

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**การศึกษาพัฒนาระบบเตือนผู้ขั้บขี้ป้องกันกรหลั้บใน**



นายกรฤช ศิริวงษ์  
นางสาวจันทรา บุญศรี  
นายอรรถเดช สะแกทอง

ร.ค.ว.  
ก 153 ก  
2549

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... **76645**  
วัน,เดือน,ปี..... - 3 S.ค. 2550

b. 118 50A 3X  
i. ....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การศึกษาพัฒนาระบบเตือนผู้ขับขี่ป้องกันการหลับใน



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# **A study and Development of slept Driver Alerting Systems**



A Special Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of

Bachelor of science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

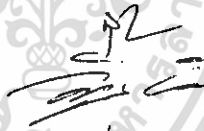
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาพัฒนาระบบเตือนผู้ขับขี่ป้องกันการหลับใน  
A study and Development of slept Driver Alerting Systems

นักศึกษา นายกรกฤษ ศิริวงษ์  
นางสาวจันทิรา บุญศรี  
นายอรรคเดช สะแกทอง

ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์  
สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. อนุพงศ์ สรงประภา

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ รศ. สุวรรณ กุศลารณ กรรมการ อ.วิฑูรย์ ยินดีสุข กรรมการ อ.กวางปัญญา สุวรรณสุข กรรมการที่ปรึกษารศ.อนุพงศ์ สรงประภา	



.....  
( รองศาสตราจารย์วิชาญ เตชิตธีระ )

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ	เรื่อง การศึกษาพัฒนาระบบเตือนผู้ขับขี่ป้องกันการหลับใน	
นักศึกษา	นายกรกฤช	ศิริวงษ์
	นางสาวจันทิรา	บุญศรี
	นายอรรคเดช	สะแกทอง
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์	
สาขาวิชา	เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2549	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ร.ศ.อนุพงษ์ สรวงประภา	

### บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ศึกษาพัฒนาระบบเตือนผู้ขับขี่ป้องกันการหลับใน และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำมาใช้กับระบบเตือนการหลับใน วิธีการศึกษาการสะท้อนที่ใช้จะใช้อินฟราเรดต้องเข้าไปที่ตาโดยตรง แล้วจะติดที่ตัวอินฟราเรดที่แว่นตา โดยใช้หลักการการกระปริบตาและหลับตาของผู้ขับขี่ ระบบนี้จะเป็นประโยชน์ในการป้องกันคนขับรถเมื่อเริ่มมีอาการหลับในเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

**Special Project Title** A study and Development of slept Driver Alerting Systems

**Name** Mr.Kornkrit                      Siriwong  
 Miss.Chantira                      Boonsri  
 Mr.arkadach                      Sakaethong

**Department** Apply Physics Science

**Program** Applied Physics-Science and Industry Instrumentation

**Academic Year** 2549

**Special Project Adviser** Assoc.Prof. Anupong      Srongprapa

### ABSTRACT

This special project is about a study of drowsiness. Design and construct electronic circuit for alarm system of drowsiness . A method of drivers continuously base on the reflectance of infrared light directed at the eyes. Infrared transducers are housed in a light frame such as uses with glasses.Variables are described that change with Drowsiness,the time of eye closing and opening and blinks. This design use for will be warn drivers about their drowsiness when the first begins before dangerous.

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ รศ. อุนพงศ์ สรงประภา คณาจารย์ที่เคารพทุกท่านในภาควิชาที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ในการทำโครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณรุ่นพี่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษา แนวคิดและคำแนะนำในการทำโครงการพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่คอยให้คำปรึกษาคอยให้กำลังใจ และการอุปการะทั้งทางด้านการศึกษาและความอบอุ่นที่คอยมอบให้ตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ทุกคนที่ส่งความห่วงใยและความหวังดีตลอดมา



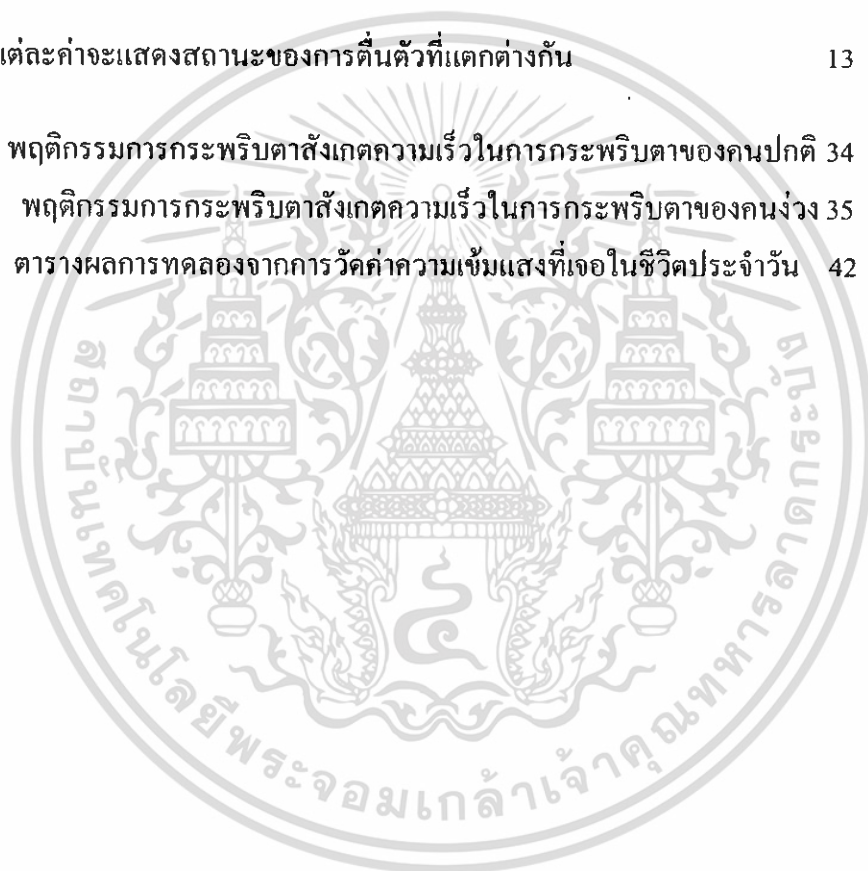
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1	
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนของการวิจัย	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าความเข้มของแสง	10
ตารางที่ 2.2 ค่ามาตรฐานของ KSS จะเป็นค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่งแต่ละค่าจะแสดงสถานะของการตื่นตัวที่แตกต่างกัน	13
ตารางที่ 4.1 พฤติกรรมการกระพริบตาสังเกตความเร็วในการกระพริบตาของคนปกติ	34
ตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการกระพริบตาสังเกตความเร็วในการกระพริบตาของคนง่วง	35
ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลองจากการวัดค่าความเข้มแสงที่เจอในชีวิตประจำวัน	42



## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและการ่วงนอนในมาตรฐานของ KSS	10
รูปที่ 2.2	กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและเวลาการกระพริบ	11
รูปที่ 2.3	กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและการเปลี่ยนตำแหน่งของลือออกนอกจุดที่มาร์ค	11
รูปที่ 2.4	กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและตำแหน่งมาตรฐานของลือรถ	12
รูปที่ 2.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของมินของเลนส์ที่ตำแหน่งขอบเลนส์กับค่า JDS ของผู้ขับขี่ที่ตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีการ่วงนอน	13
รูปที่ 2.6	กราฟความสัมพันธ์ตำแหน่งของเลนส์มาตรฐานกับค่า JDSของผู้ขับขี่ที่ตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการ่วงนอน	14
รูปที่ 2.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับค่า JDSของผู้ขับขี่ที่มีความตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการ่วงนอน	14
รูปที่ 2.8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วมาตรฐานกับค่า JDSของผู้ขับขี่ที่มีความตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการ่วงนอน	15
รูปที่ 2.9	อินฟราเรดแบบหลอด LED	20
รูปที่ 2.10	แสดงขาของ PIC 16F819	22
รูปที่ 3.1	วงจรตัวส่งอินฟราเรด	24
รูปที่ 3.2	วงจรตัวรับสัญญาณอินฟราเรด	24
รูปที่ 3.3	วงจรของส่วนประมวลผล	25
รูปที่ 3.4	รูปวงจรของระบบ	27
รูปที่ 3.5	ไดอะแกรมของระบบ	28
รูปที่ 3.5	เครื่องวัดความเข้มแสง	29
รูปที่ 3.6	ตัวอย่างแหล่งกำเนิดแสง เช่น โคมไฟ หลอดไฟทั้งสแตน อินฟราเรด	30
รูปที่ 3.6 ก	หลอดฟลูออเรสเซนต์	30
รูปที่ 3.6 ข	จอคอมพิวเตอร์ชนิด CRT	31
รูปที่ 3.6 ค	จอคอมพิวเตอร์ชนิด LCD	31
รูปที่ 3.6 ง	โคมไฟอ่านหนังสือขนาด 40 วัตต์	32
รูปที่ 3.6 จ	การวัดความเข้มแสงจากตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดชนิด LED	32
รูปที่ 3.6 ฉ	หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์	33
รูปที่ 3.7	รูปผลงานที่ประดิษฐ์ขึ้น	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1	เป็นรูปสัญญาณขาออกของโฟโตคิเทคเตอร์ที่ยังไม่มีแสงอินฟราเรดสะท้อนเข้ามา	36
รูปที่ 4.2	เป็นรูปสัญญาณขาออกของโฟโตคิเทคเตอร์ที่มีแสงอินฟราเรดสะท้อนเข้ามา	37
รูปที่ 4.3	รูปสัญญาณขาออกของวงจรที่มีการต่อ LM 555 เข้าไปที่ยังไม่มีการสะท้อน	38
รูปที่ 4.4	รูปสัญญาณขาออกที่มีการสะท้อนของแสงอินฟราเรดมาที่ตัวโฟโตคิเทคเตอร์	38
รูปที่ 4.5	รูปสัญญาณที่กำหนดค่า duty circle เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์	39
รูปที่ 4.6	รูปสัญญาณที่กำหนดค่า duty circle เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์	40
รูปที่ 4.7	ส่วนของวงจรภาคส่งจะประกอบด้วยส่วนคอนโทรลเลอร์ และส่วนส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ	41
รูปที่ 4.8	ส่วนของวงจรภาครับเป็นส่วนรับสัญญาณจากตัวคอนโทรลเลอร์	41



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

อุบัติเหตุสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เนื่องมาจากหลายสาเหตุ โดยสาเหตุที่สำคัญที่สุดเกิดจากความประมาท ซึ่งจากสถิติการเสียชีวิตในแต่ละปีนั้นจะเห็นว่า การเสียชีวิตที่เกิดจากอุบัติเหตุติดลำดับต้นๆ ในแต่ละปี โดยอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนในสถิติเกิดจากอุบัติเหตุบนท้องถนน ปัจจัยเสี่ยงมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การดื่มของมึนเมาหรือใช้สารเสพติด การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร การอ่อนเพลียจากการขับรถเป็นเวลานานและการพักผ่อนไม่เพียงพอ รวมทั้งการรับประทานยาที่มีผลข้างเคียงทำให้เกิดอาการง่วงนอน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นเหตุก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งจากข้อมูลทางสถิติพบว่าอัตราเสียชีวิตต่อปีจากอุบัติเหตุทางท้องถนน ของไทยนั้นมีมูลค่าความเสียหายประมาณ 120,000 ล้านบาท สูงเป็นอันดับ 2 รองจากประเทศอินโดนีเซีย

อาการง่วงนอนก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่น่าไปสู่การเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนนซึ่งความง่วงจากการนอนไม่พอ มีผลต่อสมรรถภาพในการขับรถเหมือนกับการดื่มแอลกอฮอล์ที่ระดับ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และถ้าคนที่นอนดึกแค่เพียงเล็กน้อย จะมีผลต่อสมรรถภาพในการขับรถมากกว่าคนที่ดื่มแอลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กดระบบประสาทเหมือนกับยากดประสาทและยานอนหลับ ถ้าดื่มไปมากๆ จะทำให้หัวง่วงและหลับได้ ความง่วง จะทำให้ประสาทสัมผัสทุกอย่างช้าลง การรับรู้ช้าลง การตัดสินใจผิดพลาด สมอองคือ การสั่งการของสมองไปยังกล้ามเนื้อช้าลง เมื่อขับจนอาจทำให้แตะเบรกได้ช้ากว่าปกติ หรือหักรถหลบหลีกได้ช้ากว่าปกติ หากมีการหลับในเกิดขึ้นคนขับจะไม่สามารถควบคุมการขับรถได้เลย

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุและความง่วงในผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์รับจ้าง โดย ทูน่าง่วงอย่างขับ มูลนิธิรามาริบัติ ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ พบว่า ความง่วงและการหลับในในขณะที่ขับขี่มีความสัมพันธ์กับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน จากการสอบถามผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์รับจ้าง 370 คนพบว่า ร้อยละ 52 ของผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างเคยเกิดอุบัติเหตุขณะขับขี่ และในจำนวนนี้ร้อยละ 48 เป็นผลมาจากความง่วง และร้อยละ 47 เกิดจากการหลับใน อุบัติการณ์ของการหลับในในขณะที่ขับขี่รถจักรยานยนต์มีสูงถึงร้อยละ 38 ของผู้ขับขี่ และช่วงเวลาที่มักเกิดอุบัติเหตุมักเป็นช่วงเวลา 18.00-24.00 น. และในกลุ่มผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างนี้ มีจำนวนผู้ที่มีความง่วงง่าย ผิดปกติในช่วงกลางวันสูงถึงหนึ่งในห้า หรือประมาณร้อยละ 20 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการง่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกลุ่มผู้ขับขี่เหล่านี้คือ การอดนอน หรือนอนไม่พอ ร้อยละ 68 รองลงมาคือการดื่มแอลกอฮอล์ในคืนก่อนทำงาน ร้อยละ 47 จากผลการสำรวจยังพบว่า ระยะเวลาในการขับรถที่นานเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดอาการง่วงนอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะเวลาในการขับรถที่ยาวนานกว่า 2 ชั่วโมงขึ้นไป

อาการของบุคคลที่แสดงให้เห็นว่ามีอาการง่วงนั้นมีหลายแบบเช่น การขี้ตา การขยับตัวบ่อยขึ้น การกระพริบตาถี่ขึ้น การหายใจที่เบาลง การตอบสนองต่อสิ่งรอบตัวช้ากว่าปกติ การหาว่าเป็นต้น แต่เนื่องจากการตรวจสอบด้วยวิธีการที่สามารถให้ข้อมูลอย่างชัดเจนคือสังเกตการกระพริบตาของบุคคลขณะง่วง

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างอุปกรณ์ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ เพื่อสนองต่อความต้องการของคนไทยที่ไม่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นการประดิษฐ์ที่ใช้อุปกรณ์ภายในประเทศ

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สร้างแว่นนิรภัยที่ใช้ในการช่วยลดอัตราเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากอาการง่วง เพื่อช่วยในการลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยจะใช้การสังเกตการกระพริบของดวงตาแล้วนำมาประมวลผลส่งสัญญาณไปยังแตรรถยนต์เพื่อให้เกิดระบบเตือนขึ้นกับผู้ขับขี่

## 1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- ศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ขณะที่มีอาการง่วง
- ศึกษาการส่งสัญญาณของอินฟราเรด
- ศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการควบคุมวงจร
- ศึกษาการส่งผ่านสัญญาณแบบไร้สาย (wireless)

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการประดิษฐ์แว่นตา

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบรูปแบบวงจรการทดลองและออกแบบตัวแว่น

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดลองตามทฤษฎีที่ได้ศึกษามา โดยแบ่งเป็นส่วน ๆ คือ

- ส่วนของอาการง่วงนอน
- ส่วนของวงจรที่ใช้
- ส่วนของการประมวลผล
- ส่วนของการส่งสัญญาณไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 นำส่วนต่างๆที่ทำการทดลองมาประกอบเป็นตัวแวนแล้วก็ทำการทดลอง  
ขั้นตอนที่ 6 ปรับปรุงแก้ไข  
ขั้นตอนที่ 7 นำไปพัฒนาในการใช้งานต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนการดำเนินงาน

	2549										2550			
	ม.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.					
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ														
1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกลับโนและงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องป้องกันการหกล้มในขณะขับรถ														
2. เลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งาน														
3. ออกแบบระบบการทำงานจากระบบตรวจสอบ														
4. เริ่มศึกษาและทดสอบส่วนต่างๆที่จะนำมาประกอบเป็นระบบ														
5. ทดสอบระบบ โดยเลือกวิธีที่สามารถให้ผลชัดเจนที่สุด														
6. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น														
7. สรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการพัฒนา														



### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนทฤษฎีสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ  
โครงการพิเศษนี้
2. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ
3. เพิ่มศักยภาพในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

หลับใน (Drowsiness) คือ หลับช่วงสั้นมากๆ โดยประมาณไม่ถึง 10 วินาที อาจจะแค่ 3 ถึง 4 วินาที การหลับในขณะที่ร่างกายไม่พร้อมที่จะหลับ ความง่วง จะทำให้ประสาทสัมผัสทุกอย่างช้าลง การรับรู้ช้าลง การตัดสินใจผิดพลาด สมองต้อ การตั้งการของสมองไปยังกล้ามเนื้อช้าลง เมื่อเวลาขับรถมีการแตะเบรกช้ากว่าปกติหรือหักหลบหลีกได้ช้ากว่าปกติ หากมีอาการหลับในเกิดขึ้น ผู้ขับขี่ไม่สามารถควบคุมการขับรถได้เลย

#### 2.1 อาการที่แสดงว่าเริ่มมีอาการง่วงนอน

อาการของผู้ขับขี่ที่แสดงให้เห็นว่าเริ่มมีอาการง่วงนั้นมีหลายแบบ ได้แก่

- การขี้ตา
  - การขยับตัวบ่อยขึ้น
  - การกระพริบตาถี่ขึ้น
  - ตอบสนองต่อสิ่งรอบตัวช้ากว่าปกติ
  - การหาว
  - สัปหงก
  - การจับพวงมาลัยหันล้อตรงในขณะที่รถเข้าโค้ง
- เป็นต้น

#### 2.2 ความผิดปกติภายในร่างกายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการหลับใน

อาการที่เกิดขึ้นเมื่อมีการหลับในนั้นจะเป็นอาการที่สัมพันธ์กับสรีระภายในของร่างกายจึงต้องมีอุปกรณ์คอยช่วยเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้

