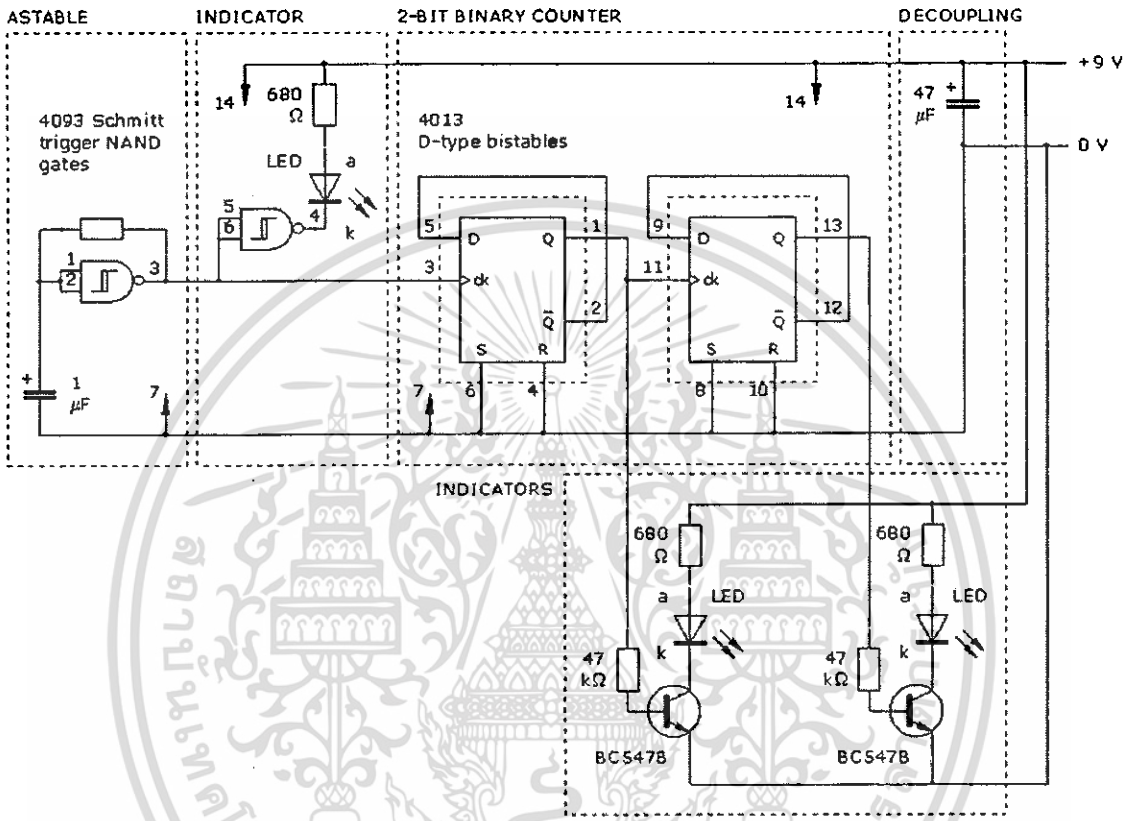
When the second rising edge arrives, *D* is LOW and so the Q output becomes LOW, making *D* HIGH again, ready for the next rising edge and so on.

As you can see, the number of pulses at the output of the bistable is divided by two compared with the number of pulses at the input. A toggle bistable is a **divide-by-two counter**, or **1-bit binary counter**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

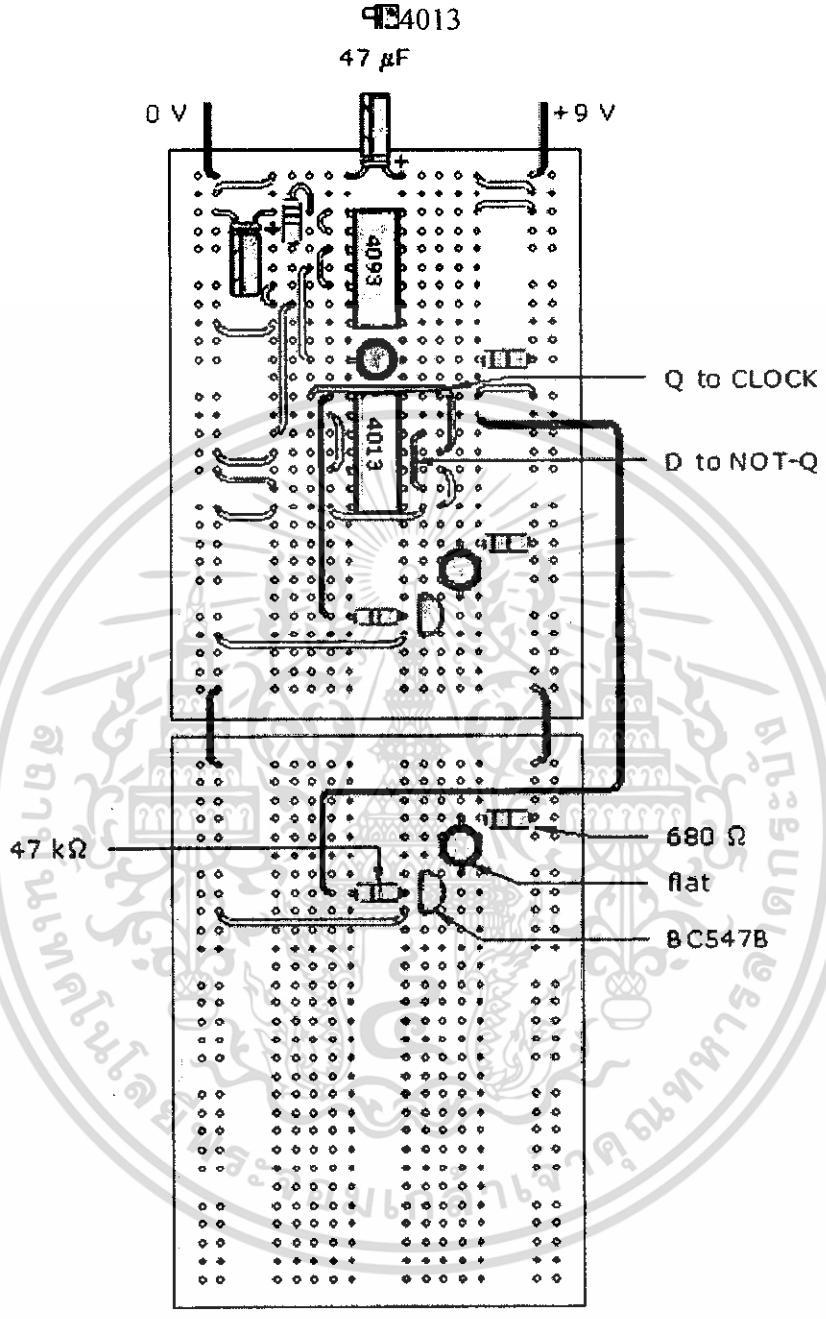
2-bit binary counters

What happens if you add a second toggle bistable after the second? The circuit becomes:



This is a lot simpler to set up than it looks! All you need to do is to add a few extra components and links to your existing prototype circuit:

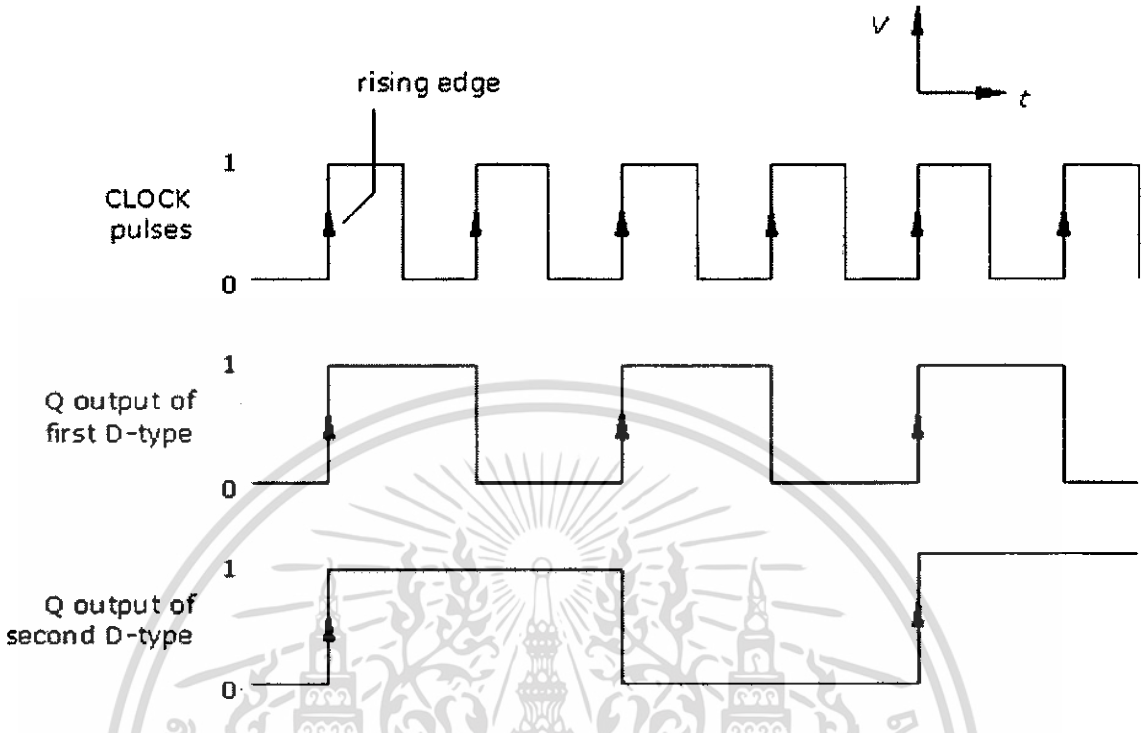
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