- การเต้นของหัวใจจะช้าลง สามารถวัดได้โดยการใช้เครื่อง EOG โดยติดขั้วไฟฟ้าไว้ที่ส่วนมุมของตา
- การหายใจแผ่วเบาลง โดยติดเซนเซอร์ที่จมูกหรือโดยการติดเซนเซอร์ไว้ที่หน้าอก
- คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและหัวใจมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถตรวจจับได้ด้วยเครื่องมือวัดดังนี้

1) ECG คือ เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจ เป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์จัดอยู่ใน

กลุ่มเครื่องมือวัดระบบการไหลเวียนของโลหิต สามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจได้โดยสมบูรณ์และไม่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง คลื่นไฟฟ้าดังกล่าวจะช่วยบอกสภาพการทำงานของหัวใจ ซึ่งสามารถวัดคลื่นไฟฟ้าได้จากการเดินของชีพจรของแขน ขา และหน้าอกแทนการวัดที่หัวใจโดยตรง แล้วนำสัญญาณมาเปรียบเทียบหรือรวมกันซึ่งทำให้สามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2) EEG การตรวจคลื่นสมองหรืออีอีจี (EEG) เป็นการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของกลุ่มเซลล์ในสมอง ผลการตรวจจะปรากฏเป็นเส้นกราฟต่อเนื่องบนจอภาพ การตรวจคลื่นสมองเป็นการตรวจที่ง่าย ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวดแก่ผู้ป่วย การตรวจคลื่นสมองหลังจากอดนอน (sleep deprivation) โดยให้ผู้รับการตรวจเข้านอนลึกที่สุดและตื่นเช้ากว่าปกติและไม่ให้หลับขณะเดินทางมาตรวจแต่ให้มาหลับขณะตรวจคลื่นสมอง วิธีต่างๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้เห็นสิ่งผิดปกติได้ชัดเจนขึ้น

3) EMG เป็นการตรวจดูความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การประยุกต์ใช้สัญญาณกล้ามเนื้อ โดยจะติดขั้วไฟฟ้าไว้ที่อวัยวะส่วนต่างๆของร่างกาย

- มีปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนไป สามารถวัดได้โดยการใช้โพรมบิจที่นิ้ว
- อุณหภูมิของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง อาจจะทำได้โดยการติดอินฟราเรดไว้ที่หู
- 

### 2.3สาเหตุของการหลับใหล

การหลับใหลที่เกิดขึ้นนั้นก็สามารถเกิดได้กับบุคคลหลายเพศ หลายวัย และหลายอาชีพ ซึ่งการหลับใหลโดยพื้นฐานที่เกิดขึ้นนั้น มีดังนี้

1) การพักผ่อนไม่เพียงพอ การนอนของคนไทยโดยปกติแล้วนั้นต้องนอนประมาณ 6 ถึง 8 ชั่วโมง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะเป็นการยากที่ว่าแต่ละคนจะสามารถนอนได้ตามที่ร่างกายต้องการ ปัญหาที่ตามมาหลังจากการนอนหลับพักผ่อนไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลาที่ร่างกายต้องการพักผ่อนแล้วร่างกายไม่ได้พักผ่อนก็จะเกิดการฝืนเพื่อที่ร่างกายจะทำงานต่อไปแต่ว่าจริงๆแล้วขณะนั้นร่างกายได้ปิดการทำงานแล้ว

2) การรับประทานอาหารอิ่มเกินไปทำให้ร่างกายต้องทำงานหนักในการย่อยอาหารที่รับประทานเข้าไป โดยปกติแล้วหลังรับประทานอาหารเสร็จใหม่ๆให้นั่งพักก่อนแล้วค่อยทำกิจกรรมอื่นต่อไป

3) ผลข้างเคียงของการรับประทานยาบางชนิด เช่น ยาแก้หวัด ยาแก้ไอ เป็นต้น การรับประทานยาบางชนิดที่หลังรับประทานอาหารเข้าไปแล้วทำให้มีอาการง่วงนอน

4) การดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เสพยาเสพติด เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กดระบบประสาทเหมือนกับยากล่อมประสาทและยานอนหลับ ถ้าดื่มไปมากๆ จะทำให้ง่วงและหลับได้

5) โรคประจำตัว เช่น โรคอ้วน ซึ่งมีผลทำให้การนอนหลับไม่มีคุณภาพเนื่องจากการนอนกรน โลหิตจาง โรคไต โรคตับ โรคไทรอยด์ เป็นต้น

6) มีแบบแผนการพักผ่อนที่เปลี่ยนไป

7) การติดเชื้อ สมองได้รับการกระทบกระเทือน

8) ความกังวล ความเครียด ความกดดัน

9) ปัญหาสุขภาพระยะสั้น เช่น อาการเจ็บป่วย เป็นไข้ ภูมิแพ้

10) ไม่คุ้นเคยกับการขับรถกลางคืนหลังเวลานอนตามปกติและไม่มีทักษะในการขับรถในเวลากลางคืน

11) มีการขับรถเป็นเวลานาน

## 2.4 วิธีการแก้อาการง่วงนอนขณะขับรถเบื้องต้น

เมื่อเกิดอาการง่วงนอนโดยสัญญาณแล้วมนุษย์เราก็ต้องมีพฤติกรรมที่ต้องทำเพื่อฝืนกับสิ่งที่เกิดขึ้นและสามารถทำกิจกรรมนั้นต่อเนื่องไปได้ เช่น

- ดื่มน้ำหรือเครื่องดื่มชูกำลัง กาเฟอีนจะเข้าไปสู่กระแสเลือดโดยใช้เวลา 15 ถึง 30 นาที ซึ่งระหว่างที่ดื่มน้ำหรือเครื่องดื่มชูกำลังจะยังรู้สึกง่วงอยู่ เมื่อคาเฟอีนเข้าไปสู่กระแสเลือดแล้วจะออกฤทธิ์กระตุ้นประสาททำให้คลายความง่วงลงได้

- ถ้ามีอาการง่วงมากๆ ควรหยุดพักข้างทางอย่าฝืนขับต่อไป

- ขณะขับรถอาจจะเปลี่ยนบรรยากาศโดยการเปิดกระจก หรือว่าเปิดเพลงที่มีจังหวะกระตุ้นการทำงานของร่างกาย แต่วิธีนี้จะช่วยได้ระยะเวลาสั้นๆเท่านั้น

## 2.5 วิธีตรวจวัดการง่วงนอน

ได้มีการวิจัยทำเครื่องตรวจและส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีอาการง่วงขณะขับขี่ยานพาหนะ ซึ่งในต่างประเทศนั้นจะมีกรรมวิธีในหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น

1) การติดกล้องวิดีโอแล้วประมวลผลภาพผู้ขับขี่ โดยติดกล้องวิดีโอไว้ที่หน้าคนขับ จะใช้วิธีการวัดสัดส่วนการปิดและการขยายของรูม่านตากับเวลาโดยดูจากการเปิดปิดของเปลือกตาหรือดูจากการกระพริบตา ปัญหาของวิธีนี้ก็คือ ยากในการจับภาพซึ่งอาจจะมีผลจากสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) การตรวจสอบสถานะชีพจร เครื่องนี้ต้องติดเครื่องตรวจจับกระแสไฟฟ้าไว้ที่ตัวตลอดเวลา
- 3) มีการติดเซนเซอร์ที่เบาะนั่งหรือพวงมาลัยตรวจสอบลักษณะการหมุนสัมพันธ์กับภาพเส้นขอบทางเบื่องหน้ารถ
- 4) การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการเคลื่อนไหวของเปลือกตาโดยใช้การกระพริบตาโดยเทียบกับมาตรฐาน AVR โดยใช้หน่วยการวัดของ JDS (John Drowsiness Scale) โดยใช้เป็นพื้นฐานในการพิจารณาการกระพริบตา ซึ่งจะทำได้โดยการติดตัวอินฟราเรดไว้ที่แว่นตาแล้วก็ใช้หลักการสะท้อนของแสง ปัญหาของวิธีนี้ก็คือแสงรบกวนจากสิ่งแวดล้อม
- 5) วิธีการสัปหงกหัวแล้วให้ใส่เซนเซอร์ตรวจสอบไว้ที่หู ปัญหาของระบบนี้ก็คือเมื่อมีการก้มหัวที่นอกเหนือจากการหงกหัวนั้นสัญญาณก็จะค้างขึ้น ซึ่งเสียงที่ใช้เตือนดังมาๆอาจจะทำให้ตกใจได้
- 6) การตรวจสอบคลื่นไฟฟ้า จะต้องมึเครื่องติดที่ตัวผู้ขับอย่างเช่นการตรวจชีพจร
- 7) วิธีการติดตั้งกล้องที่มีแสงอินฟราเรดมาที่หน้าคนขับแล้วก็ทำการบันทึกการเปิดปิดของตาเมื่อตาปิดลงเครื่องก็จะส่งสัญญาณเตือน

## 2.6 การศึกษาเกี่ยวกับการหลับในโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างๆ

2.6.1 มาตรฐาน Karolinska Sleepiness Scale (KSS) และมาตรฐาน Standard deviation of the lateral position (SDLAT)

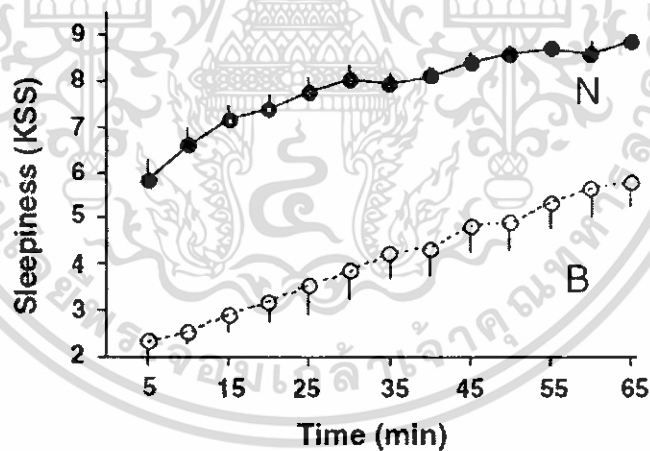
การศึกษาคำถามความกระตือรือร้นและประสิทธิภาพในการขับรถในเวลากลางวันโดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ Karolinska Sleepiness Scale (KSS) ช่วงของการกระพริบตาและมาตรฐานการหันเหของล้อรถ Standard deviation of the lateral position (SDLAT)

KSS โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในการวัดระดับการง่วงนอนโดยมี 9 ระดับ ซึ่งช่วงระดับที่ 1 จะมีความตื่นตัวสูง จนถึงระดับที่ 9 ที่มีการง่วงนอนสูง ซึ่งจะต้องใช้ความพยายามอย่างสูงที่ต้องต่อสู้กับอาการง่วงนอน

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานของ KSS จะเป็นค่าตั้งแต่ 1 ถึง 9 ซึ่งแต่ละค่าจะแสดงสถานะของการตื่นตัวที่แตกต่างกัน

ระดับ KSS	อาการ
1	มีความตื่นตัวสูง
3	มีความตื่นตัว
5	เริ่มมีอาการง่วง
7	ง่วงมากแต่ก็ยังพยายามตื่นตัว
9	ง่วงมากไม่มีการตื่นตัวเลย

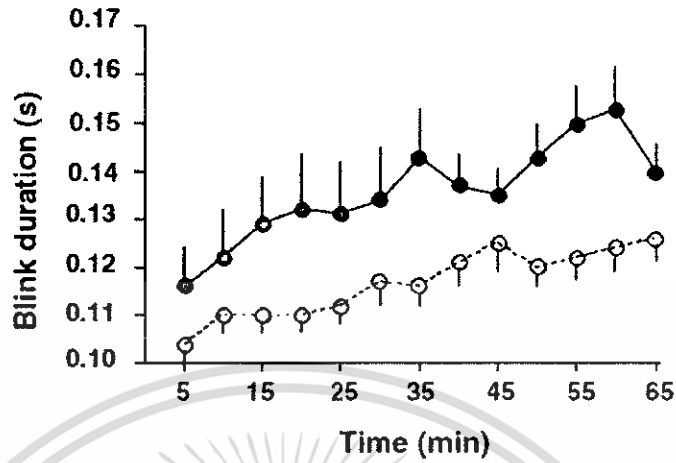
กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบของคนขับรถขณะตื่นตัวและขณะง่วงนอนโดยใช้มาตรฐาน KSS และการเปิดปิดของตาทุกๆ 5 นาทีในช่วงเวลาของการขับรถเป็นเวลา 65 นาที



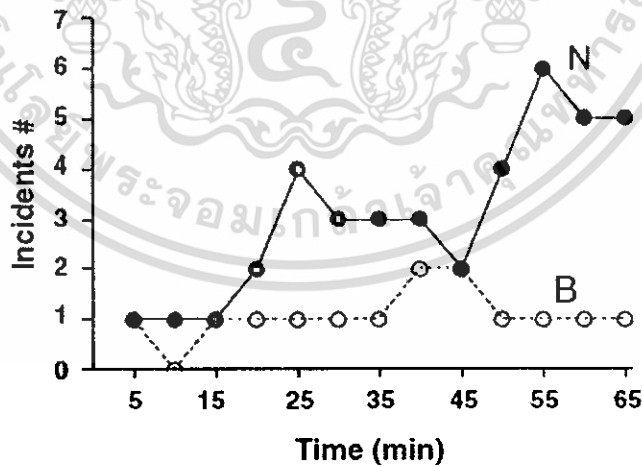
รูปที่ 2.1 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและการง่วงนอนในมาตรฐานของ KSS

- เมื่อ N คือ มีปัจจัยของการไม่ได้นอนตอนกลางคืนเข้ามาเกี่ยวข้อง
- B คือ คนนอนปกติ
- Incident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 2 ล้อ
- Accident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 4 ล้อ
- SDlat คือ มาตรฐานการเปรียบเทียบตำแหน่งของล้อรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและเวลาการกระพริบ  
 เมื่อ N คือ มีปัจจัยของการไม่ได้นอนตอนกลางคืนเข้ามาเกี่ยวข้อง  
 B คือ คนนอนปกติ  
 Incident คือ ดัชนีเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 2 ล้อ  
 Accident คือ ดัชนีเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 4 ล้อ  
 SDlat คือ มาตรฐานการเปรียบเทียบตำแหน่งของล้อรถ

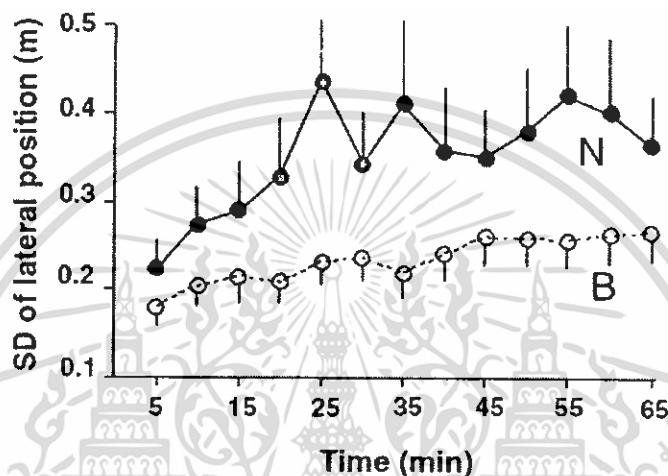


รูปที่ 2.3 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและการเปลี่ยนตำแหน่งของล้อออกนอกจุดที่  
 มาร์ค

เมื่อ N คือ มีปัจจัยของการไม่ได้นอนตอนกลางคืนเข้ามาเกี่ยวข้อง  
 B คือ คนนอนปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Incident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 2 ล้อ  
 Accident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 4 ล้อ  
 SDlat คือ มาตรฐานการเปรียบเทียบตำแหน่งของล้อรถ



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างเวลาและตำแหน่งมาตรฐานของล้อรถ

เมื่อ N คือ มีปัจจัยของการไม่ได้นอนตอนกลางคืนเข้ามาเกี่ยวข้อง

B คือ คนนอนปกติ

Incident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 2 ล้อ

Accident คือ ล้อรถเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่มาร์คไว้ 4 ล้อ

SDlat คือ มาตรฐานการเปรียบเทียบตำแหน่งของล้อรถ

#### 2.6.2 มาตรฐาน Johns Drowsiness Scale (JDS)

การศึกษาการร่งงนอนโดยสังเกตความเร็วของการกระพริบตาโดยเทียบกับมาตรฐานของ Johns Drowsiness Scale (JDS)

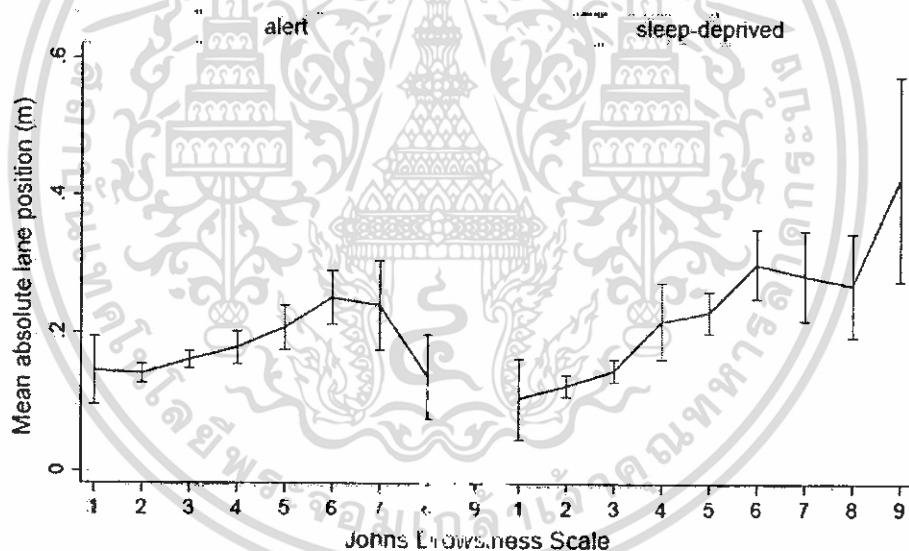
Johns Drowsiness Scale ประกอบด้วยส่วนของการวัดการร่งงนอนพื้นฐาน ซึ่งสัมพันธ์กับช่วงการเปิดและปิดของเปลือกตา ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 10 ระดับ โดยจะเป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอาการร่งงนอนและพฤติกรรมของผู้ขับยานพาหนะในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของช่องทางเดินรถ ความเร็วและความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป เพราะว่ามีข้อมูลในการวัดค่อนข้างคร่าวๆ อาจจะไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการที่จะปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างอาการง่วงนอนและพฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะ ที่แสดงในตารางและกราฟต่อไปนี้

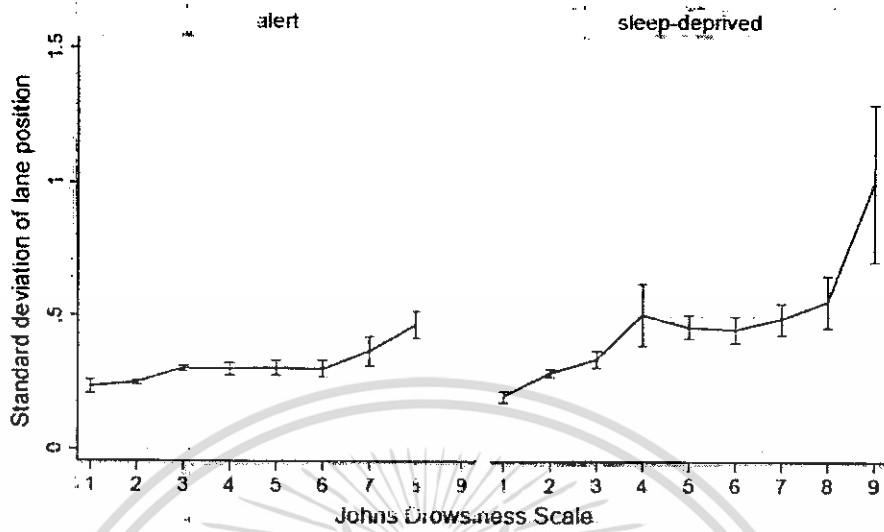
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าของ Johns Drowsiness Scale

category	1	2	3	4	5	6	7	8	9
JDS	0.5-1.4	1.5-2.4	2.5-3.4	3.5-4.4	4.5-5.4	5.5-6.4	6.5-7.4	7.5-8.4	8.5-9.5

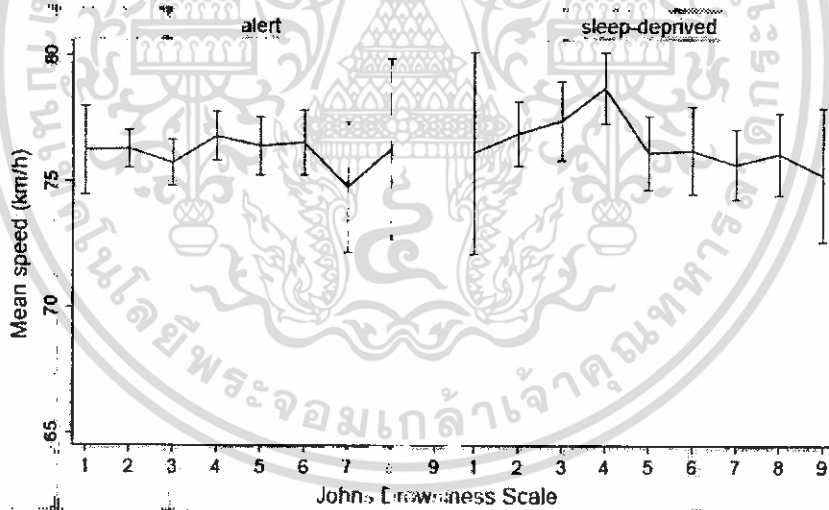


รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของมินของเลนส์ที่ตำแหน่งขอบเลนส์กับค่า JDS ของผู้ขับขี่ที่ตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีการง่วงนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

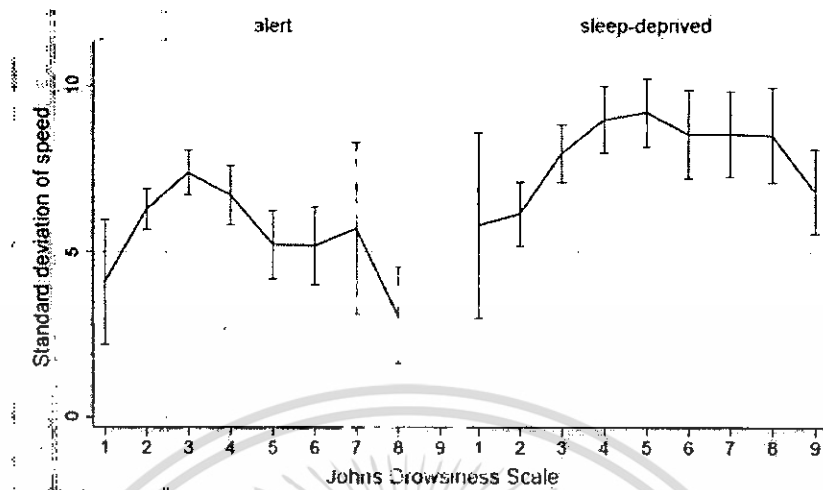


รูปที่ 2.6 กราฟความสัมพันธ์ตำแหน่งของเลนส์มาตรฐานกับค่า JDS ของผู้ขับขี่ที่ตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการง่วงนอน



รูปที่ 2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับค่า JDS ของผู้ขับขี่ที่มีความตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการง่วงนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วมาตรฐานกับค่า JDS ของผู้ขับขี่ที่มีความตื่นตัวและผู้ขับขี่ที่มีอาการง่วงนอน

นอกจากมาตรฐานที่ใช้ในการพิจารณา KSS JDS แล้วยังมีมาตรฐานอื่นที่ใช้ในการพิจารณาอีก เช่น ESS เป็นต้น ที่จะใช้ในการศึกษาและตรวจสอบระบบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการขับขี่ยานพาหนะและการง่วงนอน

## 2.7 กรรมวิธีใหม่สำหรับการจับตาภาวะหลับใหลของผู้ขับขี่รถยนต์

การหลับใหลเป็นสภาวะก้ำกึ่งระหว่างสภาวะการตื่นตัวและความง่วงนอน เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุทางท้องถนนมากมาย แต่ยังไม่มีการวิธีการตรวจสอบที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป วัตถุประสงค์เพื่อบรรยายถึงกรรมวิธีใหม่ที่ใช้ตรวจสอบการหลับใหลของคนขับรถอย่างต่อเนื่อง โดยใช้มาตรวัดการหลับใหลแบบใหม่(ดัชนี John หรือ JDI) กรรมวิธีการเคลื่อนไหวตาและเปลือกตาถูกตรวจสอบด้วยกระบวนการสะท้อนกลับของรังสีอินฟราเรดที่ใช้ติดตั้งตัวถ่ายทอดที่ครอบไฟ เช่นเดียวกับที่ใช้ในเลนส์หรือแว่นกันแดดที่สั่งตัด JDI (ระดับ0-10) ขึ้นอยู่กับการรวมตัวกันของตัวแปรต่างๆที่แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวเปลือกตาขณะกะพริบตา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัตราส่วนความกว้างถึงอัตราความเร็วสูงสุด (AVR) ของการเปิดเปลือกตาและลืมตาขึ้นมาอีกครั้ง เหล่านี้เป็นตัวแปรที่แพร่หลายที่ได้รับการสาธยายขึ้นมาใหม่ซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องใช้การปรับตั้งมาตรฐานเฉพาะราย ทำการบันทึกขณะอาสาสมัคร 8 คนขับรถในรถจำลองเป็นเวลา 45 นาที เมื่อตื่นตัวอยู่และหลังจากอดนอนมากกว่า 30 ชม. ทำการบันทึกอื่นๆ กับคนขับรถบรรทุกสินค้าที่ขับไปตามเส้นทางและตารางเวลาการทำงานปกติของพวกเขา ผลในผู้ขับรถที่ตื่นตัวอยู่เสมอ ขับรถโดยไม่มีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น ผลต่าง JDIอยู่ระหว่าง0.5 และ4.0 สมรรถภาพการขับรถลดน้อยลงหลังการอดนอน และมีการชน 61 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานการวิจัยและพัฒนา การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ในรถจำลอง ทั้งหมดนี้สามารถป้องกันไม่ให้เกิดได้ด้วยการเตือน เมื่อค่า JDI ขึ้นมาที่ 4.5 โดยเจาะจง ที่มากกว่า 5.0 คนขับรถบรรทุกจะถูกบันทึกขณะอยู่บนท้องถนนด้วยค่า JDI มากกว่า 5 เมื่อตาม รายงานว่าเค้าหลับบนพวงมาลัยโดยไม่มีการชน

สรุปการทดลองในเครื่องขับชี้จำลองและในรถบรรทุกบนถนนแสดงให้เห็นว่า Optalert TM สามารถจับตาการหลับในของคนขับรถอย่างต่อเนื่องและสามารถช่วยป้องกันการชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเตือนอย่างฉับไวให้เตรียมแผนการจัดการกับการหลับในก่อนที่พวกเขาจะหลับบนพวงมาลัยแล้วเกิดการชนขึ้น

ถึงอย่างไรก็ตามลักษณะท่าทีที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการในตอนแรกนั้น เกิดปัญหาขึ้นกับวิธีการใช้กล้องวิดีโอ เกิดความยุ่งยากในการจับภาพที่น่าจะเป็นไปได้เมื่อปัจจัยแสงจากแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ดังเช่นเวลาขับรถกลางแสงแดดแล้วเข้าไปในร่ม หรือเมื่อแว่นตาหรือแว่นกันแดดถูกใช้จนเก่า นอกจากนี้วิธีการใช้กล้องวิดีโอยังขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ไม่เป็นจริงในสภาวะช่วงเหงาหาวนอน ข้อผิดพลาดของสมรรถภาพของการมองเห็นไม่ได้เกิดขึ้นแค่เฉพาะการปิดเปลือกตาที่ปิดบังการมองเห็นเท่านั้น แต่ยังรวมถึงตอนที่ลืมตาขึ้น ด้วยกรรมวิธีการอำพรางการมองเห็นหรือการเพิกเฉย นอกจากนี้ ความอันตรายของการหลับขณะขับรถอาจจะเริ่มต้นตอนที่เราปิดเปลือกตาลงโดยไม่รู้ตัว(ใช้เวลานานมากกว่า 500 มิลลิวินาที) ซึ่งวิธีการใช้กล้องวิดีโอต้องใช้เพื่อการวัด

การวินิจฉัยการหลับ Pty Ltd Melbourne Australia ได้พัฒนาและได้รับสิทธิบัตรกรรมวิธีใหม่ที่ใช้รังสีอินฟราเรด Oculography สำหรับการจับตาการหลับในอย่างต่อเนื่อง วิธีนี้ทำให้เรารู้จักตัวแปรใหม่ของการหลับใน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัตราความเร็วที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวเปลือกตา ได้มาจากอัตราส่วนของกรวยใหญ่และอัตราความเร็วสูงสุดของการกระพริบตามาตราส่วนใหม่ของการวัดการหลับใน ดัชนีวัดการหลับในของจอห์น(JDI) ได้รับการพัฒนาและทำให้เป็นเหตุเป็นผล ตามที่จะมีการวัดเค้าโครงที่นี้ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากผลรวมของตัวแปรที่เป็นลักษณะพิเศษเฉพาะของความทนทานและอัตราความเร็วของส่วนประกอบที่แตกต่างของการเคลื่อนไหวเปลือกตาขณะกระพริบตา

#### 2.7.1 ระบบ Optalert ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต Oculography

Optalert TM ใช้จังหวะการเคลื่อนไหวของแสงอินฟราเรดที่ไม่สามารถมองเห็นจากแอลอีดี (LED) ซึ่งอยู่ด้านหลังและด้านหน้าลูกตา ตั้งอยู่ในกรอบโครงสร้างอย่างที่จะถูกใช้ในการยึดเกาะเลนส์ ถ้าจำเป็น จังหวะสั้นสะท้อนอินฟราเรด ซึ่งจะถูกรวบรวมและทำซ้ำที่ความถี่ 500 เฮิร์ตจะถูกชี้ไปที่เปลือกตา แสงอินฟราเรดทั้งหมดสะท้อนกลับมาจากตาและเปลือกตาถูกรวบรวมโดย โฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) ข้างๆ แอลอีดี(LED)ระดับแสงอินฟราเรด จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งแวดล้อมจะถูกค้นพบทันทีก่อนที่การสั่นแต่ละครั้ง จะถูกลบจากระดับรวมระหว่างจังหวัด การสั่น ด้วยเหตุนี้การขจัดผลกระทบที่ไม่ต้องการจากแสงในสิ่งแวดล้อม แม้เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงเหนือมากกว่าหนึ่งในพันของวินาที ความสูงของแต่ละจังหวัดการเคลื่อนไหว เหล่านั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับตำแหน่งการเคลื่อนไหวลูกตาและเปลือกตาในความสัมพันธ์กับ เครื่องส่ง IR วิธีการสำหรับการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของลูกตาและเปลือกตาเป็นการคัดแปลงอย่างที่ได้บรรยายไว้โดย Lender et al และแตกต่างจากกระบวนการใช้การสะท้อนใน เนื้อเยื่อชั้นนอกที่ชาวหนาของลูกตาที่มากขึ้นของ Torok et al

ตัวประมวลผลคุณภาพที่ติดตั้งอยู่ตรงขาแว่นตา ควบคุมจังหวัดเวลาและลักษณะอื่นๆ ของ การสั่นไหว IR และประมวลตัวเลข (Digitise) analogue( ของที่คล้ายกัน, ค่าที่มีความ ต่อเนื่องกันโดยตลอด, เชิงอุปมาน หมายถึง การแทนปริมาณแสดงจำนวน โดยการวัดใน ลักษณะต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ความเร็วของรถยนต์ ซึ่งวัดได้จากความเร็วของการหมุนของวง ล้ออาจจะแทนได้ด้วยจำนวนเลข ) ที่เป็นข้อมูลที่ส่งมาจากตัวรับความรู้สึก(เครื่องส่งสัญญาณ ชนิดหนึ่งที่ไวต่อแสง อุณหภูมิระดับรังสี,สิ่งที่รู้สึก,ตัวที่รับความรู้สึกหรือมีปฏิกิริยาต่อสิ่ง กระตุ้น โดยการเคลื่อนไหว) กำลังแรงที่ส่งออกมาและข้อมูลต่อเนื่องที่ส่งออกมาจากแว่นตา ผ่านทางสายเคเบิล เชื่อมต่อกับหน่วยปฏิบัติงานที่สามารถเป็นได้ ทั้งหน่วย bench-top สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือส่วนที่ติดตั้งกับยานพาหนะสำหรับใช้งานขณะขับรถ หน่วย นี้ให้การวิเคราะห์การบันทึกการให้สัญญาณที่แตกต่างมากมาย(ตำแหน่งสะท้อนและอัตรา ความเร็วของการเคลื่อนไหว และทำให้เกิด JDI อย่างอัตโนมัติออนไลน์หรือออฟไลน์

จอห์นเป็นคนแรกที่อธิบายอัตราส่วนของการขยายตัวไปสู่อัตราความเร็วสูงสุดของการ เคลื่อนไหวเปลือกตาขณะกะพริบตาเพื่อเตรียมการวัดอัตราความเร็วที่เกี่ยวข้องโดยปราศจาก ความต้องการปรับเทียบ ในระยะเวลาที่แท้จริงของทั้งการขยายตัวและอัตราความเร็ว อย่างแรก อัตราเร็วของการขยายตัวนี้ (AVR) มีพื้นมาจากอัตราความเร็วต่างๆคำนวณเป็นค่าเปลี่ยนแปลง สูงสุดตำแหน่งของเปลือกตาด้านบนสุดต่อ 10 มิลลิวินาที แต่นี้ถูกเปลี่ยนไปที่ 50 มิลลิวินาที เพื่อที่จทำให้สะท้อนได้ดีขึ้นทำให้การเคลื่อนไหวเปลือกตาช้าลงในการหลับใน

การบันทึก Optalert คล้ายคลึงกับ EOG มากเมื่อบันทึกในรูปแบบกระแสตรง (ไม่ใช่ รูปแบบกระแสสลับ ปกติที่ใช้ในการทดสอบส่วนใหญ่)แต่โดยปราศจาก EEG ที่ไม่ ต้องการ EMG ที่เกี่ยวกับตา และเครื่องประดิษฐ์การเคลื่อนไหวของขั้วไฟฟ้าที่ปกติจะนำเสนอ EOG ของผู้ที่คล่องแคล่ว กระตือรือร้น มีสัญญาณแปลตัวเลขจากโฟโตทรานซิสเตอร์แต่ละอัน ในกรอบโครงสร้าง อันแรกแสดงให้เห็นตำแหน่งของลูกตาและเปลือกตา อันที่สอง คืออัตรา ความเร็วของการเคลื่อนไหวใดๆ (การเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งต่อ 50 มิลลิวินาที คำนวณ 500

ครั้งต่อวินาที ระยะเวลาของการปิดเปลือกตา ของเปลือกตายุ่งคงปิดอยู่ และที่ลืมตาขึ้นมาอีกครั้งคำนวณแยกและ โดยอัตโนมัติในการกะพริบตาแต่ละครั้งตามที่ AVR's สำหรับการปิดและเปิดเปลือกตา

โดยสรุป Optalert TM ใช้กรอบแว่นตา คล้ายกันมากกับที่ใช้ใส่กับเลนส์หรือแว่นตาสังเกตเครื่องส่ง Embedded IR ที่ทำให้เกิดความถูกต้องในการวัดการเคลื่อนไหวลูกตาและเปลือกตาดูสร้างขึ้น ไม่มีการสอดแทรกกับการมองเห็นหรือความเสี่ยงทางสุขภาพ วิธีการไม่ได้เป็นผลมาจากผิวหนัง สีตา หรือคอนแทคเลนส์