▲*Up to previous stage*

Check the sequence of the LEDs:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



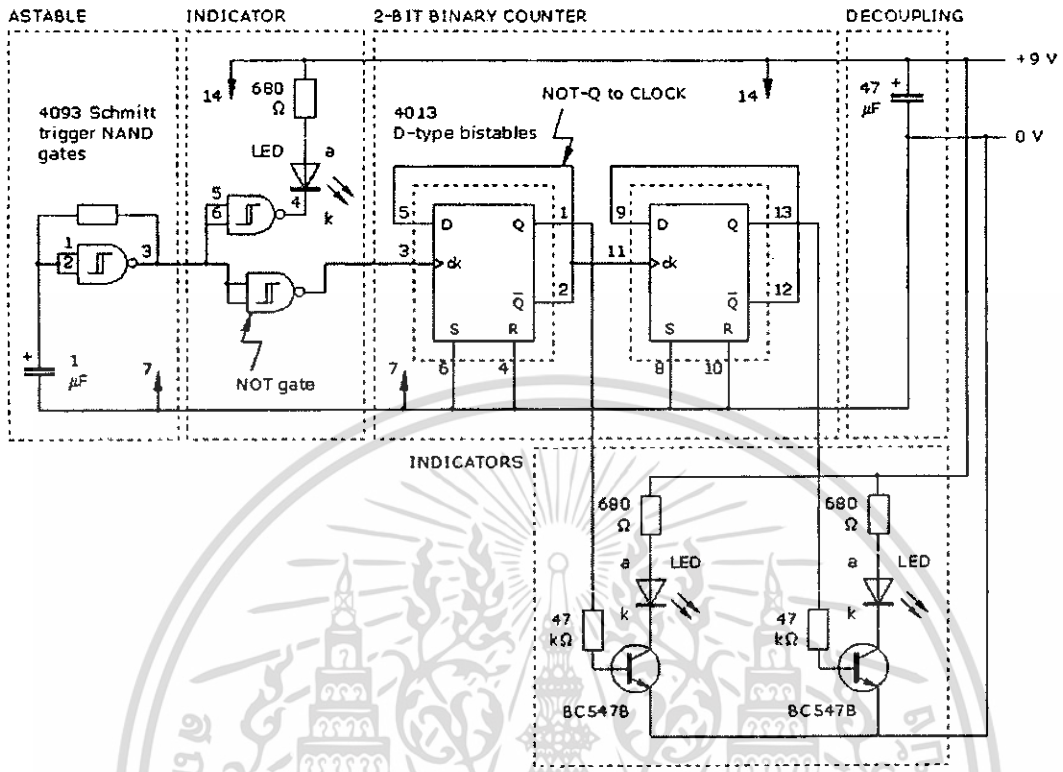
The second D-type divides by two again, giving pulses at one quarter of the frequency of the CLOCK signal. The outputs of the D-types follow the sequence:

output Q_2	*output* Q_1
1	1
1	0
0	1
0	0

Can you see that the outputs give the binary numbers from 1 1 to 0 0 in descending order? The circuit you have constructed is a **2-bit binary DOWN counter**.

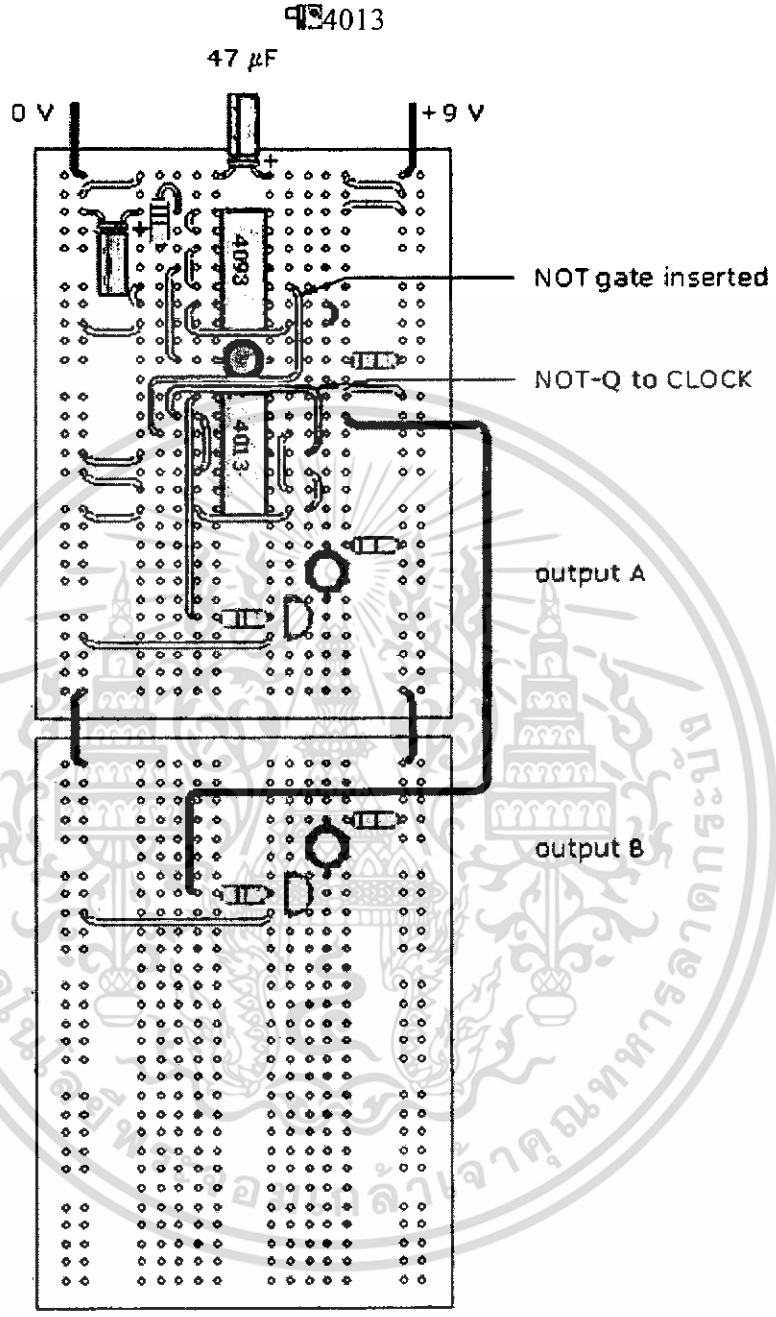
You can modify the circuit to make a **2-bit binary UP counter**. To do this, insert a NOT gate, using one of the spare gates from the 4093, and link from the $\overline{Q}$ output of the first D-type to the CLOCK input of the second (replacing the link from Q to CLOCK):

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The prototype board layout becomes:

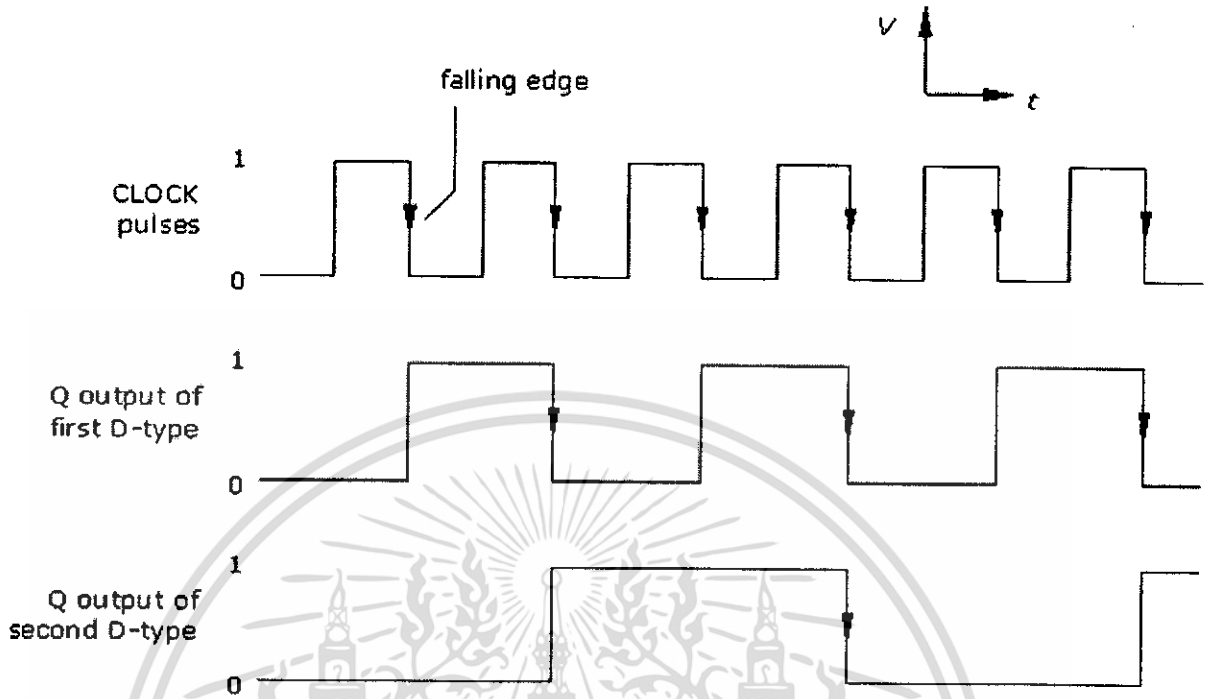
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



▲*Up to previous stage*

Check that the LEDs follow the *V/t* graph pattern for a 2-bit binary up counter:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