เราแสดงให้เห็นในตอนแรกแล้วว่าระยะเวลาของการกะพริบตาแต่ละครั้ง (เปลือกตายุ่งคงปิดอยู่และลืมตาขึ้นมาอีกครั้ง)เพิ่มขึ้นในการหลับใน อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเหล่านี้ภายในการกะพริบตาแบบเดียวกันค่อนข้างที่จะต่ำและไม่มีความสำคัญทางสถิติเสมอไป (Spearman's  $r = -0.11$  to  $0.03$   $n = 133$ ) อันเดียวกันนี้ถูกต้องสำหรับอัตราความเร็วที่เกี่ยวข้องของการปิดเปลือกตาและลืมตาขึ้นมาอีกครั้ง วัดโดย AVR's ทุกๆอันชี้ให้เห็นว่ากระบวนการหักเหที่ควบคุมการเคลื่อนไหวต่างเป็นอิสระเพียงบางส่วน การหลับในจะเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้าม การไปคลายการควบคุมที่รัดกุมปกติภายในกระบวนการแต่ละอย่าง และในทางตรงกันข้าม ไปคลายความสัมพันธ์ระหว่างวิธีที่แตกต่างเหล่านั้น ดังนั้น เป็นสิ่งสำคัญที่เราจะต้องไม่พึ่งพาใครอื่นที่เปลี่ยนแปลงอย่าง โคดเคียวอย่างเช่นระยะเวลาของการปิดเปลือกตา ตามการวัดการหลับรายบุคคล

### 2.7.2 The John Drowsiness Index

JDI เป็นการวัดส่วนประกอบต่างๆของการหลับใน มีพื้นฐานมาจากลักษณะการกะพริบตาที่มีหลากหลายรูปแบบ รวมทั้ง AVR's สำหรับการปิดและเปิดตาขึ้นมาอีกครั้งของเปลือกตา รวมทั้งระยะเวลาของการปิดเปลือกตา ขณะหลับตาอยู่ และการเปิดตาขึ้นมาอีกครั้งขณะกะพริบตา การเพิ่มน้ำหนักของแต่ละตัวแปร ใน JDI เป็นผลมาจากการวิเคราะห์การถอยหลังหลายเท่า เปรียบเทียบกับผลของการบันทึก Optalert ก่อนและหลังจากการอดนอนเป็นเวลา 24 ถึง 40 ชั่วโมง ในผู้ทดสอบปกติอีกคนหนึ่ง ค่า JDI ถูกคำนวณแต่ละนาทิตบนสเกลวัด ที่ 0 ถึง 10 ค่าปกติอยู่ที่ 0 ถึง 4 ซึ่งไม่ต้องการการปรับปรุงสำหรับผู้ทดสอบแต่ละคน

การบันทึกการเคลื่อนไหวลูกตาและเปลือกตาขณะขับรถแสดงให้เห็นความหลากหลายของการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ saccades และการกะพริบตาซึ่งจะมีอำนาจเหนือกว่าเมื่อนั่งและการทดสอบการอ่านข้อมูลคอมพิวเตอร์ เมื่อขับรถยังมี vestibulo-ocular และการติดตามเคลื่อนไหวที่ราบเรียบเพราะว่ายานพาหนะเคลื่อนไหวในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแนวตั้งและเพราะอาจเป็นการเคลื่อนไหวไปข้างหน้าโดยเจตนา ทั้งหมดนี้ต้องการการควบคุมสะท้อนกลับ ,การเคลื่อนไหวลูกตาที่ถูกต้องเพื่อที่จะไปคงไว้ซึ่งการเกาะแน่น การเคลื่อนไหวเหล่านี้ไม่เป็นไปตามกฎเดียวกันของการขยายและอัตราส่วนความเร็วที่ใช้ในการกระพริบตาและsaccadesดังนั้นพวกนี้จึงถูกจำแนกโดย Optalert ก่อนที่จะทำการคำนวณ

The John Test of Vigilance( JTV) ถูกพัฒนาโดยเฉพาะสำหรับการบันทึกการเคลื่อนไหวลูกตาและเลือกตารางระหว่างการทดสอบ Simple reaction-time ซึ่งใช้สำหรับการทดสอบความถูกต้องของค่า JDI ผู้ถูกทดสอบกดปุ่ม ถือไว้ในกำมือ ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้หลังจากตัวกระตุ้นถูกนำเสนอซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างกินเวลานาน400 มิลลิวินาทีและปรากฏช่วงเวลาสุ่มระหว่าง15 วินาทีบนจอคอมพิวเตอร์ เวลาทำปฏิกิริยา วัดโดยอัตโนมัติด้วยความถูกต้องที่ 1 มิลลิวินาที โดยปกติ JVT ใช้เวลาดำเนินการประมาณ 10 ถึง 15 นาที รวมทั้ง 60 ถึง 90 stimuli

### 2.7.3 Driving with optalert

การบันทึกถูกทำขึ้นกับ Optalert ขณะที่ อาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจำนวน 8 คน แต่ละคนขับรถมาก่อนเป็นเวลา 45 นาที อุปกรณ์จำลองการเคลื่อนรถ ที่สถาบันวิจัยการเกิดอุบัติเหตุที่มหาวิทยาลัย โมนาซ เมลเบิร์น การบันทึกบางอย่างทำตอนที่ผู้ทดสอบยังตื่นตัวอยู่ อีกอย่างทำขึ้นเมื่อพวกเขาอ่อนมาเป็นเวลานับจาก 2-3 ชม ไปจนถึง 34 ชม. ในผู้ทดสอบแต่ละคน ที่การมองไปข้างหน้า 180 องศา จากรถยนต์ เป็นถนนในชนบทที่โค้งวนและลาดเอียงขนาดกว้าง 2 เลน ในเวลากลางคืน แต่ไม่มีขั้วคยานพาหนะอื่นๆ หรือไฟสัญญาณจราจร หรือป้ายหยุดรถ ผู้ถูกทดสอบถูกกำหนดให้ขับรถเพียงเลนเดียวแม้เมื่อมีเลนให้ผ่านครั้งคราว สมรรถภาพการขับรถของพวกเขาถูกประเมินโดยความคลาดเคลื่อนสูงสุดของรถยนต์ที่เอนไปทางซ้ายและขวาจากจุดส่วนกลางเลนต่อหน้าที่ของการขับรถ เหตุการณ์การเคลื่อนไหวไหลออกนอกถนนถูกอธิบายเป็นหน้าที่ของการบันทึกเมื่อ 4 ล้อของรถยนต์ออกนอกเลนซึ่งมีความกว้างประมาณ 3.35 เมตร

ในการทดสอบอื่นๆ อาสาสมัครที่เป็นคนขับรถบรรทุกส่งสินค้าใช้ Optalert ขณะขับรถผ่านเส้นทางประจำและตารางเวลาทำงานปกติ ต่างกันจาก 2 ถึง 3 เดือน ค่า JDI ถูกคำนวณอย่างอัตโนมัติในแต่ละนาที

## 2.8 หลักการที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 การกระพริบตา การกระพริบตาเป็นการเปิดและปิดตาของหนังตามันเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดเพื่อที่จะทำให้น้ำตากระจายไปทั่วพื้นผิวของลูกตาไม่ว่าจะเป็นตาขาวหรือตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำ โดยค่าเฉลี่ยของการกระพริบตาหนึ่งครั้งใช้เวลาประมาณ 300 ถึง 400 มิลลิวินาที ความเร็วของการกระพริบตาจะขึ้นกับปัจจัยพื้นฐานอื่นๆ อย่างเช่น ความเหนื่อยล้า ตาได้รับอันตราย การใส่ยาและโรคที่เกี่ยวกับตา จะมีการกระพริบตาเกิดขึ้นทุกๆ 2 ถึง 10 วินาที อัตราการกระพริบตาพิจารณาที่จุดศูนย์กลางของการกระพริบตาที่เกิดจากสิ่งกระตุ้นภายนอก การกระพริบตาทำให้ดวงตามีน้ำตามาหล่อลื่น เพื่อให้ส่วนที่ทำหน้าที่รับแสง มีความใสกระจ่างอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังช่วยจัดฝุ่นละอองต่างๆ ออกจากดวงตาด้วย โดยปกติ คนเราจะกระพริบตาประมาณ 15 ครั้งต่อนาที แต่ในเวลาเกิดอาการคันเคือง โดยได้ศึกษาและพิจารณาความเร็วของการกระพริบตา

### 2.8.2 อินฟราเรดแบบหลอด LED (infrared LED Lamps )

แสงอินฟราเรด คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ในช่วง  $10^{11} - 10^{14}$  เฮิร์ตซ์ หรือความยาวคลื่น  $10^{-3} - 10^{-6}$  เมตร เรียกว่า รังสีอินฟราเรด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า คลื่นความถี่สั้น (Millimeter waves) ซึ่งจะมีย่านความถี่คาบเกี่ยวกับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟอยู่บ้าง วัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า  $10^{-4}$  เมตรออกมา ประชาชนสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรด

คุณสมบัติเด่นของอินฟราเรด

- คลื่นสั้น ทางเดินของแสงเป็นแนวตรง
- ราคาถูก
- ง่ายต่อการผลิต
- ปลอดภัยต่อการดักสัญญาณ
- ไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุ ทำให้สามารถติดตั้ง Infrared ในห้องทำงานติดกันได้



รูปที่ 2.9 อินฟราเรดแบบหลอด LED

2.8.3 คลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency- RF) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency - RF) ประชาชนสัมผัสของมนุษย์สามารถได้รับหรือได้ยินเสียงที่อยู่ระหว่างความถี่ 20 Hz -20KHz ถ้าความถี่สูงหรือต่ำกว่านี้ มนุษย์เราก็ไม่

สามารถได้รับหรือได้ยินเสียงหรือคลื่นความถี่นั้น ชัดจำกัดในการส่งคลื่นความถี่เสียงก็ไปไม่ได้ไกล และยังคงอาศัยอากาศเป็นสื่อกลาง ใช้วงจรสำเร็จรูปที่มีคลื่นความถี่ 315 MHz รุ่น A2ABTAE-D2

#### 2.8.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC 16F8X

ปัจจุบันนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูลหนึ่งที่กำลังมีบทบาทมากขึ้นในบ้านเราคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัทไมโครชิป มีชื่อตระกูลว่า PIC 16/17 จริงๆ แล้ว PIC 16/17 นี้ได้เริ่มต้นถูกออกแบบใช้เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อ หรือภาษาอังกฤษเรียกว่า Peripheral Interface Controller หรือ PIC สำหรับใช้ร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิต ในส่วนของตัวควบคุมอุปกรณ์ อินพุท/เอาต์พุท และได้ออกแบบให้ทำงานด้วยความเร็วสูง ภายในชิปมีชุดคำสั่งเรียกว่าไมโครโคดขนาดเล็กบรรจุอยู่ ผลของการออกแบบนี้เป็นพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC 16C54 สำหรับตัวที่เรานำมาศึกษาเบื้องต้นนั้นเป็นชิป PIC 16F819 เนื่องจากความจำภายในโปรแกรมเป็นชนิด Flash สามารถโปรแกรมได้หลายครั้ง มีขา 18 หรือ 20 ขา PIC 16F819

- มีลักษณะเป็น Low Power
- สามารถเขียนและลบได้ 100000 ครั้ง โดยเพิ่มความจำแบบ Flash เข้าไป
- สามารถเขียนและลบได้ 100000 ครั้ง โดยข้อมูลในหน่วยความจำแบบ EEPROM
- EEPROM สามารถเก็บข้อมูลได้ 40 ปี
- กระบวนการอ่านและเขียนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำ
- ใช้ Low - Voltage ในการ Programming
- ในวงจรมีการ Debugging ทาง 2 pins

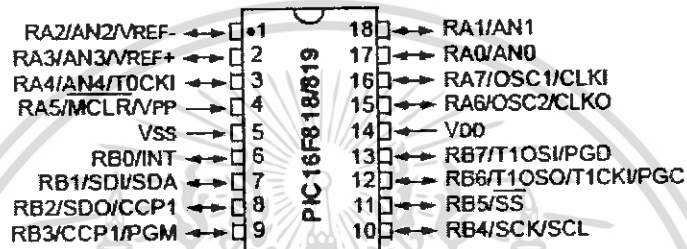
#### จุดเด่นของส่วนเพอริเฟอรัล

- 1) มีอินพุท / เอาท์พุท 16 บิต แต่ละบิตควบคุมทิศทางได้อิสระ
- 2) กระแส sink และ กระแส source มีค่าสูงสุด 25 มิลลิแอมป์
- 3) TMR0 เป็นตัวตั้งเวลา / ตัวนับขนาด 8 บิต มีพรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิต
- 4) TMR1 เป็นตัวตั้งเวลา / ตัวนับขนาด 16 บิต มีพรีสเกลเลอร์ขนาด 16 บิต

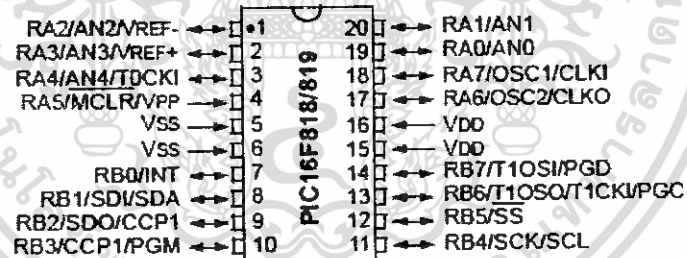
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device	Program Memory		Data Memory		I/O Pins	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	SSP		Timers 8/16-bit
	Flash (Bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)				SPI™	Slave I <sup>2</sup> C™	
PIC16F818	1792	1024	128	128	16	5	1	Y	Y	2/1
PIC16F819	3584	2048	256	256	16	5	1	Y	Y	2/1

### 18-Pin PDIP, SOIC



### 20-Pin SSOP



รูปที่ 2.10 แสดงขาของ PIC 16F819

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องพฤติกรรมต่างๆของผู้ที่มีอาการง่วงนอน และจากการศึกษางานวิจัยที่ได้ ทำการศึกษาเรื่องการป้องกันการหลับในด้วยระบบต่างๆ จึงเล็งเห็นถึงความสะดวกและความน่าจะเป็นที่สามารถจะทำให้เกิดขึ้นมาได้ เพื่อป้องกันการหลับในไม่ให้เกิดขึ้นขณะขับรถ จึงได้มีการประยุกต์ผสมผสานกับแนวคิดใหม่เพิ่มเติมในการออกแบบ ประดิษฐ์และพัฒนาส่วนต่างๆของ เครื่อง ต้นแบบ

#### 3.1 สังเกตการกระพริบตาของบุคคลในลักษณะต่างๆ

- บุคคลผู้มีความตื่นตัว
- บุคคลผู้มีความเหนื่อยหัด
- บุคคลผู้มีอาการง่วงนอน

#### 3.2 การทดสอบหาวงจรที่จะนำมาใช้ในระบบ

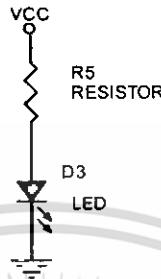
ส่วนของวงจรอินฟราเรด

หลักการของอินฟราเรด แสงอินฟราเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดงลงไป ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เอง จึงทำให้ เช่น เซอร์ชนิคที่ใช้แสงอินฟราเรด เป็นที่นิยมนำมาใช้กันมาก โดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสงเป็นแหล่งกำเนิด ปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุ ด้านหน้า มันก็จะสะท้อนแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสง ส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้น ขึ้นอยู่กับ สี และสภาพความมัน ของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำ จะมีอัตราการสะท้อนกลับ น้อยกว่าสีขาว , หรือสภาพพื้นผิวที่มีความราบเรียบ เป็นมันวาว จะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่า พื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น

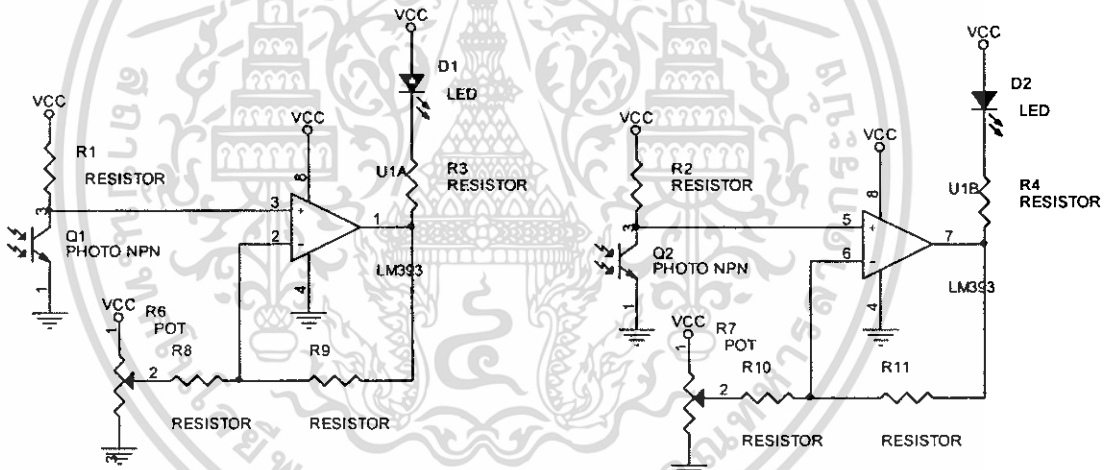
วงจรภาคส่ง จะประกอบไปด้วย LED อินฟราเรด ตัวส่ง D1 ทำงานร่วมกับค่าความต้านทาน R1 ที่มีหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ LED ตัวส่ง ไม่ให้เสียหาย

วงจรภาครับ จะประกอบด้วย LED อินฟราเรดตัวรับ D2 และค่าความต้านทาน R2 สำหรับการใช้งาน LED ตัวรับ ให้นำกระแส เราจะต้องต่อแบบ Revers เมื่อไม่มีแสงมาตกกระทบที่ตัวมัน จะมีค่าความต้านทานเป็นอนันต์ จึงไม่สามารถนำกระแสได้ แต่เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ค่าความต้านทานจะลดลง จนสามารถนำกระแสได้

จึงได้นำหลักการนี้มาใช้ในการตรวจสอบการกระพริบของตา คือว่าเมื่อมีการหลับตาก็จะมีการสะท้อนของแสงไปยังตัวรับน้อยกว่าปกติ และหากมีการลืมตาก็จะมีการสะท้อนของแสงที่มากกว่าหลับตา เปรียบเทียบได้กับลอจิก 1 และลอจิก 0



รูปที่ 3.1 วงจรตัวส่งอินฟราเรด



รูปที่ 3.2 วงจรตัวรับสัญญาณอินฟราเรด

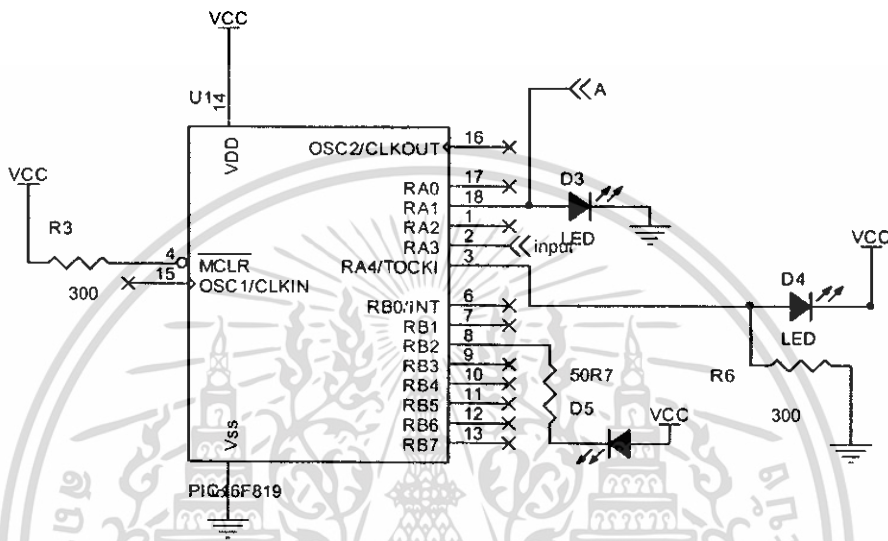
จากรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2 เป็นวงจรตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดและวงจรขยายและแปลงสัญญาณของตัวรับสัญญาณซึ่งจะใช้ในการตรวจสอบการกระพริบของตา โดยจะทำงานเป็นเซนเซอร์นับการกระพริบของตา

### 3.3 ส่วนประมวลผลและควบคุม

ตัวคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เป็น PIC 16F819 ซึ่งเป็นตัวคอนโทรลเลอร์ที่มี clock และ pulse width ในตัว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องใช้ในการประมวลผล ใช้ในการเก็บค่าข้อมูลที่ตรวจจับได้จากอินฟราเรด แล้วนำค่าที่ตรวจจับได้มาเก็บในตัวประมวลผลเพื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง ซึ่งส่วนประมวลผลนี้จะตั้งเงื่อนไขไว้เพื่อตรวจสอบการกระพริบของตาที่รับมาจากตัวอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการประมวลสัญญาณแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขก็จะส่งสัญญาณไปที่แตรรถยนต์ โดยตัวส่งสัญญาณวิทยุอีกที โดยส่วนประมวลผลนี้จะประกอบไว้บนตัวเวเนตาเพื่อป้องกันการเกิดสัญญาณรบกวนและการสูญเสียของสัญญาณ ซึ่งจะคิดว่าที่จะเอาส่วนประมวลผลไว้ตรงด้านล่างตรงแตรรถยนต์



รูปที่ 3.3 วงจรของส่วนประมวลผล

### 3.4 ส่วนส่งสัญญาณไปยังแตรรถยนต์

ใช้ระบบการส่งแบบไร้สายจากตัวส่งไปยังเพื่อควบคุมแตรให้แตรดังเมื่อเกิดความผิดปกติ โดยจะใช้การส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวส่งสัญญาณ

คลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency- RF) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency - RF) ประสาทสัมผัสของมนุษย์สามารถได้รับหรือได้ยินเสียงที่อยู่ระหว่างความถี่ 20 Hz -20KHz ถ้าความถี่สูงหรือต่ำกว่านี้ มนุษย์เราก็ไม่สามารถได้รับหรือได้ยินเสียงหรือคลื่นความถี่นั้น ชัดจำกัดในการส่งคลื่นความถี่เสียงก็ไปไม่ได้ไกล และยังคงอาศัยอากาศเป็นสื่อกลาง ใช้วงจรสำเร็จรูปที่มีคลื่นความถี่ 315 MHz รุ่น A2ABTAE-D2

### 3.4 ส่วนแหล่งจ่ายไฟ ใช้ถ่านแบบชาร์ตได้ขนาด 3 -5 โวลต์

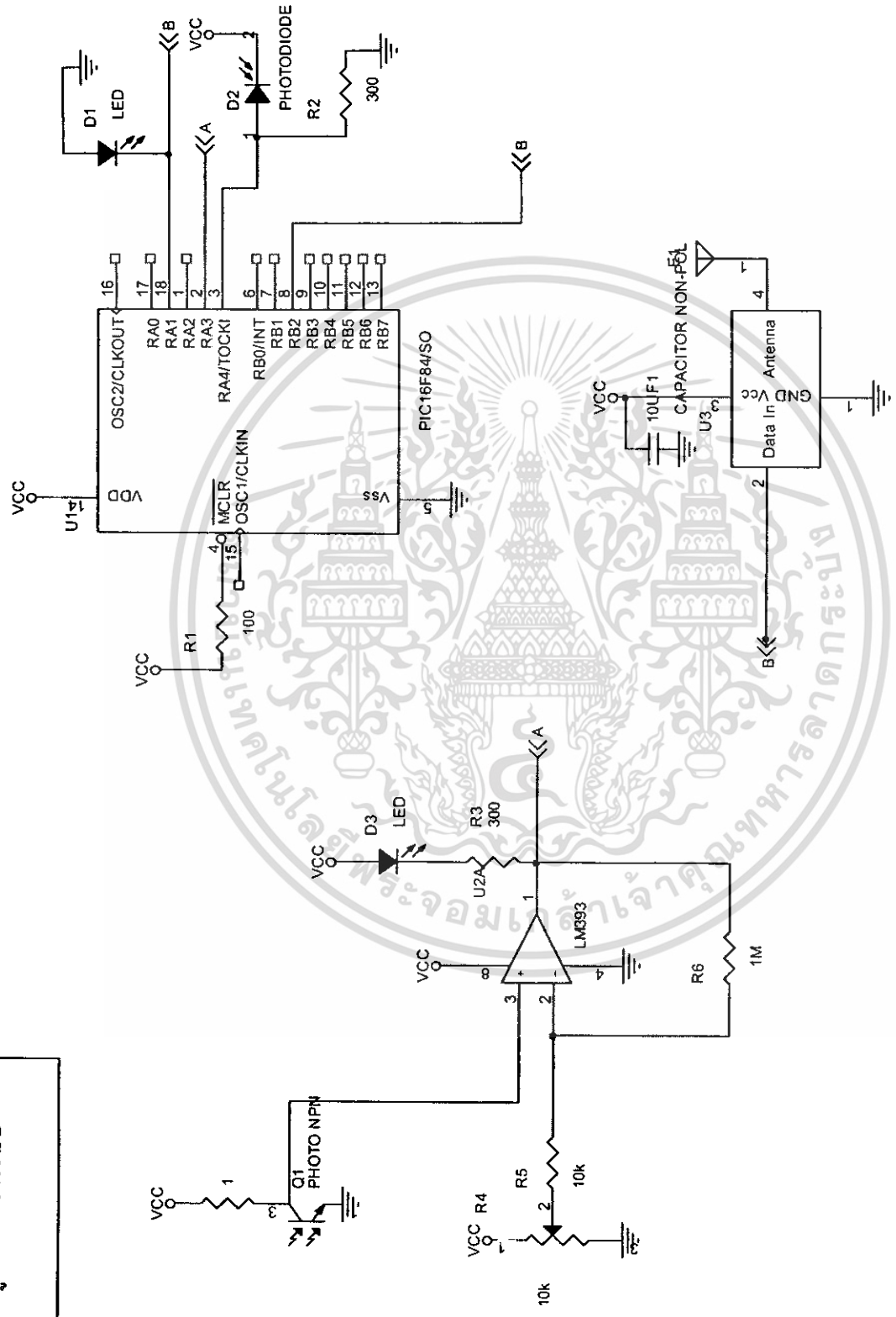
### 3.5 การทำงานของระบบตรวจสอบผู้ขับขี้นใน

ระบบตรวจสอบผู้ขับขี้นใน ประกอบด้วย ส่วนส่งสัญญาณความถี่วิทยุ และส่วนรับสัญญาณวิทยุ โดยที่ ส่วนส่งสัญญาณ จะมี วงจรรับ-ส่งสัญญาณอินฟราเรดและวงจรส่งสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งจะติดอยู่ที่ขาเวเนตาและในรับสัญญาณวิทยุจะติดอยู่บริเวณแถวแตรรถยนต์

ในส่วนข้อมูลที่ได้จากในวงจรนี้จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการกระพริบตา ซึ่งเราจะนำตัวรับ-ส่ง สัญญาณอินฟราเรดติดไว้ที่แวนทำมุมต่อกัน ในขณะที่เราเปิดตาอยู่นั้นแสงอินฟราเรดที่ยิงเข้าลูกตา เราจะดูคลื่นแสงในส่วนหนึ่งไว้ทำให้การสะท้อนของสัญญาณอินฟราเรดเบาบางลงเป็นผลให้ ตัวรับสัญญาณอินฟราเรดไม่มีสัญญาณเข้ามา(หรือมีน้อย)ข้อมูลเอาท์พุท ที่ออกมาจึงยังคงเป็น เหมือนเดิม ตัวส่งสัญญาณวิทยุยังคงส่งสัญญาณเป็นลอจิก 0 ออกไป แต่เมื่อมีการหลับตาเกิดขึ้น แสงสามารถสะท้อนที่เปลือกตาได้มากตัวสัญญาณอินฟราเรดสามารถเข้าไปที่ตัวรับได้ความเข้ม ของสัญญาณมากพอที่จะทำให้อาท์พุท ที่ส่งออกมาเป็นลอจิก 1 สัญญาณวิทยุที่เอาท์พุท ข้อมูลที่ ส่งออกไป ก็จะเป็นลอจิก 1 ข้อมูลที่ได้ออกมาจะถูกเก็บและในไปมวผลในลำดับต่อไป

ในส่วนตัวรับสัญญาณวิทยุจะมีส่วนประมวลผล โดยที่ในตัวประมวลผลจะมีโปรแกรมที่ ป้อนเข้าไปเพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้มา โดยที่การประมวลผลนั้นวิเคราะห์ผู้ที่เริ่มมีอาการ หลับในไว้ 2 กรณีคือ ผู้ขับขีมีการกระพริบตาเกิน 15 ครั้งต่อนาทีและมีอาการหลับตานานเกิน 3 วินาที ในกรณีที่ผู้ขับขีมีอาการอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น จะทำให้การประมวลผล ส่งสัญญาณไปที่ แตร ทำให้แตรขึ้นมา

รูปที่ 3.4 ปรุวงจกรของระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 วิธีการทดลอง

#### 3.6.1 ขั้นตอนและวิธีทดลองเบื้องต้นในส่วนของพฤติกรรมการกระพริบตา

การทดลองมุ่งเน้นการตรวจสอบการกระพริบของดวงตาว่าในแต่ละอิริยาบถนั้นมีการกระพริบตาที่แตกต่างกันอย่างไร และมีแนวโน้มที่จะเป็นไปทางใดมากกว่าเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน สังเกตพฤติกรรมผู้ที่มีอาการง่วงนอนขณะที่ต้องฝืนตัวเองเพื่อไม่ให้หลับขณะทำงานเป็นระยะเวลาต่างๆจนกระทั่งหลับ จากการสังเกตจะพบว่าผู้ที่มีอาการง่วงนอนจะมีการกระพริบตาถี่ขึ้น มีการขยับตัวบ่อยขึ้น มีการขยี้ตา เป็นต้น แต่ที่ทำการสังเกตคือการกระพริบตาเพราะสามารถที่จะเก็บข้อมูลได้อย่างชัดเจน

#### 3.6.2 การทดสอบระดับสัญญาณสะท้อน

ใช้วงจรถ่าย IR แล้วบันทึกค่าสัญญาณที่ได้ออกมาจากการต่อวงจร โดยจะทำการสังเกตใน 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ตัวอินฟราเรดรับสัญญาณมีแสงสะท้อนจากดวงตากรณีที่ 2 ตัวอินฟราเรดรับสัญญาณเมื่อไม่มีแสงสะท้อน (เมื่อสะท้อนเปลือกตา) ซึ่งจะใช้ในการตรวจสอบการกระพริบตา โดยการส่งสัญญาณอินฟราเรดผ่านดวงตากับการเปลี่ยนแปลงของการกระพริบตา เมื่อเปลือกตาศึกษาปิดลงมาก็จะเกิดการดูดกลืนแสง และหากเป็นการลืมตาก็จะเกิดการสะท้อนแสง หรือจะเปรียบเทียบว่าเมื่อเปลือกตาศึกษาปิดลงและคว่ำคิ้วลงนั้นจะมีการสะท้อนของแสงที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการปิดตานั้นการสะท้อนของแสงจะน้อยกว่าในกรณีเปิดตา ในท้ายที่สุดสามารถแสดงออกในรูปสัญญาณพล็อตได้

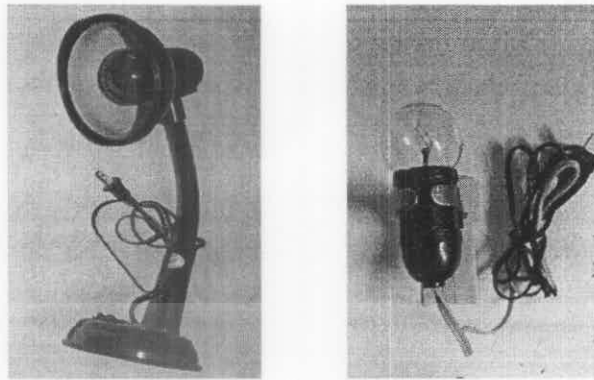
#### 3.6.3 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความเข้มแสงที่สะท้อนเข้ามาในชีวิตประจำวัน อุปกรณ์

- 1) เครื่องวัดความเข้มแสง
- 2) แหล่งกำเนิดแสง เช่น โคมไฟ หลอดไฟทั้งสแตนด์ อินฟราเรด เป็นต้น



รูปที่ 3.5 เครื่องวัดความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างแหล่งกำเนิดแสง เช่น โคมไฟ หลอดไฟทั้งสแตนด์ อินฟราเรด เป็นต้น

เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของแสงที่สะท้อนเข้าตาในชีวิตประจำวัน ทำการนำเครื่องวัดความเข้มแสงมาวัดความเข้มแสงที่สะท้อนเข้าดวงตงจากแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดที่ต้องเจอในชีวิตประจำวัน โดยแต่ละแหล่งกำเนิดให้วัดค่า ๕ ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

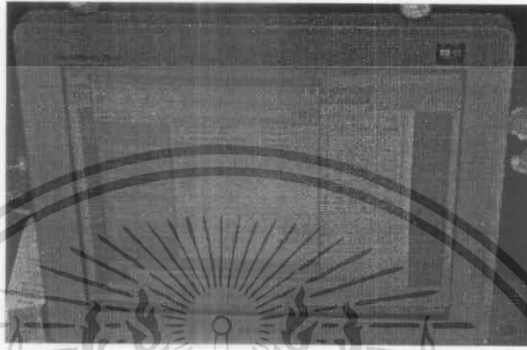
- 1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ระยะทางประมาณ 1 เมตร



รูปที่ 3.6 ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) จอคอมพิวเตอร์ชนิด CRT ระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร



รูปที่ 3.6 ข

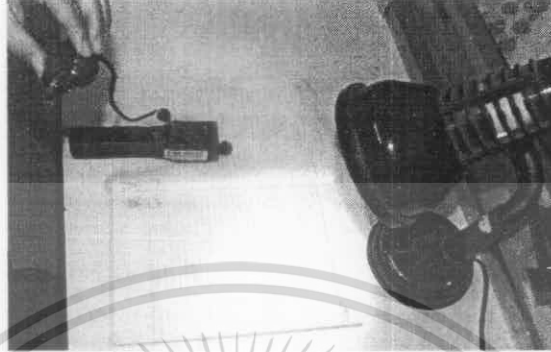
- 3) จอคอมพิวเตอร์ชนิด LCD ระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร



รูปที่ 3.6 ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) โคมไฟอ่านหนังสือขนาด 40 วัตต์ ระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร



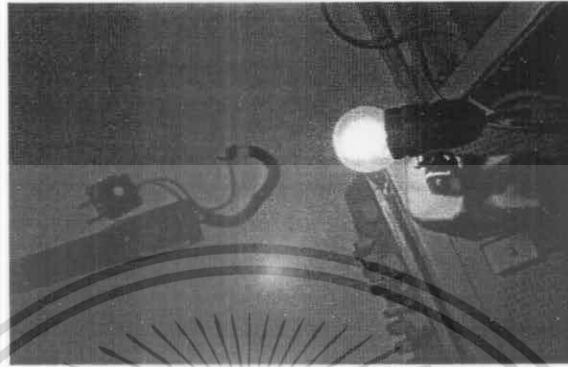
- 5) การวัดความเข้มแสงจากตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดชนิด LED



รูปที่ 3.6 จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์ ระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร



3.7 ผลงานที่ประดิษฐ์ขึ้น



รูปที่ 3.7 รูปผลงานที่ประดิษฐ์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองที่สังเกตพฤติกรรมของผู้ที่มีการง่วงนอนจากการสังเกตในช่วงเวลาต่างๆ

ตารางที่ 4.1 พฤติกรรมการกระพริบตาสังเกตความเร็วในการกระพริบตาจะได้ข้อมูลดังนี้

คนปกติที่ไม่ง่วงนอน	นาทีที่1	นาทีที่2	นาทีที่3	เฉลี่ย
คนที่ 1	15	16	15	15.5
คนที่2	16	17	16	16.33
คนที่3	18	15	16	16.33
คนที่4	17	15	15	15.6
คนที่5	14	15	15	14.6
คนที่6	15	16	14	15
คนที่7	15	18	16	16.3
คนที่8	14	16	15	15
คนที่9	14	15	15	14.3
คนที่10	15	16	14	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการกระพริบตาสังเกตความเร็วในการกระพริบตาจะได้ข้อมูลดังนี้