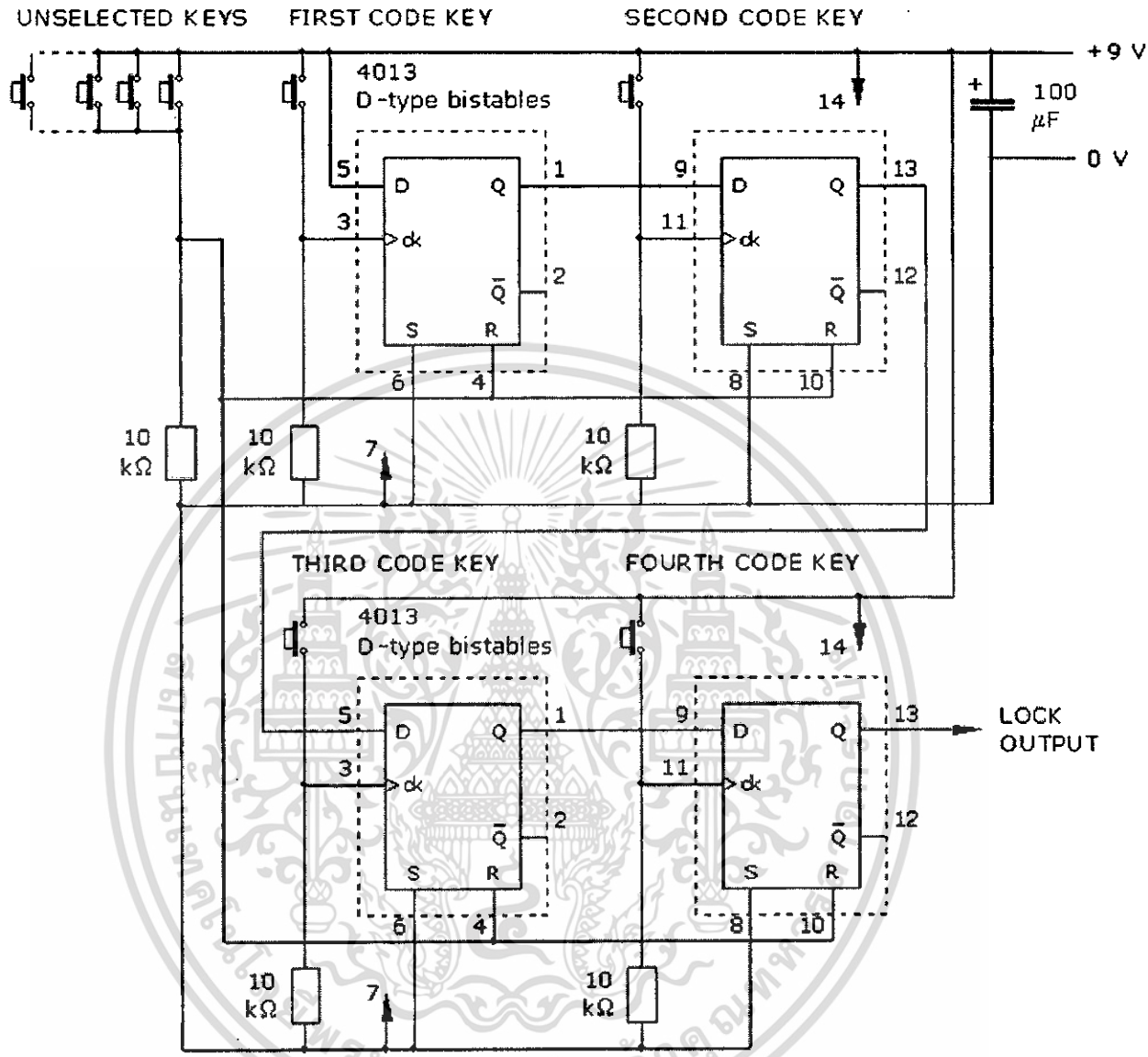


From these graphs it *looks* as if the D-types might be triggered by the falling edges of the previous stage. To make an UP counter, the $\overline{Q}$ output of each bistable is connected to the CLOCK input of the next stage. The $\overline{Q}$ outputs are doing exactly the opposite of the Q outputs, so the D-types are rising edge triggered, as before.

Application idea

D-type bistables can easily be used to make a **combination lock**. Using two 4013 integrated circuits, you can make a 4-digit combination lock in which the keys representing the code digits must be entered in the correct order. Pressing the key for any digit which is not part of the code RESETs all four D-types:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The *D*-input of the first D-type is held HIGH. When the first digit of the combination is pressed, output Q goes HIGH. If the second digit is the next key presssed, the second D-type will be SET and so on. Pressing any of the unselected keys gives a HIGH at the RESET inputs of all four bistables, and all the Q outputs revert to LOW.

Once the four digits of the code have been entered in the correct sequence, the lock ouptut goes HIGH and will remain HIGH until an unselected key is pressed. The system could be extended to provide an automatic RESET after a delay. Which type of subsystem could you use?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

555 timer IC

Technology: bipolar | Power supply: 3-15 V | 8-pin DIL

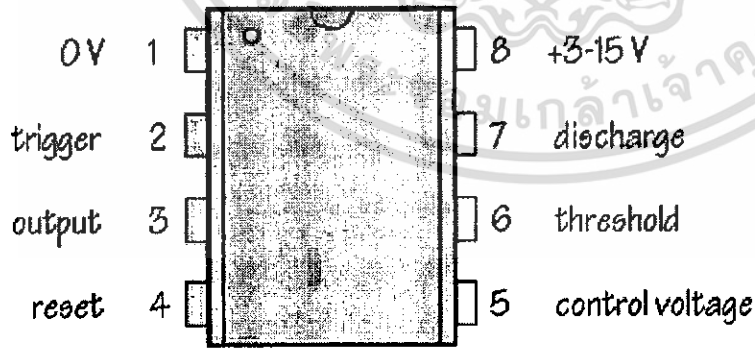
Navigation

- *Pin connections*
- *Astable circuits*
- *Astable component selection*
- *More astables*
- *RESET input*
- *CONTROL VOLTAGE input*
- *Monostable circuits*
- *More about triggering*
- *555 as a transducer driver*
- *LINKS . . .*

NEW from DOCTRONICS:

Everything you need to know!

Pin connections



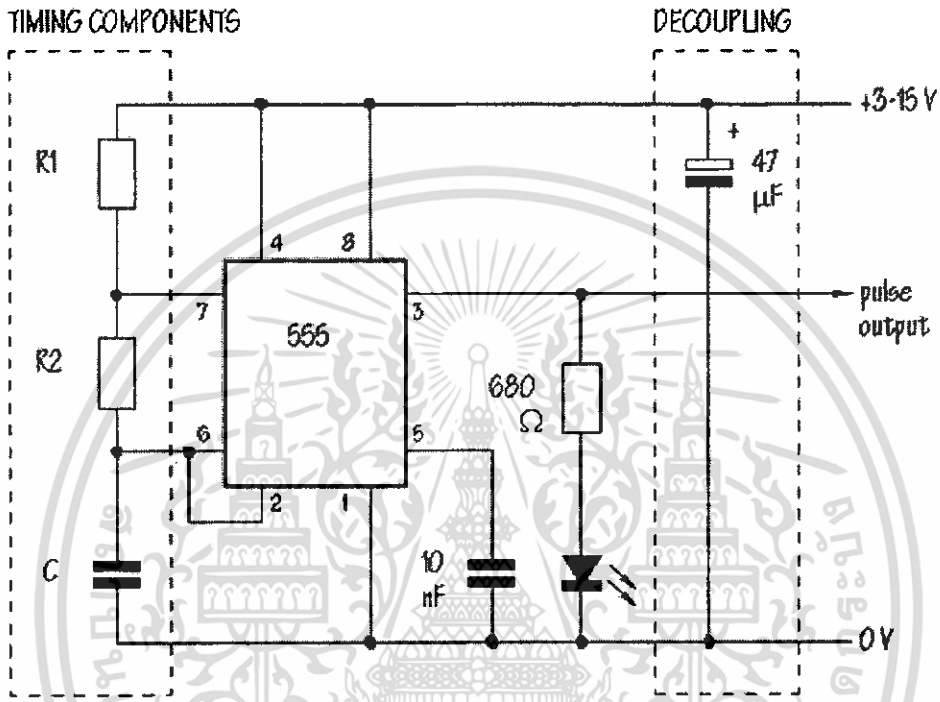
You can use the 555 effectively without understanding the function of each pin in detail.

The 555 timer is an extremely versatile integrated circuit which can be used to build lots of different circuits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Astable circuits

Astable circuits produce pulses. The circuit most people use to make a 555 astable looks like this:



As you can see, the **frequency**, or **repetition rate**, of the output pulses is determined by the values of two resistors, $R1$ and $R2$ and by the timing capacitor, C.

The **design formula** for the frequency of the pulses is:

$$f = \frac{1.44}{(R1 + 2R2) \times C}$$

The HIGH and LOW times of each pulse can be calculated from:

$$\text{HIGH time} = 0.69(R1 + R2) \times C$$

$$\text{LOW time} = 0.69(R2 \times C)$$

The **duty cycle** of the waveform, usually expressed as a percentage, is given by:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{duty cycle} = \frac{\text{HIGH time}}{\text{pulse period time}}$$

An alternative measurement of HIGH and LOW times is the **mark space ratio**:

$$\text{mark-space ratio} = \frac{\text{HIGH time}}{\text{LOW time}}$$

Before calculating a frequency, you should know that it is usual to make $R1$=1 kΩ because this helps to give the output pulses a duty cycle close to 50%, that is, the HIGH and LOW times of the pulses are approximately equal.

Remember that design formulae work in fundamental units. However, it is often more convenient to work with other combinations of units:

Ω	F	s	Hz
MΩ	μF	s	Hz
kΩ	μF	ms	kHz

With R values in MΩ and C values in μF, the frequency will be in Hz. Alternatively, with R values in kΩ and C values in μF, frequencies will be in kHz.

Suppose you want to design a circuit to produce a frequency of approximately 1 kHz for an alarm application. What values of $R1$, $R2$ and C should you use?

$R1$ should be 1kΩ, as already explained. This leaves you with the task of selecting values for $R2$ and C. The best thing to do is to rearrange the design formula so that the R values are on the right hand side:

$$(R1 + 2R2) = \frac{1.44}{f \times C}$$

Now substitute for $R1$ and f:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(1+2R2) = \frac{1.44}{1 \times C}$$

You are using R values in kΩ and f values in kHz, so C values will be in μF.

To make further progress, you must choose a value for C. At the same time, it is important to remember that **practical values** for $R2$ are between 1 kΩ and 1MΩ. Suppose you choose C = 10 nF = 0.01 μF:

$$(1+2R2) = \frac{1.44}{0.01} = 144$$

that is:

$$2R2 = 144 - 1 = 143$$

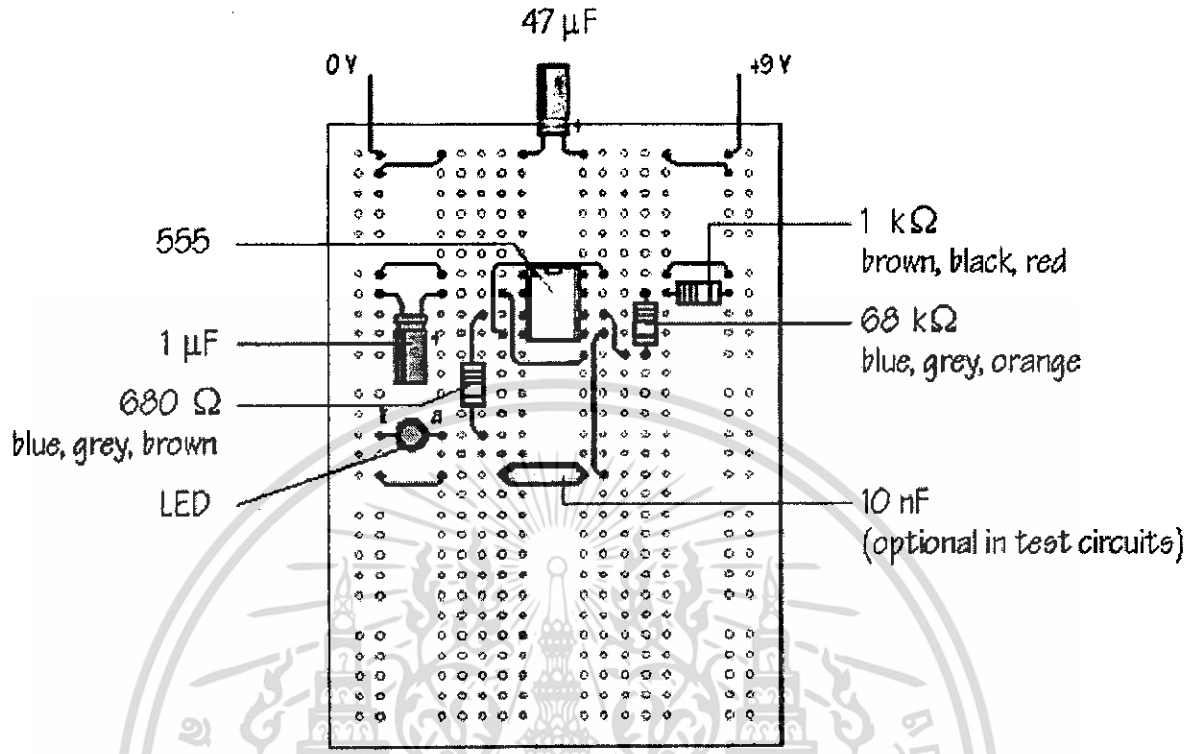
and:

$$R2 = 71.5\ \text{k}\Omega$$

This is within the range of practical values and you can choose values from the E12 range of 68 kΩ or 82 kΩ. (The E12 range tells you which values of resistor are manufactured and easily available from suppliers.)

A **test circuit** can be set up on prototype board, as follows:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



With the values of *R*1, *R*2 and *C* shown, the LED should flash at around 10 Hz.

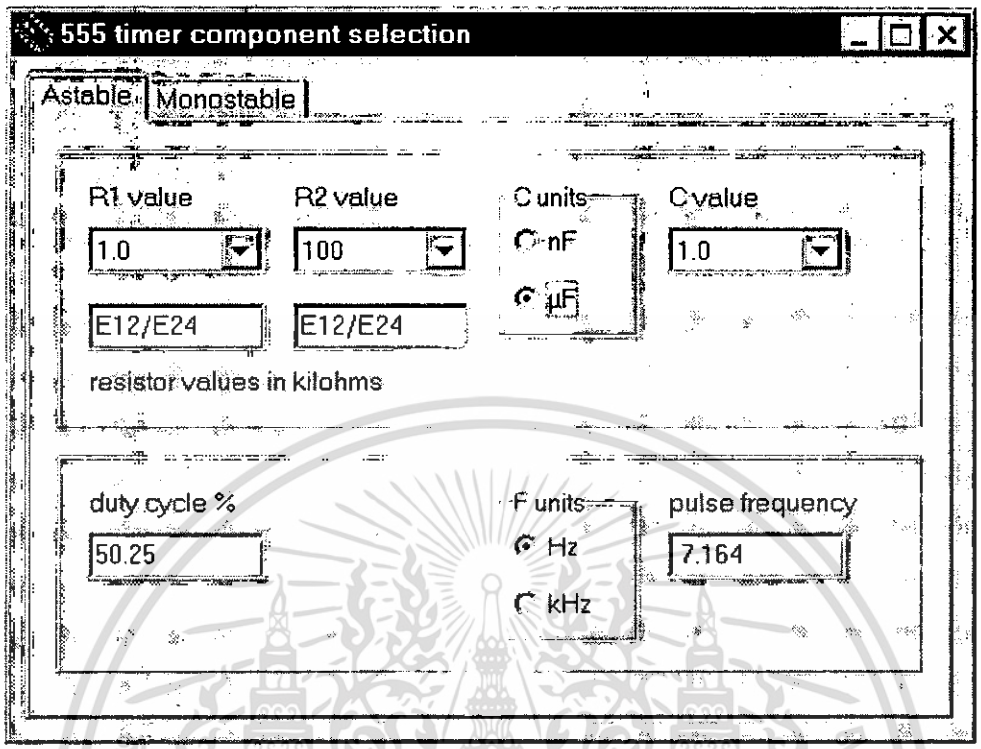
What happens if you replace *R*2 with an LDR or a thermistor? This gives an astable which changes frequency in response to light intensity, or with temperature.

Astable component selection

With a little practice, it is quite easy to choose appropriate values for a 555 timer astable. To make things even easier, you might like to download the DOCTRONICS **555 timer component selection** program.

The program works with *Windows 95* and looks like this:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



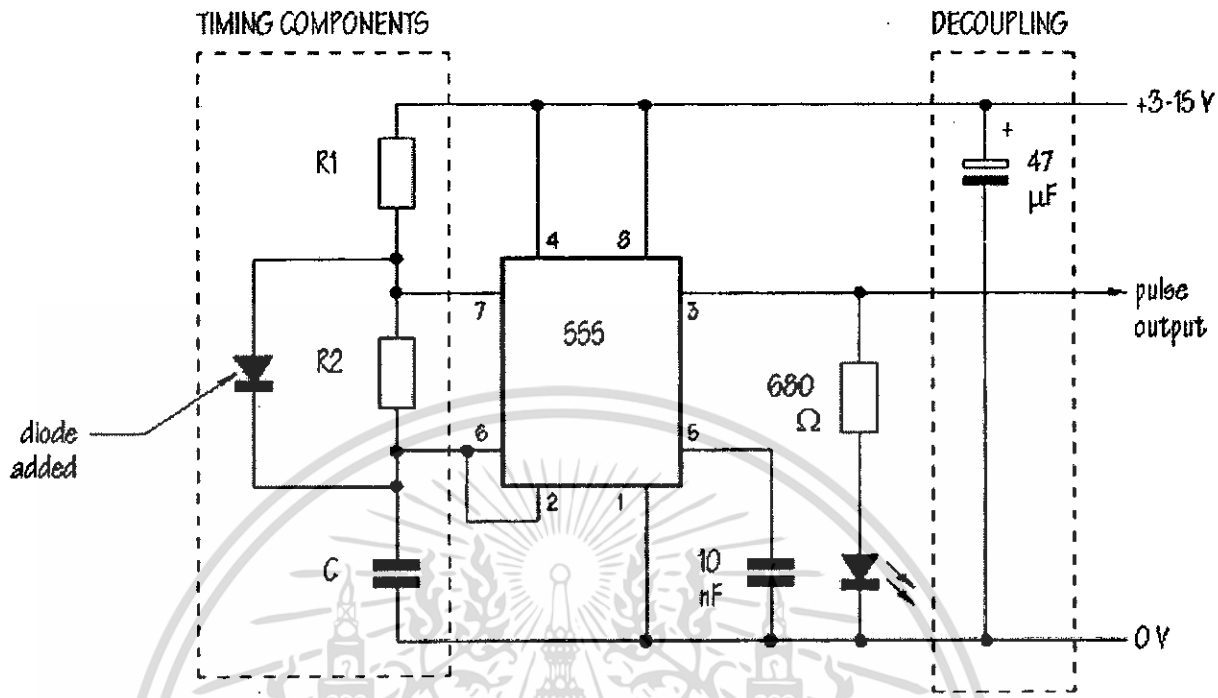
To download the program (~210K), click on its image.