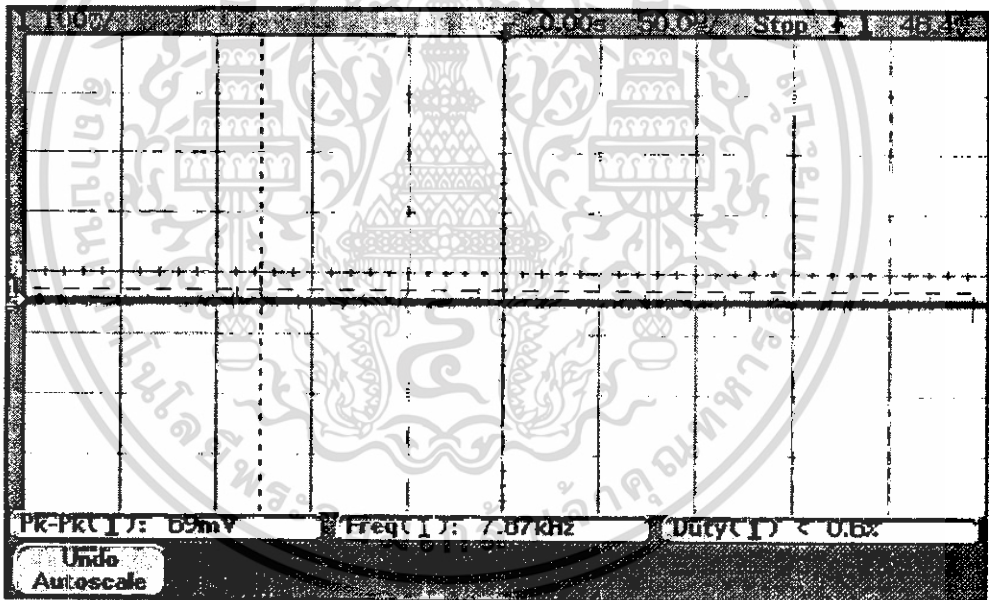
คนปกติที่ว่าง นอน	นาทีที่1	นาทีที่2	นาทีที่3	เฉลี่ย
คนที่ 1	17	18	18	17.66
คนที่2	17	17	19	17.66
คนที่3	18	19	18	18.33
คนที่4	17	20	20	19
คนที่5	19	20	22	20.33
คนที่6	18	20	22	20
คนที่7	19	18	20	19
คนที่8	18	18	20	18.66
คนที่9	18	20	22	20
คนที่10	22	21	25	22.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

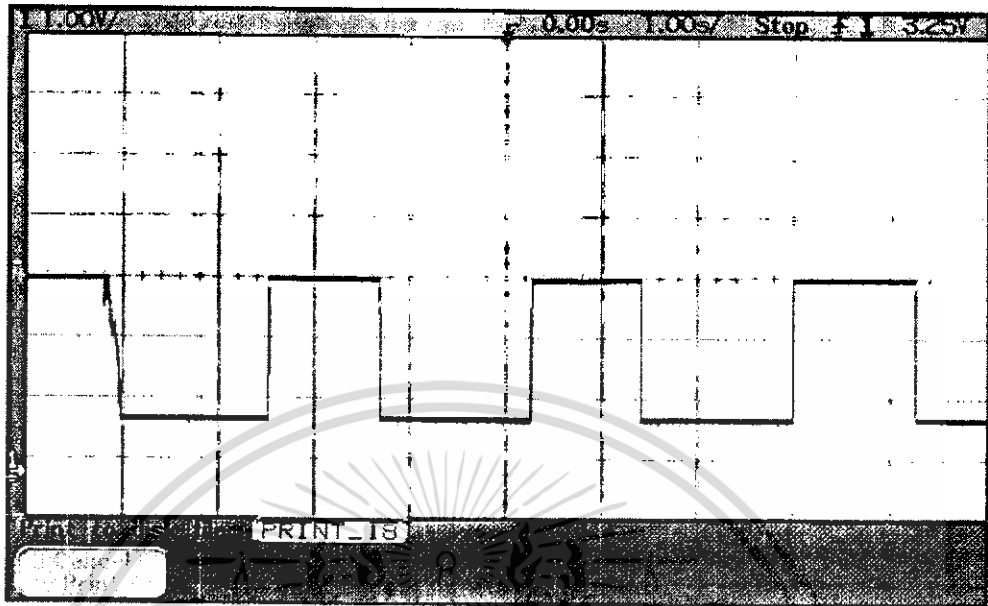
## 4.2 การทดลองตรวจสอบการกระพริบของตา

### 4.2.1 ยังไม่มีคอนโทรลเลอร์และการมอดคูเลต

รูปสัญญาณนี้เป็นรูปสัญญาณจากการทดลองที่ระบบยังไม่มีส่วนของตัวคอนโทรลเลอร์ และยังไม่มีส่วนของการมอดคูเลตสัญญาณ ซึ่งในการทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะทดสอบการทำงานของอินฟราเรดและการกระพริบของดวงตา ซึ่งเป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบการตรวจจับการกระพริบตาของอินฟราเรด รูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 จะแสดงสัญญาณขาออกของการทำงานของอินฟราเรด 2 สถานะคือ รูปที่ 4.1 จะแสดงในสถานะที่ไม่มีแสงอินฟราเรดผ่านเข้ามายังตัวโฟโตดีเทคเตอร์ และอีกสถานะ (รูปที่ 4.2) คือมีแสงอินฟราเรดสะท้อนมาที่ตัวโฟโตดีเทคเตอร์ ซึ่งการทดลองนี้ใช้วิธีการจ่ออินฟราเรดที่ตัวโฟโตดีเทคเตอร์โดยตรงเป็นการแสดงสถานะของแสงที่มีการสะท้อน และเอาอินฟราเรดออกมาเมื่อแสดงสถานะที่ไม่มีอินฟราเรดสะท้อน



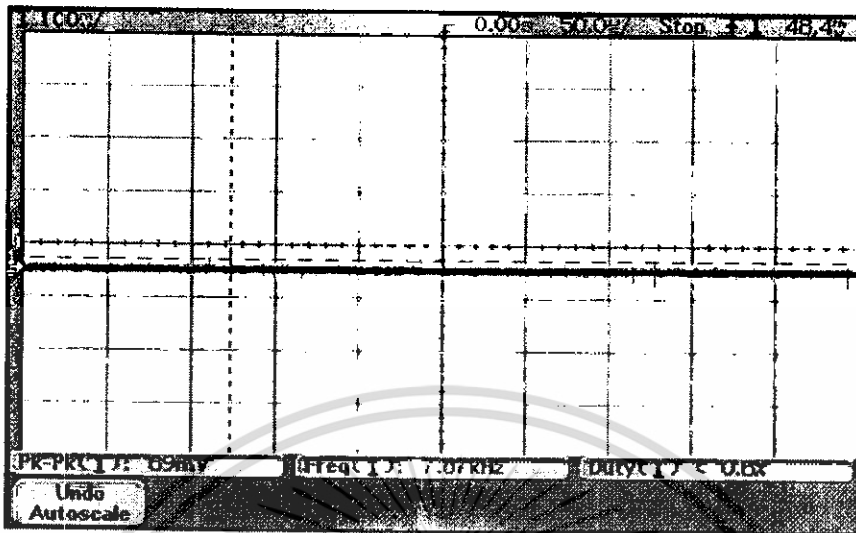
รูปที่ 4.1 เป็นรูปสัญญาณขาออกของโฟโตดีเทคเตอร์ที่ยังไม่มีแสงอินฟราเรดสะท้อนเข้ามา พบว่าสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณเรียบ แสดงให้เห็นว่าไม่มีสัญญาณเข้ามาในโฟโตดีเทคเตอร์



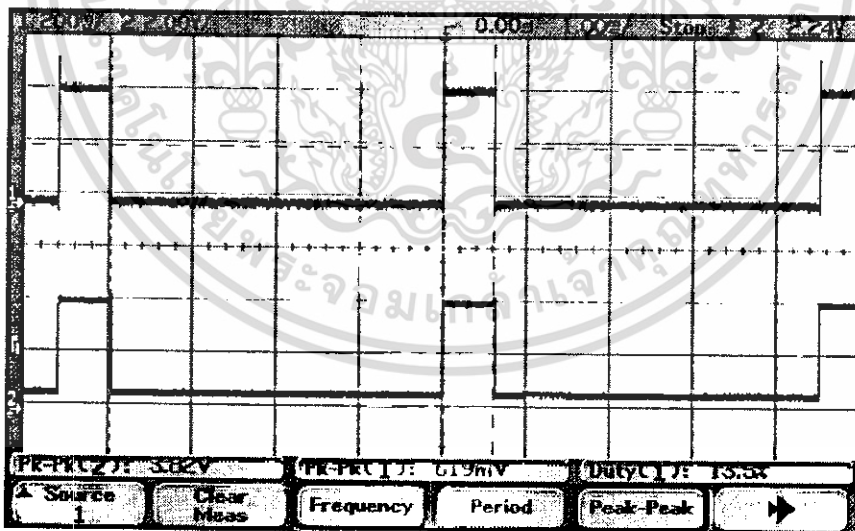
รูปที่ 4.2 เป็นรูปสัญญาณขาออกของโฟโตคิเทคเตอร์ที่มีแสงอินฟราเรดสะท้อนเข้ามา สัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณที่มีลักษณะแสดงเป็นพัลส์ แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีสัญญาณจากอินฟราเรดสะท้อนมาที่โฟโตคิเทคเตอร์

#### 4.2.2 การทดลองที่ยังไม่มีส่วนของคอนโทรลเลอร์แต่มีการ Modulate สัญญาณด้วย LM 555

เพื่อเป็นการทำให้สัญญาณที่ได้เรียบขึ้นและเป็นการกำหนดสัญญาณโดยลักษณะการทดลองเป็นลักษณะเดิม คือส่งแสงอินฟราเรดไปที่ตัวโฟโตคิเทคเตอร์แล้วก็จับสัญญาณขาออกเพื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสัญญาณขาออกที่มีแสงอินฟราเรดสะท้อนมาที่ตัวโฟโตคิเทคเตอร์และตัวที่ไม่มีอินฟราเรดสะท้อนมาที่โฟโตคิเทคเตอร์ พบว่าเมื่อไม่มีสัญญาณจากอินฟราเรดสัญญาณขาออกที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 4.3 และเมื่อมีแสงอินฟราเรดเข้ามาสัญญาณขาออกที่ได้ก็จะเป็นดังรูป 4.4 เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณขาออกรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าสัญญาณขาออกของรูปที่ 4.4 มีลักษณะเรียบกว่าสัญญาณที่ยังไม่ทำการมอดูเลตและสามารถกำหนดค่า duty ได้จากการปรับค่าตัวต้านทาน



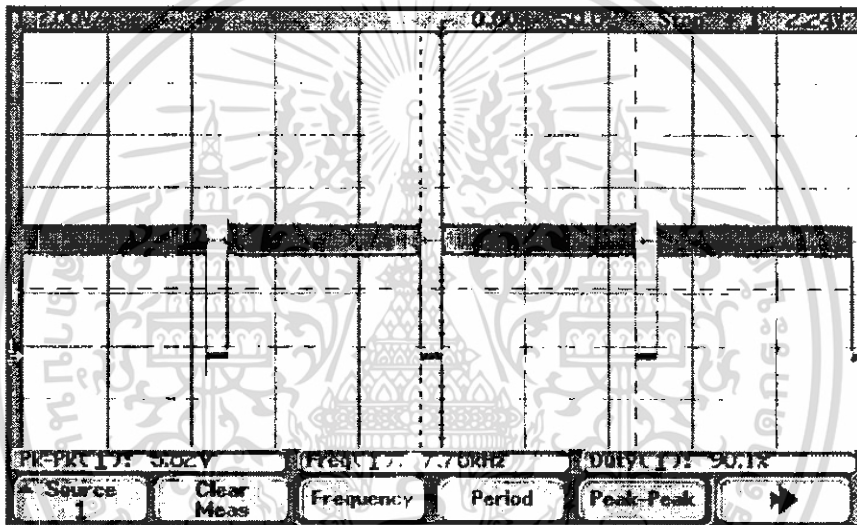
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณขาออกของวงจรที่มีการต่อ LM 555 เข้าไปที่ยังไม่มีการสะท้อนของแสงอินฟราเรด สัญญาณขาออกที่ได้จะเป็นสัญญาณเรียบกว่าตอนที่ยังไม่มีการมอดดูเลสสัญญาณ แต่อาจจะไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนในกรณีนี้ จะสามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจนเมื่อมีสัญญาณอินฟราเรดและให้สัญญาณขาออกออกมา



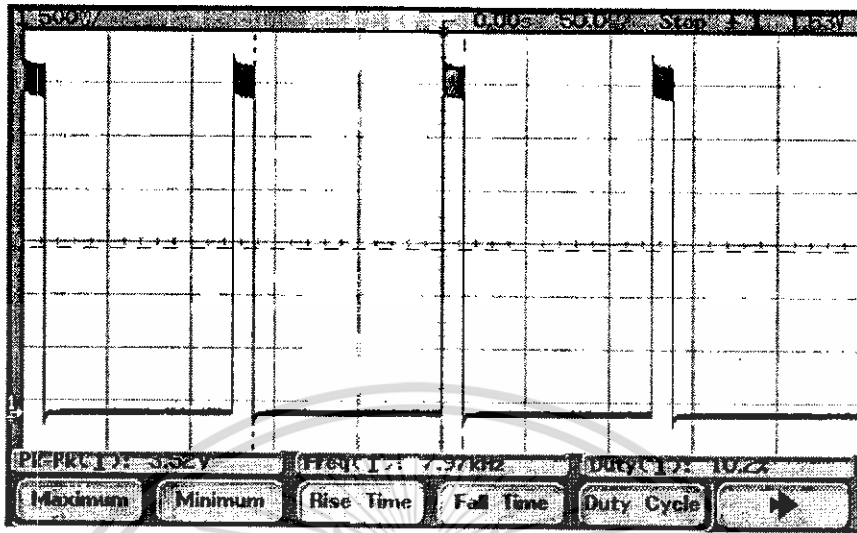
รูปที่ 4.4 รูปสัญญาณขาออกที่มีการสะท้อนของแสงอินฟราเรดมาที่ตัวโฟโตดีเทคเตอร์ สัญญาณขาออกที่ได้มีลักษณะที่เรียกว่าสัญญาณที่ไม่ได้ผ่านการมอดดูเลสสัญญาณรูปสัญญาณขาออกที่ใช้ตัวคอนโทลเลอร์เป็นตัวมอดดูเลสสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ PIC16F819 นำมาใช้เป็นทั้งตัวมอดูเลตสัญญาณและก็ตัวประมวลผล ความแตกต่างของการใช้ตัวคอนโทรลเลอร์เป็นตัวมอดูเลตสัญญาณนั้นแตกต่างจากการใช้ LM 555 ตรงที่สามารถที่จะกำหนดค่า duty circle ที่ต้องการได้อย่างแม่นยำมากกว่าใช้ LM555 โดย รูปสัญญาณที่แสดงรูปที่ 4.5 และ 4.6 นั้นเป็นรูปสัญญาณที่กำหนดค่า duty circle ที่ต่างกัน โดย ค่า duty circle จะเป็นตัวกำหนดการส่งสัญญาณขาเข้าของอินฟราเรด เนื่องจากระบบจะทำการติดอินฟราเรดไว้ที่แว่นตาแล้วก็ส่งสัญญาณอินฟราเรดสะท้อนการกระพริบของตา เพื่อลดการส่งสัญญาณอินฟราเรดเข้าไปตลอดเวลาจึงกำหนดค่าการส่งแสงอินฟราเรดเข้าไปเป็นค่า duty circle



รูปที่ 4.5 รูปสัญญาณที่กำหนดค่า duty circle เท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์เพื่อที่จะจำกัดค่าการส่งของแสงอินฟราเรดที่จะส่งเข้าไปในตา นั่นคือถ้าแสงส่งมา 100 เปอร์เซ็นต์ ก็จะถูกกำหนดให้เข้าไปที่ตา 90 เปอร์เซ็นต์

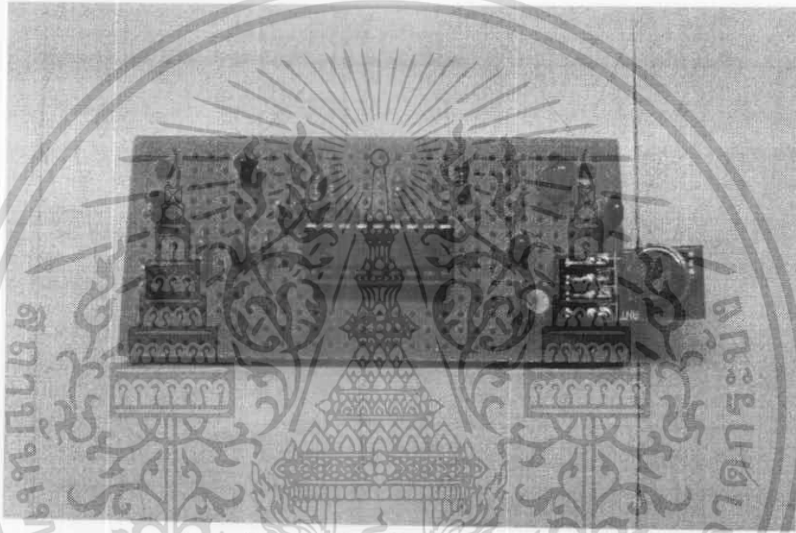


รูปที่ 4.6 รูปสัญญาณที่กำหนดค่า duty circle เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อที่จะจำกัดค่าการส่อง  
ของแสงอินฟราเรดที่จะส่องเข้าไปในตา นั่นคือถ้าแสงส่องมา 100 เปอร์เซ็นต์ ก็จะถูกกำหนดให้  
เข้าไปที่ตา 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยิ่งแสงที่ส่องเข้าตาน้อยเท่าไรก็จะเป็นอันตรายต่อดวงตาน้อยลง

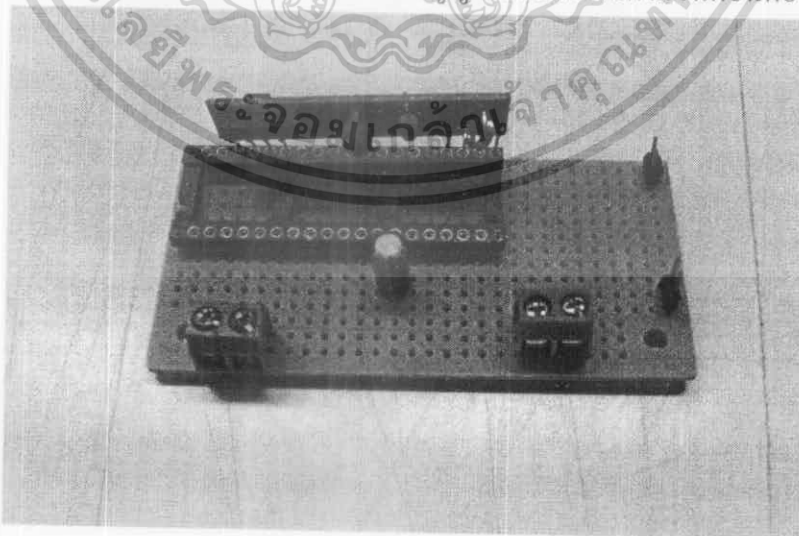
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 ส่วนการประมวลผล

ตัวคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เป็น Pic16F819 เมื่อส่วนของวงจรที่ทดลองเบื้องต้นใช้ได้แล้ว จึงนำมาประยุกต์ใช้ต่อการคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะให้การทำงานเป็นระบบ โดยส่วนของตัวประมวลผลจะสัมพันธ์สัญญาณขาเข้าและสัญญาณขาออกของวงจร ซึ่งส่วนของตัวส่งอินฟราเรดและตัวโฟโตดีเทคเตอร์จะมีการเปรียบเทียบกันระหว่างโฟโตดีเทคเตอร์ 2 ตัว ที่ใช้เป็นตัวอ้างอิงซึ่งกันและกัน



รูปที่ 4.7 ส่วนของวงจรภาคส่งจะประกอบด้วยส่วนคอนโทรลเลอร์และส่วนส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ ผลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปยังตัวรับสัญญาณเพื่อทำงานตามขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4.8 ส่วนของวงจรภาครับเป็นส่วนรับสัญญาณจากตัวคอนโทรลเลอร์ที่ประมวลผลแล้วเพื่อส่งไปยังแตรอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลการทดลองจากการวัดค่าความเข้มแสงที่เจอในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดลอง

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย (ลักซ์)
หลอดฟลูออเรสเซนต์สะท้อน กระดาษสีขาวเข้าดวงตาระยะห่าง 30 เซนติเมตร	41	41	42	42	42	41.6
หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มองโดยตรง ระยะห่าง 2 เมตร	376	374	372	375	374	374.2
จอคอมพิวเตอร์ชนิด CRT ระยะห่าง 25 เซนติเมตร	120	119	118	119	120	119.2
จอคอมพิวเตอร์ชนิด LCD ระยะห่าง 25 เซนติเมตร	40	38	39	40	39	39.2
โคมไฟอ่านหนังสือขนาด 40 วัตต์ ระยะห่าง 25 เซนติเมตร	90	110	100	120	110	106
หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์ ระยะห่าง 25 เซนติเมตร	300	340	390	350	320	340
หลอดอินฟราเรดชนิด LED ระยะ ติดกับหัววัด	80	70	80	60	70	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ได้ทดลองเพื่อศึกษาค่าความเข้มของแสงและการกระพริบตา จากผลการทดลองเรื่องการวัดค่าความเข้มของแสงที่สามารถสะท้อนเข้ามาในตาได้ใช้ชีวิตประจำวันนั้น พบว่า ในค่าความเข้มแสงที่วัดในแต่ละแหล่งกำเนิดนั้นมีค่าความเข้มที่แตกต่างกันไป เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มของอินฟราเรดแล้วพบว่าความเข้มจากแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นมีค่าความเข้มมากกว่าก็มีในชีวิตประจำวัน จากผลการทดลองค่าความเข้มของหลอดไส้มีค่าสูงสุดและก็ตามด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีค่าตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่คู่กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแสงอินฟราเรดแล้วถือว่าแสงอินฟราเรดยังมีค่าความเข้มแสงที่น้อยกว่าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

ผลการทดลองที่ได้ อาจจะมีการคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากสิ่งแวดล้อม และวิธีการทดลอง ในการวัดความเข้มแสงแต่ละครั้งนั้นตำแหน่งการวัดอาจจะไม่ตำแหน่งเดียวกันทั้งหมด จึงอาจเกิดความผิดพลาดได้

และเมื่อสังเกตการกระพริบของตาจากการสังเกตพฤติกรรมผลที่ได้ออกมาว่าเมื่อมีอาการง่วงนอนจะมีการกระพริบตาเร็วกว่าปกติ และหากมีจังหวะการหลับตานานกว่า 3 วินาทีให้สงสัยได้ว่ามีอาการผิดปกติจากที่เป็นอยู่ ในการกระพริบตาของแต่ละคนก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน บางคนอาจตาเล็ก บางคนอาจตาโต ทำให้ลักษณะการกระพริบที่แตกต่างกัน หลังจากได้สังเกตการกระพริบตาแล้วจึงได้มีการทำการทดลองเกี่ยวกับการกระพริบของตาโดยสร้างวงจรขึ้นมาแบ่งออกเป็น

วงจรพิจารณาการกระพริบตา จะใช้ตัวส่งสัญญาณแบบอินฟราเรดและโฟโตดิเทคเตอร์เป็นตัวจับสัญญาณออกมาเพื่อทำการสังเกตสิ่งที่ได้ สัญญาณที่ได้ออกมาจะมีลักษณะที่ยังไม่เรียบนัก ทำให้สัญญาณที่ได้ออกมาอาจจะเกิดการผิดพลาดได้ จึงมีการเพิ่มวงจรเข้ามา เป็นตัวที่ทำการมอดคูเลต

วงจรการกระพริบตาโดยมีการมอดคูเลตสัญญาณ ลักษณะการทดลองจะเหมือนกับที่ยังไม่เพิ่มการมอดคูเลต แต่สัญญาณที่ได้ออกมานั้นจะได้เป็นสัญญาณที่ชัดเจนมากกว่า แต่ยังคงตรงที่สัญญาณที่ได้ออกมานั้นยังไม่ชัดเจนนักจึงมีการมอดคูเลตสัญญาณโดยใช้คอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วย

วงการการกระพริบตาโดยมีการใช้คอนโทรลเลอร์ในการควบคุม เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้การทดลองที่ได้มีผลการทดลองที่ดีขึ้นและชัดเจนขึ้นของสัญญาณขาออก ซึ่งจากรูปสัญญาณพบว่ามีความชัดเจนของรูปสัญญาณมากขึ้นและมีการประมวลผลเปรียบเทียบเข้ามาซึ่งจะนำไปพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้ แต่ปัญหาก็ยังมีอยู่ในเรื่องการติดที่ตัวแว่นตา เพราะว่าแต่ละคนมีสรีระของดวงตาที่แตกต่างกันทำให้ยากที่จะระบุตำแหน่งได้อย่างชัดเจน

จากผลการทดลองในโครงการนี้เราพบว่า แว่นตาตรวจสอบผู้ขับขี่จะตรวจสอบเกี่ยวกับการกระพริบตา 2 เงื่อนไขคือ การกระพริบตาเกิน 15 ครั้งและการหลับตานานเกินกว่า 3 วินาที โดยใช้ตัวอินฟราเรดยิงเข้าไปที่เปลือกตาของขั้วสัญญาณกระพริบตาซึ่งสัญญาณที่ได้จากการกระพริบตามีสองค่าคือ LOW และ HIGHT ซึ่งค่าที่ได้จะถูกส่งออกมาที่ตัวประมวลผล ซึ่งจะประมวลผลตามเงื่อนไขดังกล่าว และ ตัวประมวลผลจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูลกับเงื่อนไข เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้คือ กระพริบเกิน 15 ครั้ง หรือมีการหลับตานานเกินกว่า 3 วินาที ตัวประมวลผลจะส่งสัญญาณผ่านตัว ส่งคลื่นความถี่วิทยุซึ่งติดไว้อยู่กับตัวแผงวงจรแว่น ตัวส่งความถี่วิทยุจะได้รับค่าสัญญาณจากตัวประมวลผลแล้วจะทำการส่งค่าไปยังตัวรับสัญญาณวิทยุซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณที่มีความถี่เดียวกับตัวส่งที่ติดอยู่กับรีเลย์ที่ต่อกับแดร์ไว้เมื่อตัวรับสัญญาณวิทยุได้รับสัญญาณจากตัวส่งมาจะทำให้แดร์ค้างขึ้นอันเนื่องมาจากเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก

การพัฒนาในอนาคตจะพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่ายและให้ผลที่แน่นอนไม่ผิดพลาดเนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์และต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างสูงในการวิเคราะห์เพื่อความแม่นยำ

## เอกสารอ้างอิง

Murray Johns Andrew Tucker , Robert Chapman, Monitoring the drowsiness of Drivers :  
A New Method Based on the Velocity of Eyelid Movements.

Subjective sleepiness,simulated driving performance and blink duration : examining  
individual differences

<http://www.livescience.com>

<http://www.mobileye.com>

<http://www.bangkokhealth.com>

<http://www.thaimental.com>

<http://www.siamwall.com>

<http://www.siamdriver.com>

<http://www.energymaine.com/pdfs/HIFLighting.pdf>

<http://www.outsidein.co.uk/soltek.htm>

[www.blackwell-synergy.com](http://www.blackwell-synergy.com)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Blink>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Low power dual voltage comparator

# LM193/A/293/A/393/A/2903

## DESCRIPTION

The LM193 series consists of two independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2.0mV max. for two comparators which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

The LM193 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, the LM193 series will directly interface with MOS logic where their low power drain is a distinct advantage over standard comparators.

## FEATURES

- Wide single supply voltage range 2.0VDC to 36VDC or dual supplies  $\pm 1.0$ VDC, to  $\pm 18$ VDC
- Very low supply current drain (0.8mA) independent of supply voltage (2.0mW/comparator at 5.0VDC)
- Low input biasing current 25nA
- Low input offset current  $\pm 5$ nA and offset voltage  $\pm 2$ mV
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output 250mV at 4mA saturation voltage
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

## APPLICATIONS

- A/D converters
- Wide range VCO
- MOS clock generator
- High voltage logic gate
- Multivibrators

## PIN CONFIGURATION

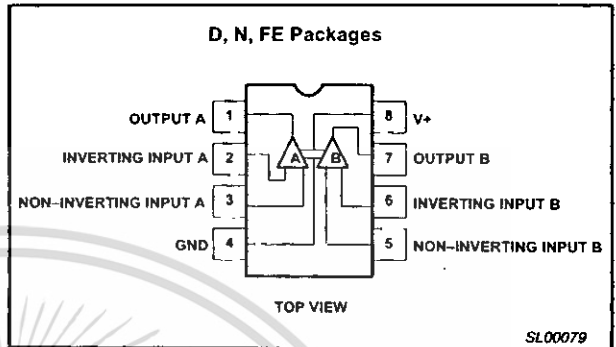


Figure 1. Pin Configuration

## EQUIVALENT CIRCUIT

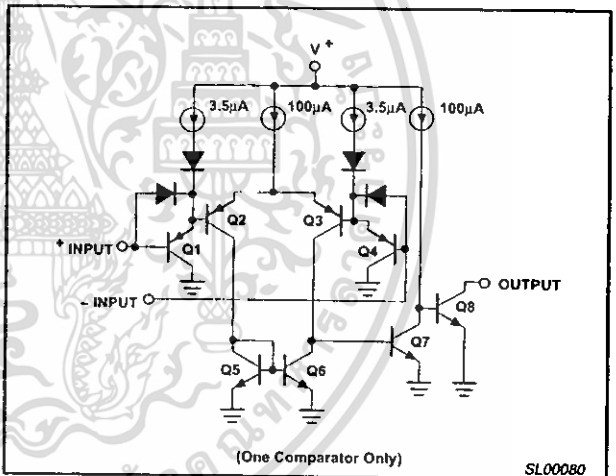


Figure 2. Equivalent Circuit

## ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	-55°C to +125°C	LM193FE	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	-25°C to +85°C	LM293FE	0580A
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM293N	SOT97-1
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-25°C to +85°C	LM293D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM293AN	SOT97-1
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	0 to +70°C	LM393AFE	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (Cerdip)	0 to +70°C	LM393FE	0580A
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70°C	LM393D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	LM393N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	LM393AN	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2903N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2903D	SOT97-1

## Low power dual voltage comparator

## LM193/A/293/A/393/A/2903

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
$V_{CC}$	Supply voltage	36 or $\pm 18$	$V_{DC}$
	Differential input voltage	36	$V_{DC}$
$V_{IN}$	Input voltage	-0.3 to +36	$V_{DC}$
$P_D$	Maximum power dissipation, $T_A=25^\circ\text{C}$ (still-air) <sup>1</sup>		
	F package	780	mW
	N package	1160	mW
	D package	780	mW
	Output short-circuit to ground <sup>2</sup>	Continuous	
$I_{IN}$	Input current ( $V_{IN} < -0.3V_{DC}$ ) <sup>3</sup>	50	mA
$T_A$	Operating temperature range		$^\circ\text{C}$
	LM193/193A	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
	LM293/293A	-25 to +85	$^\circ\text{C}$
	LM393/393A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
	LM2903	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage temperature range	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
$T_{SOLD}$	Lead soldering temperature (10sec max)	300	$^\circ\text{C}$

## NOTES:

- Derate above  $25^\circ\text{C}$ , at the following rates:  
F package at  $6.2\text{mW}/^\circ\text{C}$   
N package at  $9.3\text{mW}/^\circ\text{C}$   
D package at  $6.2\text{mW}/^\circ\text{C}$
- Short circuits from the output to  $V_+$  can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 20mA independent of the magnitude of  $V_+$ .
- This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the comparators to go to the  $V_+$  voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than  $-0.3V_{DC}$ .

## Low power dual voltage comparator

## LM193/A/293/A/393/A/2903

## DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V<sub>+</sub>=5V<sub>DC</sub>, LM193/193A: -55°C T<sub>A</sub> ≤ +125°C, unless otherwise specified. LM293/293A: -25°C T<sub>A</sub> ≤ +85°C, unless otherwise specified. LM393/393A: 0°C T<sub>A</sub> ≤ +70°C, unless otherwise specified. LM2903: -40°C T<sub>A</sub> ≤ +125°C, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193A			LM293A/393A			LM2903			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V <sub>OS</sub>	Input offset voltage <sup>2</sup>	T <sub>A</sub> =25°C Over temp.		±1.0	±2.0 ±4.0		±1.0	±2.0 ±4.0		±2.0 ±9	±7.0 ±15	mV mV
V <sub>CM</sub>	Input common-mode voltage range <sup>3, 6</sup>	T <sub>A</sub> =25°C Over temp.	0 0		V <sub>+</sub> -1.5 V <sub>+</sub> -2.0	0 0		V <sub>+</sub> -1.5 V <sub>+</sub> -2.0	0 0		V <sub>+</sub> -1.5 V <sub>+</sub> -2.0	V V
V <sub>IDR</sub>	Differential input voltage <sup>1</sup>	Keep all V <sub>INs</sub> ≥ 0V <sub>DC</sub> (or V- if need)			V <sub>+</sub>			V <sub>+</sub>			V <sub>+</sub>	V
I <sub>BIAS</sub>	Input bias current <sup>4</sup>	I <sub>IN(+)</sub> or I <sub>IN(-)</sub> with output in linear range T <sub>A</sub> =25°C Over temp.		25	100 300		25	250 400		25 200	250 500	nA nA
I <sub>OS</sub>	Input offset current	I <sub>IN(+)</sub> -I <sub>IN(-)</sub> T <sub>A</sub> =25°C Over temp.		±3.0	±25 ±100		±5.0	±50 ±150		±5 ±50	±50 ±200	nA nA
I <sub>OL</sub>	Output sink current	V <sub>IN(-)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(+)</sub> = 0, V <sub>O</sub> ≤ 1.5V <sub>DC</sub> T <sub>A</sub> =25°C	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA
	Output leakage current	V <sub>O</sub> =5V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> =25°C V <sub>IN(+)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(-)</sub> = 0 V <sub>O</sub> ≤ 30V <sub>DC</sub> Over temp.		0.1	1.0		0.1	1.0		0.1	1.0	nA μA
I <sub>CC</sub>	Supply current	R <sub>L</sub> = ∞ on both comparators, T <sub>A</sub> =25°C		0.8	1		0.8	1		0.8	1	mA
		R <sub>L</sub> = ∞ on both comparators, V <sub>+</sub> =30V		1	2.5		1	2.5		1	2.5	mA
A <sub>V</sub>	Voltage gain	R <sub>L</sub> ≥ 15kΩ, V <sub>+</sub> =15V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> =25°C	50	200		50	200		25	100		V/mV
V <sub>OL</sub>	Saturation voltage	V <sub>IN(-)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(+)</sub> = 0, I <sub>SINK</sub> ≤ 4mA T <sub>A</sub> =25°C Over temp.		250	400 700		250	400 700		400	400 700	mV mV
t <sub>LSR</sub>	Large-signal response time	V <sub>IN</sub> =TTL logic swing, V <sub>REF</sub> =1.4V <sub>DC</sub> V <sub>RL</sub> =5V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> =5.1kΩ, T <sub>A</sub> =25°C		300			300			300		ns
t <sub>R</sub>	Response time <sup>5</sup>	V <sub>RL</sub> =5V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> =5.1kΩ T <sub>A</sub> =25°C		1.3			1.3			1.3		μs

Low power dual voltage comparator

LM193/A/293/A/393/A/2903

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

V+ = 5VDC, LM193/193A: -55°C T<sub>A</sub> ≤ +125°C, unless otherwise specified. LM293/293A: -25°C T<sub>A</sub> ≤ +85°C, unless otherwise specified. LM393/393A: 0°C T<sub>A</sub> ≤ +70°C, unless otherwise specified. LM2903: -40°C T<sub>A</sub> ≤ +125°C, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM193			LM293/393			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V <sub>OS</sub>	Input offset voltage <sup>2</sup>	T <sub>A</sub> = 25°C Over temp.		±2.0	±5.0 ±9.0		±2.0	±5.0 ±9.0	mV mV
V <sub>CM</sub>	Input common-mode voltage range <sup>3, 6</sup>	T <sub>A</sub> = 25°C Over temp.	0 0		V±1.5 V±2.0	0 0		V±1.5 V±2.0	V V
V <sub>IDR</sub>	Differential input voltage <sup>1</sup>	Keep all V <sub>IN</sub> s ≥ 0V <sub>DC</sub> (or V-if need)			V+			V+	V
I <sub>BIAS</sub>	Input bias current <sup>4</sup>	I <sub>IN(+)</sub> or I <sub>IN(-)</sub> with output in linear range T <sub>A</sub> = 25°C Over temp.		25	100 300		25	250 400	nA nA
I <sub>OS</sub>	Input offset current	I <sub>IN(+)</sub> - I <sub>IN(-)</sub> T <sub>A</sub> = 25°C Over temp.		±3.0	±25 ±100		±5.0	±50 ±150	nA nA
I <sub>OL</sub>	Output sink current	V <sub>IN(-)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(+)</sub> = 0, V <sub>O</sub> ≤ 1.5V <sub>DC</sub> T <sub>A</sub> = 25°C	6.0	16		6.0	16		mA
	Output leakage current	V <sub>IN(+)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(-)</sub> = 0, V <sub>O</sub> = 5V <sub>DC</sub> T <sub>A</sub> = 25°C V <sub>O</sub> = 30V <sub>DC</sub> over temp.		0.1	1.0		0.1	1.0	nA µA
I <sub>CC</sub>	Supply current	R <sub>L</sub> = ∞ on both comparators, T <sub>A</sub> = 25°C		0.8	1		0.8	1	mA
		R <sub>L</sub> = ∞ on both comparators, V+ = 30V			2.5			2.5	mA
A <sub>V</sub>	Voltage gain	R <sub>L</sub> ≥ 15kΩ, V+ = 15V <sub>DC</sub>	50	200		50	200		V/mV
V <sub>OL</sub>	Saturation voltage	V <sub>IN(-)</sub> ≥ 1V <sub>DC</sub> , V <sub>IN(+)</sub> = 0, I <sub>SINK</sub> ≤ 4mA T <sub>A</sub> = 25°C Over temp.		250	400 700		250	400 700	mV mV
t <sub>LSR</sub>	Large signal response time	V <sub>IN</sub> = TTL logic swing, V <sub>REF</sub> = 1.4V <sub>DC</sub> , V <sub>RL</sub> = 5V <sub>DC</sub> R <sub>L</sub> = 5.1kΩ, T <sub>A</sub> = 25°C		300			300		ns
t <sub>R</sub>	Response time <sup>5</sup>	V <sub>RL</sub> = 5V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> = 5.1kΩ T <sub>A</sub> = 25°C		1.3			1.3		µs

NOTES:

- Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level by 17V. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than -0.3V<sub>DC</sub> (V<sub>DC</sub> below the magnitude of the negative power supply, if used).
- At output switch point, V<sub>O</sub> = 1.4V<sub>DC</sub>, R<sub>S</sub> = 0Ω with V+ from 5V<sub>DC</sub> to 30V<sub>DC</sub> and over the full input common-mode range (0V<sub>DC</sub> to V+ - 1.5V<sub>DC</sub>).
- The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V+ - 1.5V, but either or both inputs can go to 30V<sub>DC</sub> without damage.
- The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.
- The response time specified is for a 100mV input step with a 5mV overdrive.
- For input signals that exceed V<sub>CC</sub>, only the over-driven comparator is affected. With a 5V supply, V<sub>IN</sub> should be limited to 25V maximum, and a limiting resistor should be used on all inputs that might exceed the positive supply.