More astables

Extended duty cycle astable:

An extremely useful variation of the standard astable circuit involves adding a diode in parallel with *R*2:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



This simple addition has a dramatic effect on the behaviour of the circuit. The timing capacitor, *C*, is now filled **only** through *R*1 and emptied **only** through *R*2.

The **design equation** for the output pulse frequency is:

$$f = \frac{1.44}{(R1 + R2) \times C}$$

HIGH and LOW times are calculated from:

$$\text{HIGH time} = 0.69 (R1 \times C)$$

$$\text{LOW time} = 0.69 (R2 \times C)$$

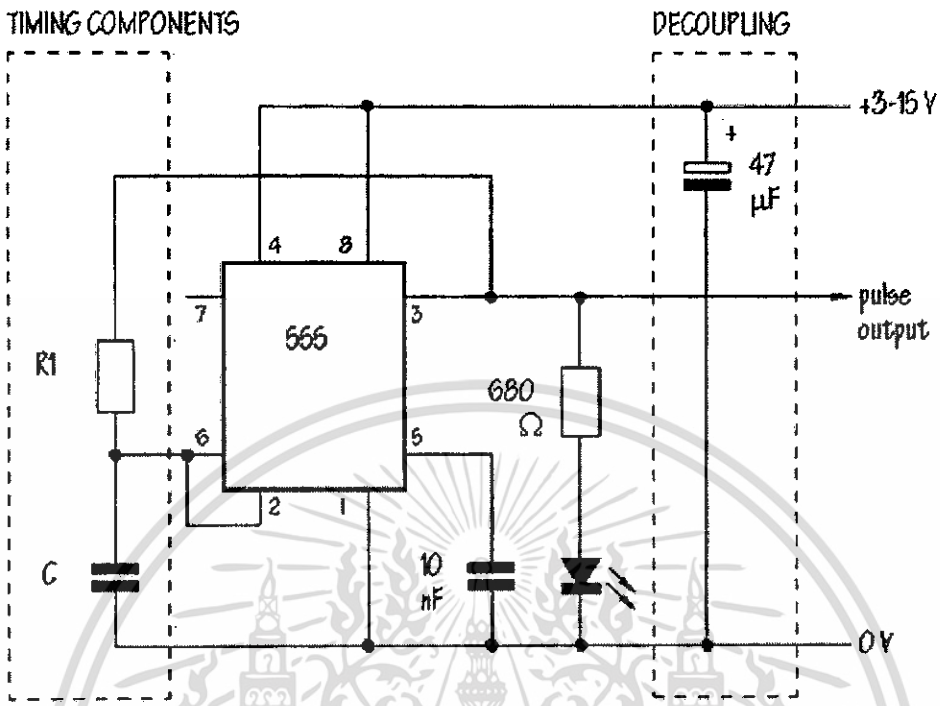
With this circuit, the duty cycle can be any value you want. If $R1 > R2$, the duty cycle will be greater than 50% (equivalent to a mark space ratio of more than 1.0). On the other hand, if $R2 > R1$, the duty cycle will be less than 50% (mark space ratio less than 1.0).

This version of the 555 astable is used in the cyclist/pedestrian safety lights project.

Minimum component astable:

This is a cheap and cheerful astable using just one resistor and one capacitor as the timing components:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Note that there is no connection to pin 7 and that $R1$ is linked to the output, pin 3.

The **design equation** for the circuit is:

$$f = \frac{0.72}{R1 \times C}$$

The HIGH and LOW times are *supposed* to be equal, giving a duty cycle of 50% (equivalent to a mark space ratio of 1.0).

$$\text{HIGH time} = \text{LOW time} = 0.69(R1 \cdot C)$$

However, if you build this circuit, it is probable that the HIGH time will be longer than the LOW time. (This happens because the maximum voltage reached by the output pulses is less than the power supply voltage.) Things will get worse if the output current increases.

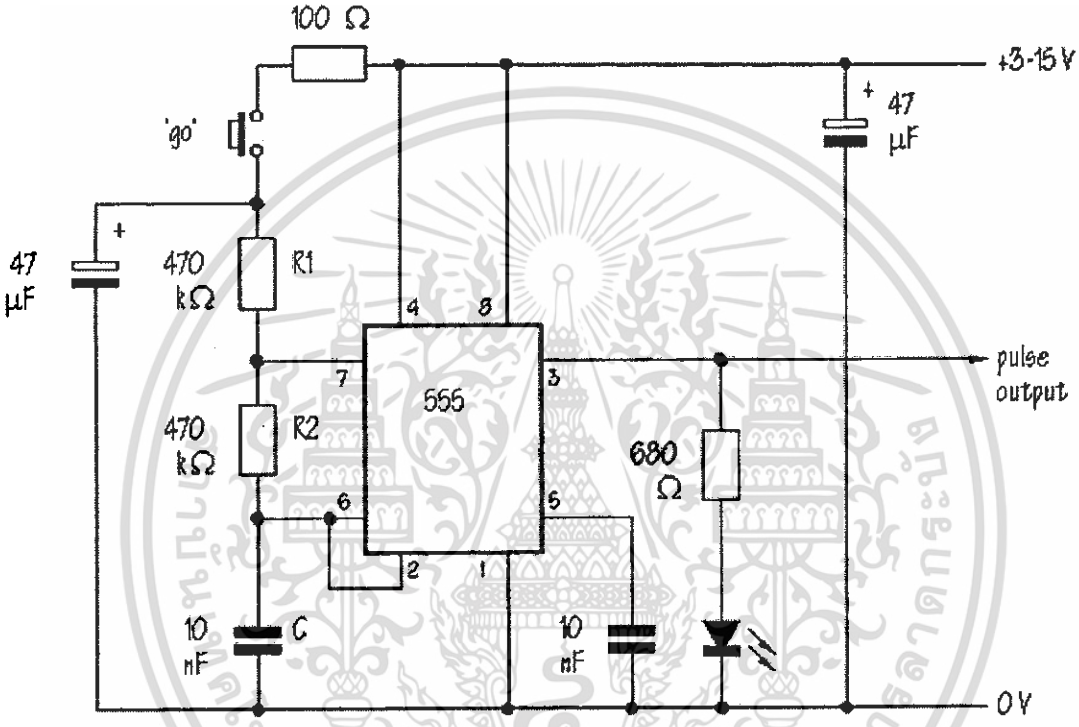
If you need an astable circuit which can be adjusted to give an accurate frequency, this circuit is *not* the one to choose.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diminishing frequency astable:

The excitement and realism of electronic games, including roulette, can be increased using an astable circuit which is triggered to produce rapid pulses initially, but which then slows down and eventually stops altogether.

It is easy to modify the basic 555 astable circuit to produce this result:



When the 'go' button is pressed, the 47 µF capacitor in parallel with the timing network, *R*1, *R*2 and *C*, charges up very quickly through the 100 Ω resistor. When the button is released, the astable continues to oscillate but the charge stored slowly leaks away, with the result that it takes longer and longer to charge up the timing capacitor. To trigger the next pulse, the voltage across *C* must increase to two thirds of the power supply voltage. After a while, the voltage across the 47 µF drops below this value and the pulses stop.

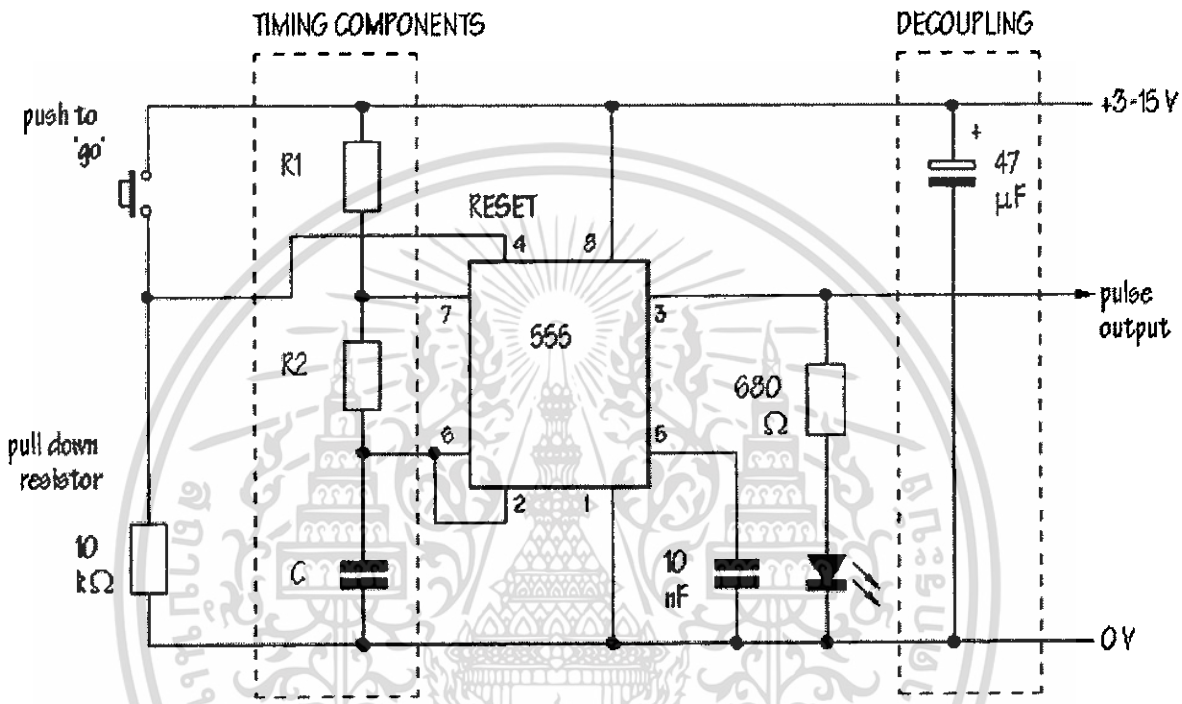
With the values shown, the initial frequency is about 100 Hz and the output pulses coast to a stop after around 40 seconds.