Low power dual voltage comparator

LM193/A/293/A/393/A/2903

EQUIVALENT CIRCUIT

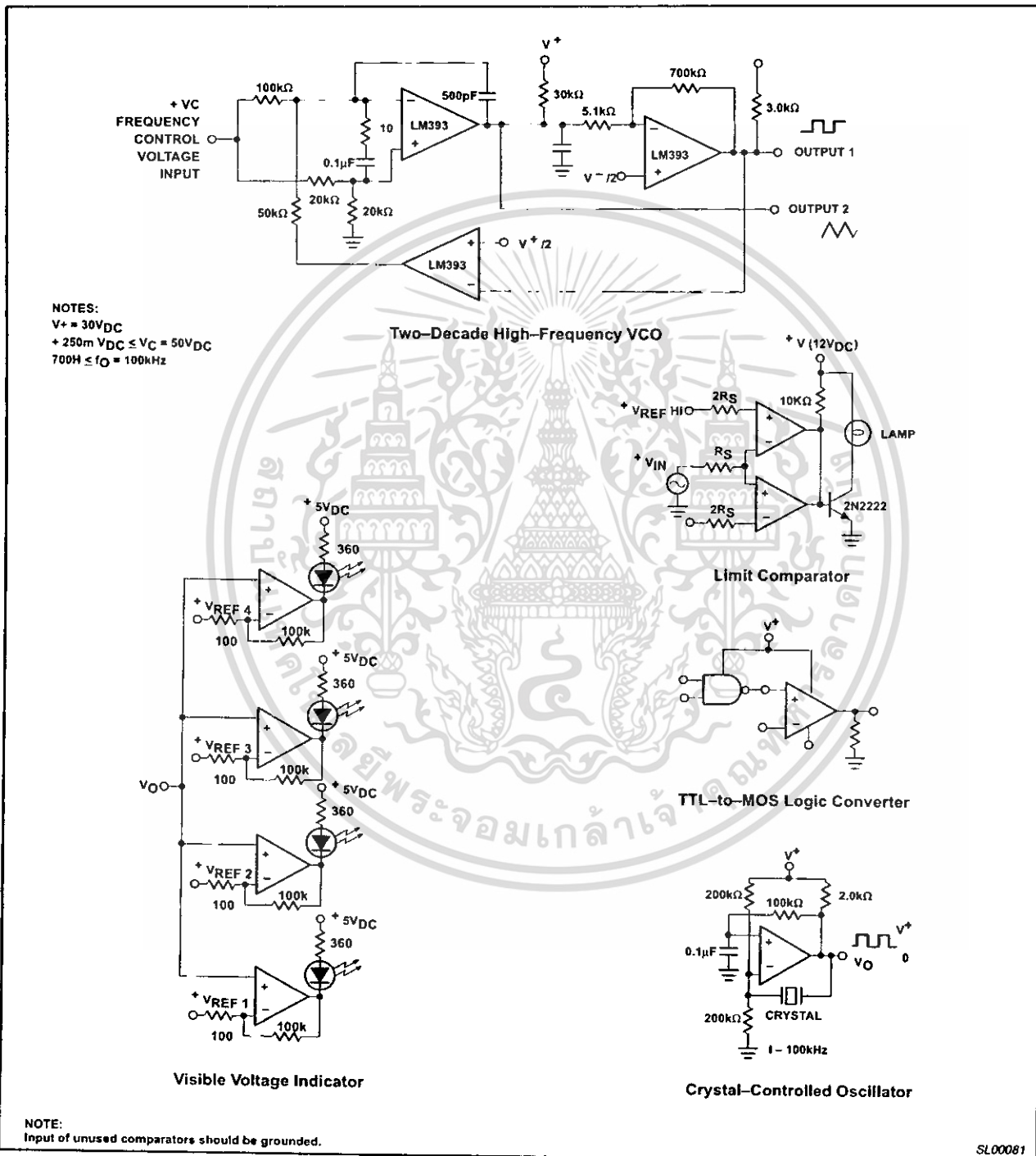
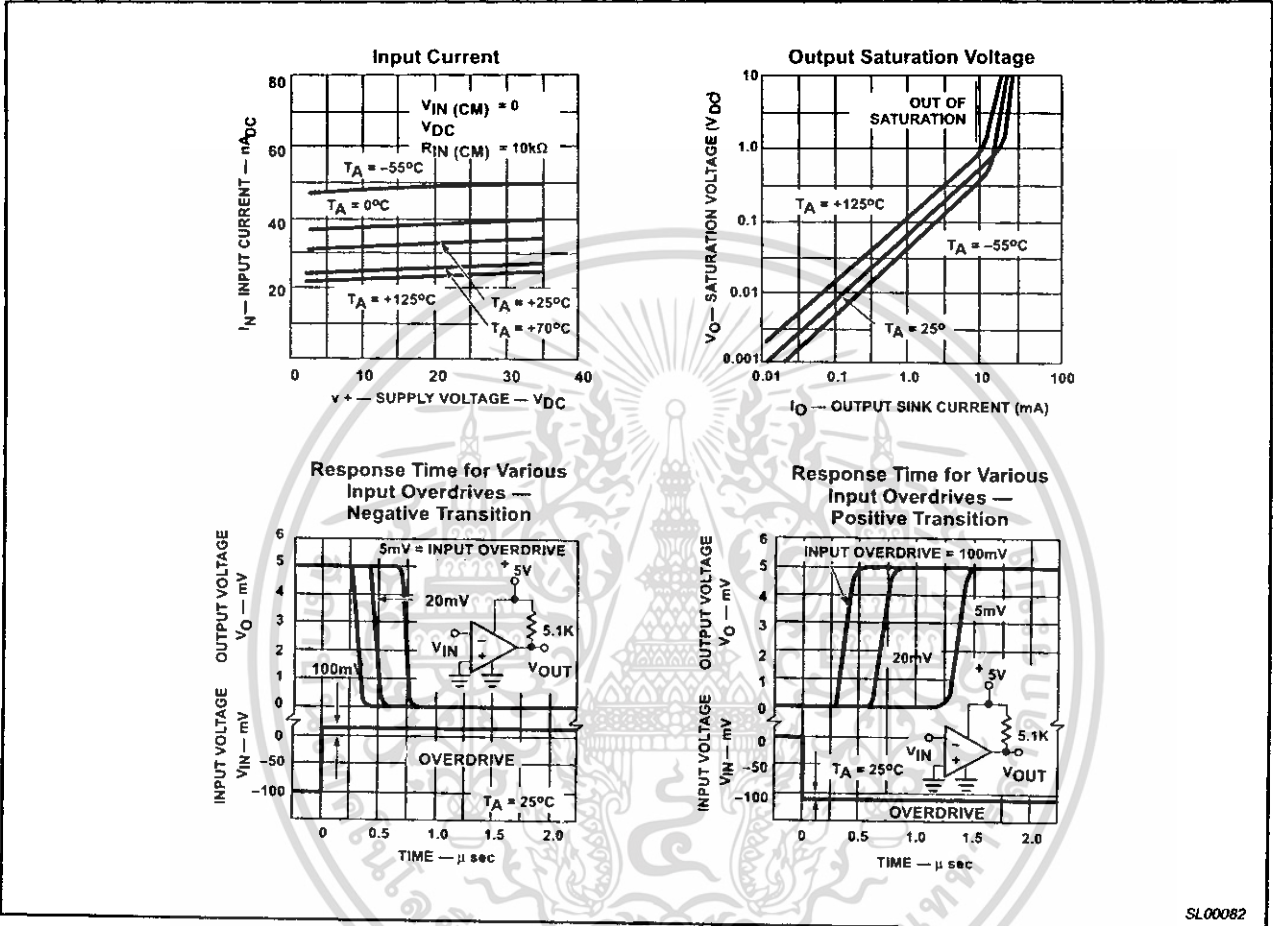


Figure 3. Equivalent Circuit

Low power dual voltage comparator

LM193/A/293/A/393/A/2903

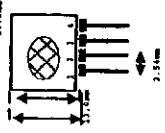
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



SL00082

Figure 4. Typical Performance Characteristics

## TLP434A Ultra Small Transmitter



- pin 1 : GND
- pin 2 : Data In
- pin 3 : Vcc
- pin 4 : Antenna (RF output)

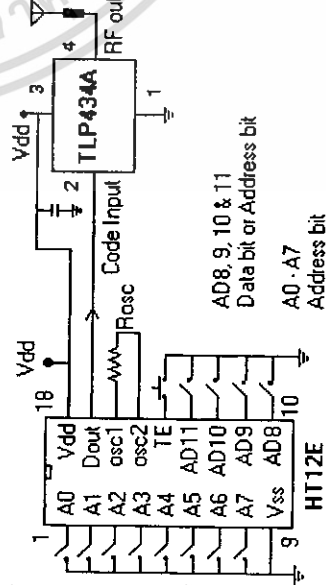
Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Modulation : ASK  
Operation Voltage : 2 - 12 VDC

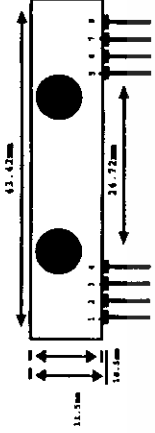
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	19.4	mA
Vh	Input High Voltage	Idata = 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
VI	Input Low Voltage	Idata = 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
FO	Absolute Frequency	315Mhz module	314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power-50ohm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
DR	Data Rate	Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
	External Encoding		512	4.8K	200K	bps

Notes ( Case Temperature = 25°C + 2°C, Test Load Impedance = 50 ohm )

Application Circuit :  
Typical Key-chain Transmitter using HT12E-18DIP, a Binary 12 bit Encoder from  
Hoitek Semiconductor Inc.



## RPL434A SAW Based Receiver



- pin 1 : Gnd
- pin 2 : Digital Data Output
- pin 3 : Linear Output /Ftest
- pin 4 : Vcc
- pin 5 : Vcc
- pin 6 : Gnd
- pin 7 : Gnd
- pin 8 : Antenna

Modulation : ASK  
Supply Voltage : 3.3 - 6.0 VDC  
Output : Digital & Linear

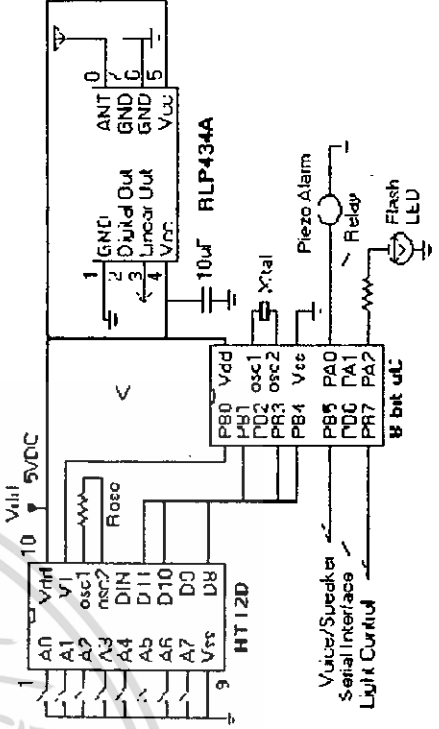
Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Icc	Operating Current		-	4.5	-	mA
Vdata	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

Electrical Characteristics

Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit
Operation Radio Frequency	FC	315, 418 and 433.92			MHz
Sensitivity	Pref	-110			dBm
Channel Width		+5u0			Khz
Noise Equivalent BW		4			Khz
Receiver Turn On Time		5			ms
Operation Temperature	Top	-20		80	C
Baseboard Data Rate			4.8		KHz

Application Circuit :  
Typical RF Receiver using HT12D-18DIP, a Binary 12 bit Decoder with 8 bit uC HT488XX from  
Hoitek Semiconductor Inc.



Laipac Technology, Inc.

55 West Beaver Creek Rd. Unit 1 Richmond Hill Ontario L4B 1K5 Canada  
Tel: (905)762-1228 Fax: (905)763-1737 e-mail: info@laipac.com

LAIPAC  
TECH



**MICROCHIP**

---

# **PIC16F818/819** **Data Sheet**

18/20-Pin  
Enhanced Flash Microcontrollers  
with nanoWatt Technology

---

**Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:**

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection feature. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break Microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

---

Information contained in this publication regarding device applications and the like is provided only for your convenience and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. MICROCHIP MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES OF ANY KIND WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, WRITTEN OR ORAL, STATUTORY OR OTHERWISE, RELATED TO THE INFORMATION, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ITS CONDITION, QUALITY, PERFORMANCE, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR PURPOSE. Microchip disclaims all liability arising from this information and its use. Use of Microchip's products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any Microchip intellectual property rights.

**Trademarks**

The Microchip name and logo, the Microchip logo, Accuron, dsPIC, KEELoC, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE, PowerSmart, rPIC, and SmartShunt are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.


AmpLab, FilterLab, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL, SmartSensor and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, Migratable Memory, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICkit, PICDEM, PICDEM.net, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rLAB, rPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel and Total Endurance are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2004, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
= ISO/TS 16949:2002 =**

*Microchip received ISO/TS-16949:2002 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona and Mountain View, California in October 2003. The Company's quality system processes and procedures are for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELoC® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified.*



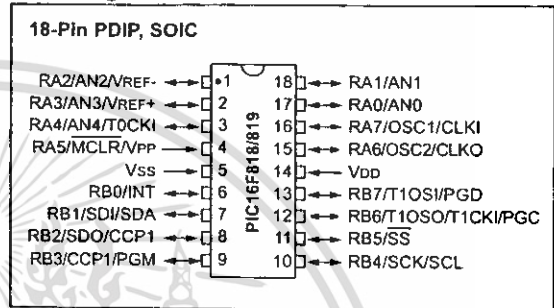
# PIC16F818/819

## 18/20-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with nanoWatt Technology

### Low-Power Features:

- Power-Managed modes:
  - Primary Run: XT, RC oscillator, 87  $\mu$ A, 1 MHz, 2V
  - INTRC: 7  $\mu$ A, 31.25 kHz, 2V
  - Sleep: 0.2  $\mu$ A, 2V
- Timer1 oscillator: 1.8  $\mu$ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 0.7  $\mu$ A, 2V
- Wide operating voltage range:
  - Industrial: 2.0V to 5.5V

### Pin Diagram



### Oscillators:

- Three Crystal modes:
  - LP, XT, HS: up to 20 MHz
- Two External RC modes
- One External Clock mode:
  - ECIO: up to 20 MHz
- Internal oscillator block:
  - 8 user selectable frequencies: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycles Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory typical
- EEPROM Data Retention: > 40 years
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Low-Voltage Programming
- In-Circuit Debugging via two pins

### Peripheral Features:

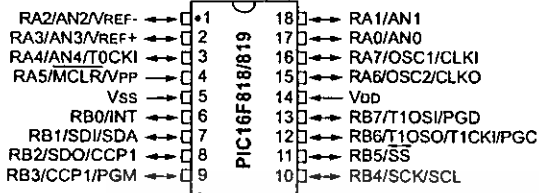
- 16 I/O pins with individual direction control
- High sink/source current: 25 mA
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscale
- Capture, Compare, PWM (CCP) module:
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit, 5-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master/Slave) and I<sup>2</sup>C™ (Slave)

Device	Program Memory		Data Memory		I/O Pins	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	SSP		Timers 8/16-bit
	Flash (Bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)				SPI™	Slave I <sup>2</sup> C™	
PIC16F818	1792	1024	128	128	16	5	1	Y	Y	2/1
PIC16F819	3584	2048	256	256	16	5	1	Y	Y	2/1

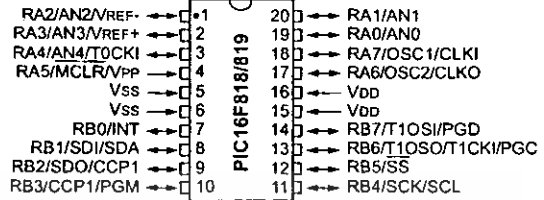
# PIC16F818/819

## Pin Diagrams

### 18-Pin PDIP, SOIC



### 20-Pin SSOP



### 28-Pin QFN