The initial frequency can be calculated from the design equation for the basic 555 astable. To give a realistic coasting time, you should use large values for the resistors *R*1 and *R*2. The coasting time is determined by the 47 µF capacitor. Experiment with different values until you get the effect you want.

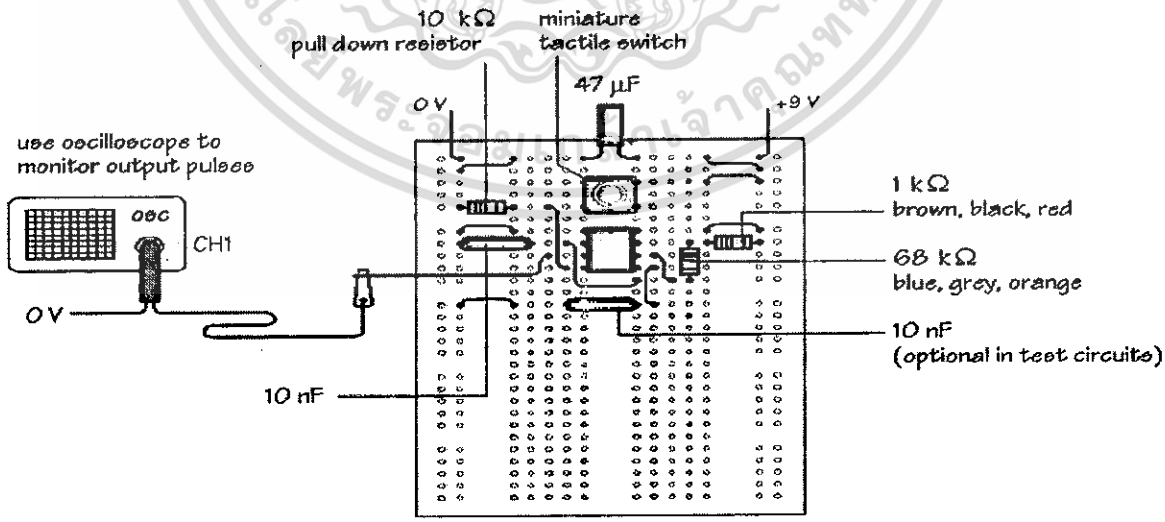
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET input

If the RESET input, pin 4, is held HIGH, a 555 astable circuit functions as normal. However, if the RESET input is held LOW, output pulses are stopped. You can investigate this effect by connecting a switch/pull down resistor voltage divider to pin 4:



Here is the circuit on prototype board:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use the **design formula**, or the DOCTRONICS **component selector** program to calculate the frequency of pulses you would expect to obtain with this circuit.

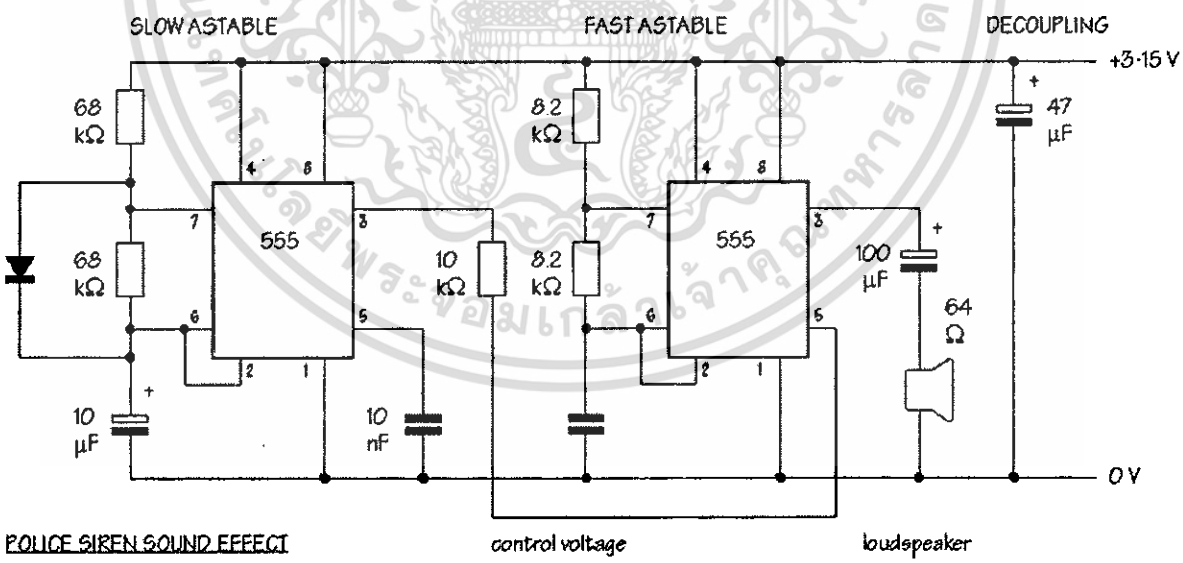
In an electronic die, provided the output pulses are fast enough, it is impossible to 'cheat' by holding down the button for a definite length of time.

Think about how you could use this circuit together with a bistable as part of a burglar alarm. Under normal conditions, the output of the bistable is LOW and the astable is stopped. If the alarm is triggered, the output of the bistable goes HIGH and the pulses start, sounding the alarm.

CONTROL VOLTAGE input

By applying a voltage to the CONTROL VOLTAGE input, pin 5, you can alter the timing characteristics of the device. In the astable mode, the control voltage can be varied from 1.7 V to the power supply voltage, producing an output frequency which can be higher or lower than the frequency set by the *R*1, *R*2, *C* timing network.

The CONTROL VOLTAGE input can be used to build an astable with a **frequency modulated** output. In the circuit below, one astable is used to control the frequency of a second, giving a 'police siren' sound effect.



In most applications, the CONTROL VOLTAGE input is not used. It is usual to connect a 10 nF capacitor between pin 5 and 0 V to prevent interference. You don't need to do this in building a test circuit, but this 'bypass' or 'decoupling' capacitor should be included in your final circuit.

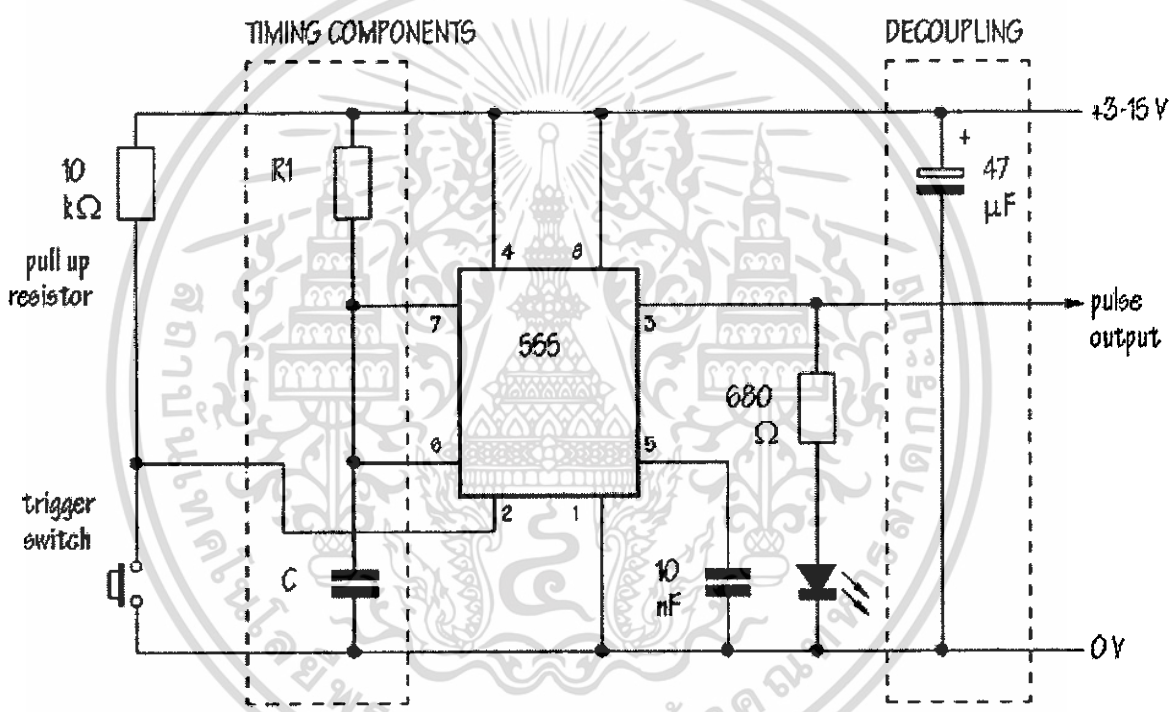
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monostable circuits

A monostable circuit produces a single pulse when triggered. The two questions about monostables you immediately need to ask are:

- How can the circuit be **triggered** to produce an output pulse?
- How is the duration, or **period**, of the output pulse determined?

The circuit used to make a 555 timer monostable is:



As you can see, the trigger input is held HIGH by the 10 kΩ pull up resistor and is pulsed LOW when the trigger switch is pressed. The circuit is triggered by a **falling edge**, that is, by a sudden transition from HIGH to LOW.

The trigger pulse, produced by pressing the button, *must* be of shorter duration than the intended output pulse.

The **period**, τ, of the output pulse can be calculated from the **design equation**:

$$\tau = 1.1(R \times C)$$

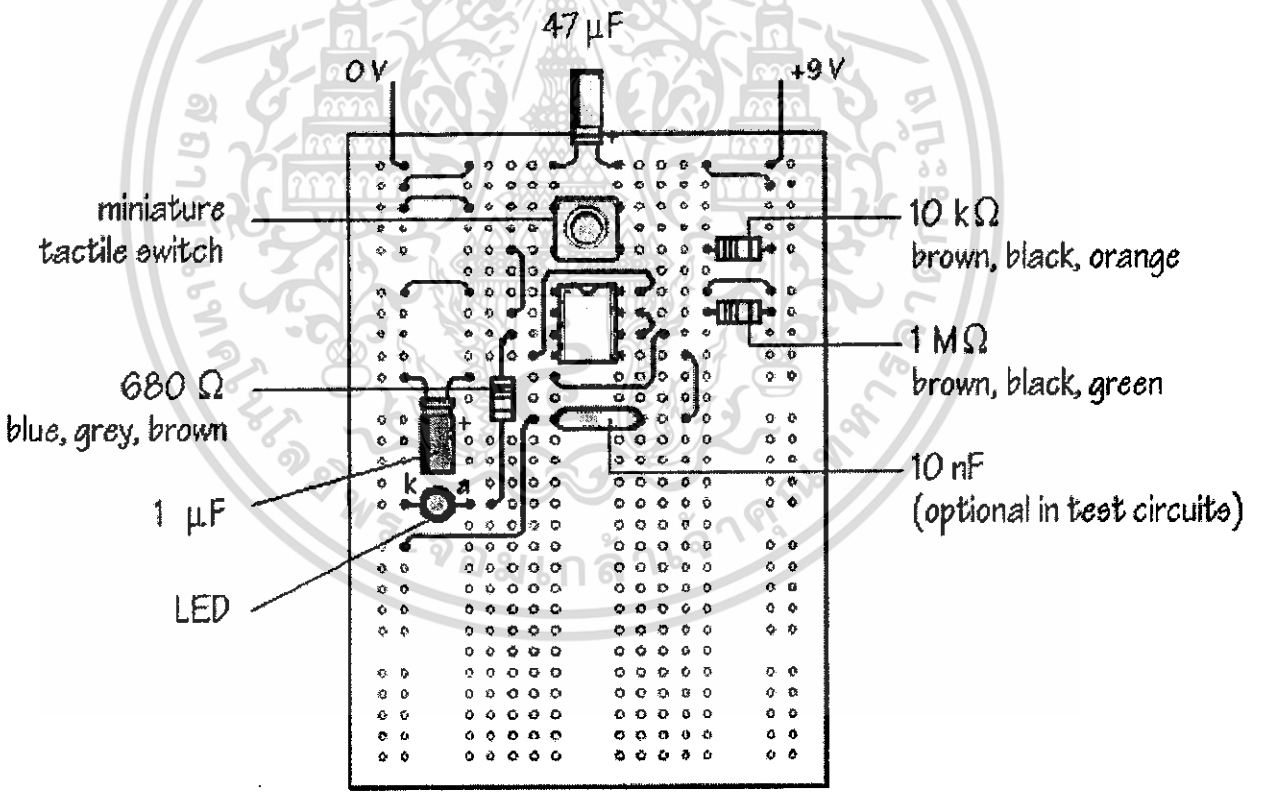
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remember again about **compatible measurement units**:

Ω	F	s
MΩ	μF	s
kΩ	μF	ms

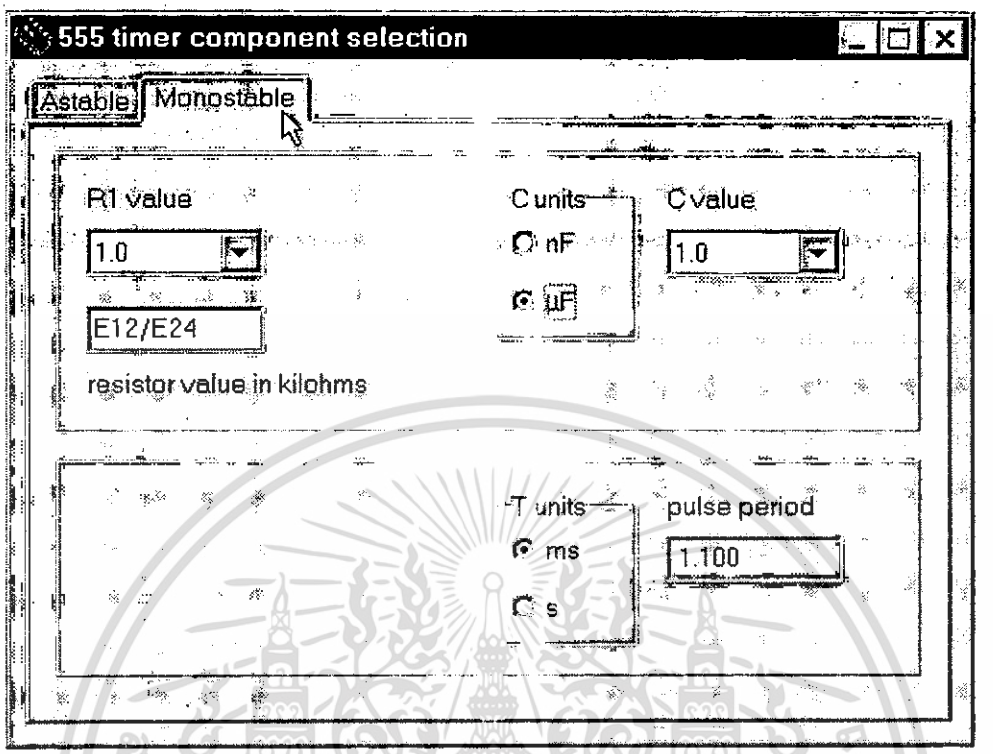
With $R1$ = 1 MΩ and C = 1 μF, the output pulse will last for 1.1 s.

You can build a test version of the 555 monostable as follows:



By clicking on the monostable tab, the **555 component selection** program can be used to investigate the effect of different $R1$ and C values:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

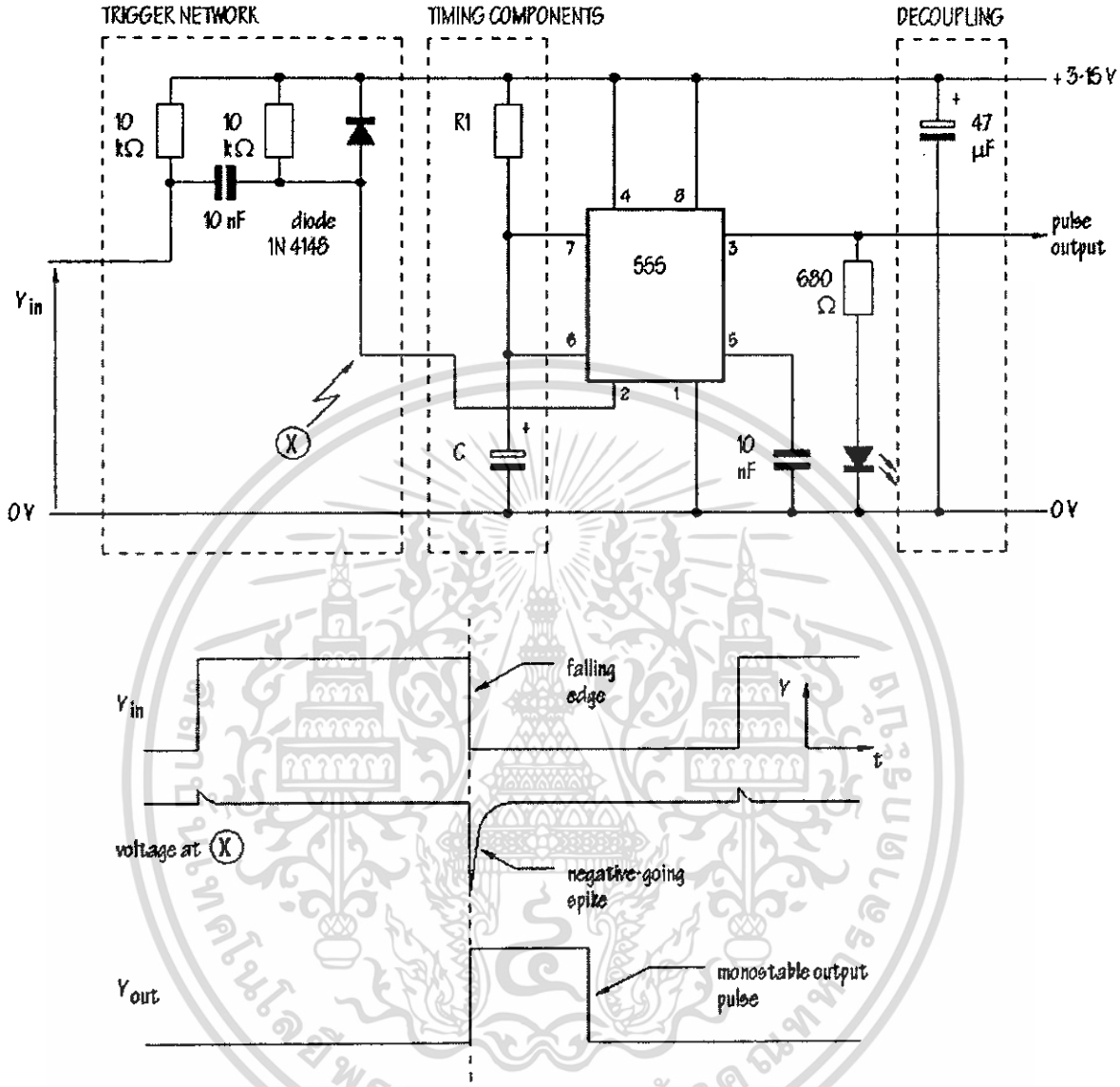


To download the program (~210K), click on its image.

More about triggering

For a simple 555 monostable, the trigger pulse *must* be shorter than the output pulse. Sometimes you want to trigger the monostable from a longer pulse:

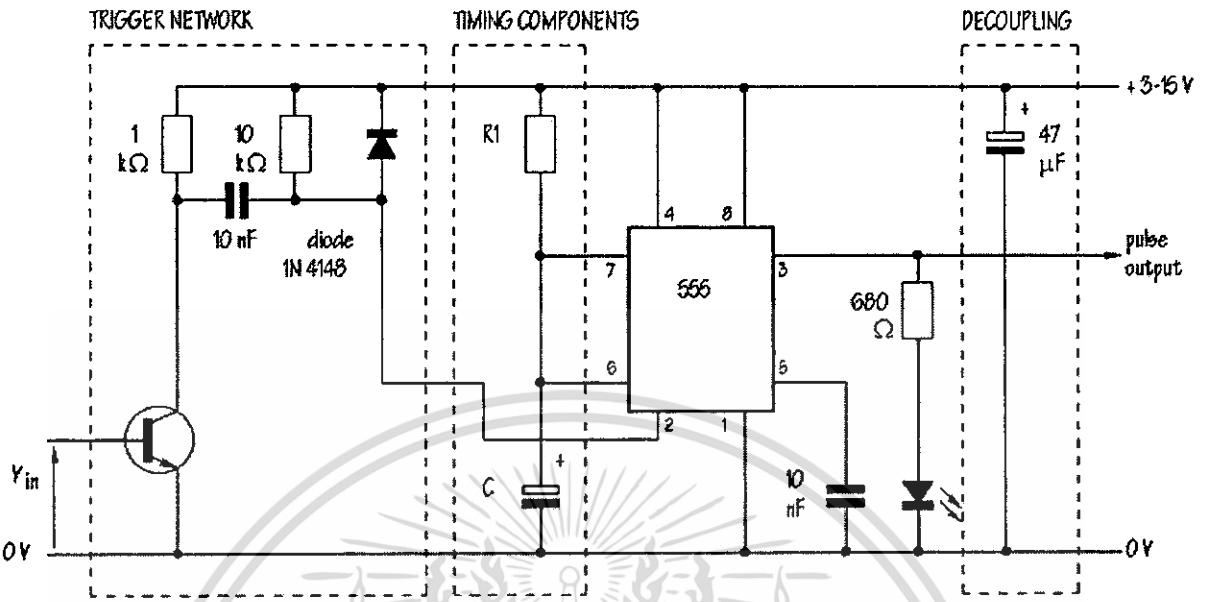
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The trigger network detects the falling edge at the end of each V_{in} pulse, producing a short 'spike' which triggers the monostable at the appropriate time. The period of the monostable pulse is shorter than the period of the V_{in} pulses.

If you want to trigger the monostable from a rising edge, you need to add a transistor NOT gate to the trigger circuit:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



If you build these circuits, it is interesting to investigate the action of the trigger network using an oscilloscope.

.

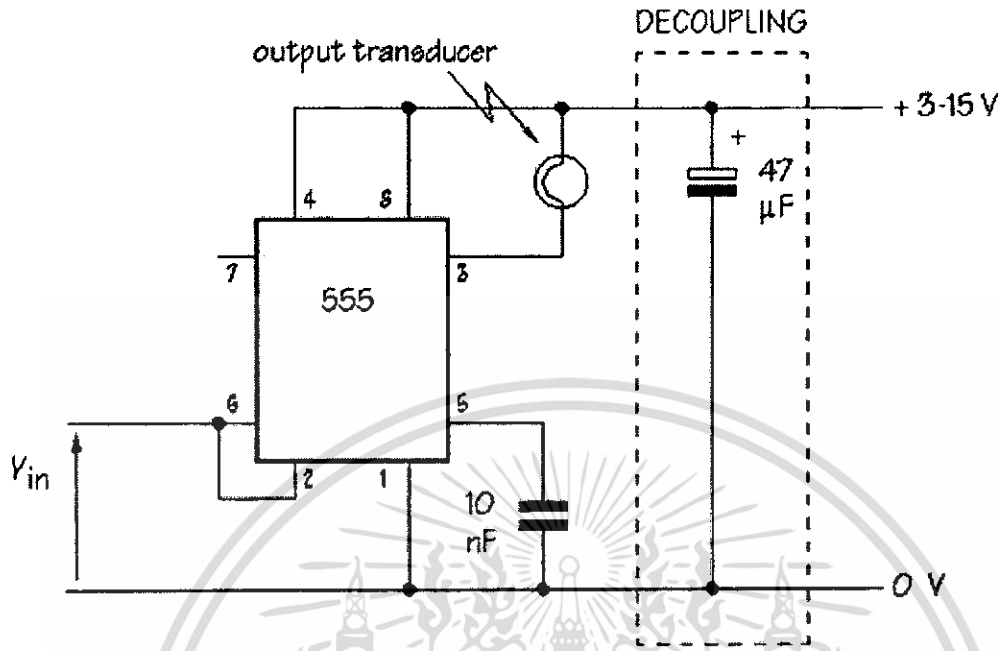
555 as a transducer driver

A transducer is a subsytem which converts energy from one form into another, where one of the forms is electrical. In an output transducer, for example, electrical energy can be converted into light, sound, or movement.

The output of a 555 timer can deliver more than 100 mA of current. This means that output transducers including buzzers, filament lamps, loudspeakers and small motors can be connected directly to the output of the 555, pin 3.

You can use the 555 as a **transducer driver**, that is, as an electronic switch which turns the transducer ON or OFF:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



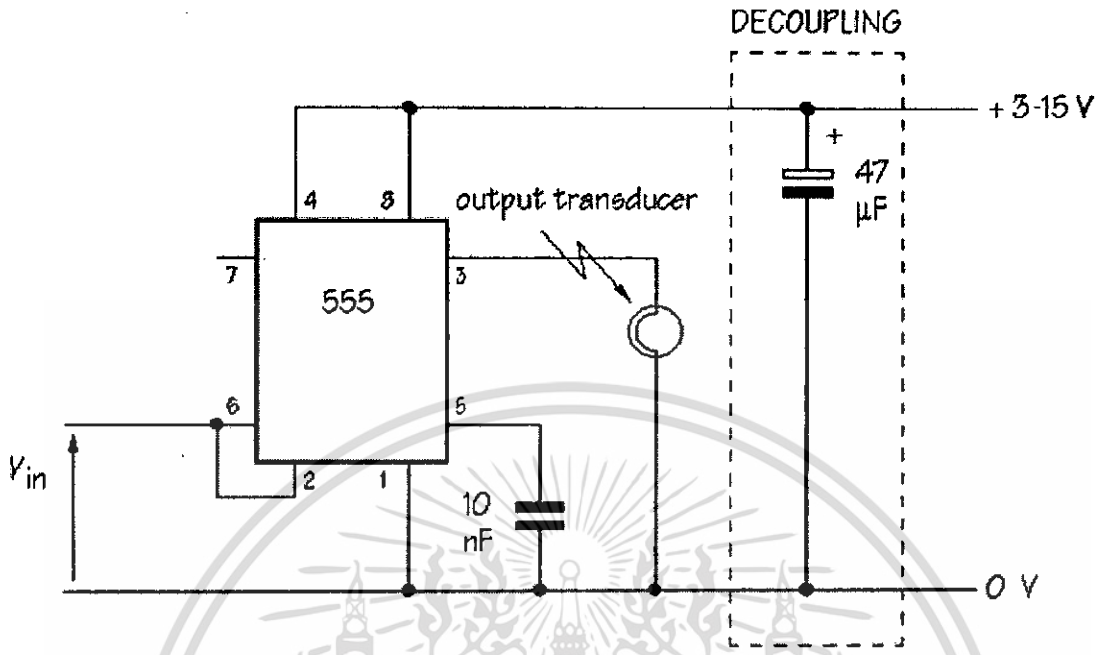
This circuit has an **inverting Schmitt trigger** action. The 'inverting' part of this description means that when V_{in} is LOW, the output is HIGH, and when V_{in} is HIGH, the output is LOW.

In a 'Schmitt trigger' circuit there are two different **switching thresholds**. If V_{in} is slowly increased starting from 0 V, the output voltage snaps from HIGH to LOW when V_{in} reaches a level equal to $^2/_3$ of the power supply voltage. Once this level has been exceeded, decreasing V_{in} does not affect the output until V_{in} drops below $^1/_3$ of the power supply voltage. (If an input change in one direction produces a different result from a change in the opposite direction, the circuit is said to show **hysteresis**.)

If a filament lamp is connected between the positive power supply rail and the output, as shown above, current flows through the lamp when the output voltage is LOW. In other words, the lamp lights when the input voltage is HIGH.

If you connect the lamp between the output and 0 V, the circuit will still work, but the lamp will light when the input voltage is LOW:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Note that, in both versions of the circuit pins 2 and 6 are joined together. The circuit can be simplified by omitting the 10 nF bypass capacitor, and will continue to work when the RESET input, pin 4 is left unconnected.

Some people are very fond of this circuit and use it whenever a transducer driver is required. However, with a HIGH/LOW digital input signal the same result can be achieved more obviously and at lower cost using a transistor switch circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้