

ระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ
 AVAILABLE PARKING DISPLAY FOR MULTI-STOREY CAR PARK



นายปิยณัฐ พัวอุดมเจริญ รหัส 51361629
 นายศักดิ์สิทธิ์ บุญวงษ์ รหัส 51361759

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
 ชั้นที่ ๓ อาคาร ๓ S.P. 2555
 เลขทะเบียน 16068820
 เลขเรียกหนังสือ ปร.
 มหาวิทยาลัยนเรศวร ๖6185

2594


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ปีการศึกษา 2554

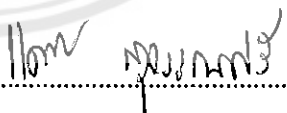


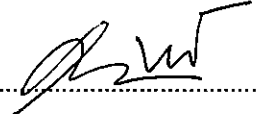
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ
ผู้ดำเนินโครงการ นายปิยณัฐ พัวอุดมเจริญ รหัส 51361629
นายศักดิ์สิทธิ์ บุญวงษ์ รหัส 51361759
ที่ปรึกษาโครงการ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2554

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)


.....กรรมการ
(ดร. แคทริยา สุวรรณศรี)


.....กรรมการ
(ดร. สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

ชื่อหัวข้อโครงการ ระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ
ผู้ดำเนินโครงการ นายปิยณัฐ พัวอุดมเจริญ รหัส 51361629
นายศักดิ์สิทธิ์ บุญวงษ์ รหัส 51361759
ที่ปรึกษาโครงการ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงการที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาประมวลผลจากตัวตรวจนับยานพาหนะและควบคุมวงจรแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ โดยมีแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าและลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการนับวนหาที่จอดรถ ในโครงการนี้เราใช้วงรอบเหนี่ยวนำซึ่งฝังอยู่ที่พื้นผิวถนน ร่วมกับตัวตรวจนับยานพาหนะที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายในเพื่อจ่ายกระแสที่มีความถี่ค่าหนึ่งเข้าไปในขดลวด เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่เข้ามาในระยะตรวจนับ ฟลักซ์แม่เหล็กของวงรอบเหนี่ยวนำจะเกี่ยวค้ำผ่านส่วนที่เป็นโลหะของยานพาหนะนั้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำและแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดมีค่าสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวถูกนำมาใช้เพื่อบ่งบอกถึงการมีอยู่ของยานพาหนะได้ในโครงการนี้ได้สร้างแบบจำลองระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ 2 ชั้นและใช้วงรอบเหนี่ยวนำเพื่อตรวจนับยานพาหนะที่ผ่านเข้าออกแต่ละชั้นในอาคาร ตัวตรวจนับยานพาหนะสร้างจากการประยุกต์ใช้งานไอซี TDA0161 ที่ส่งสัญญาณออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 เพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณไปแสดงผลเป็นตัวเลขที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วน เพื่อแสดงจำนวนที่ว่างในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถ

Project title Available Parking Display for Multi-Storey Car Park
Name Mr. Piyanat Pua-udomcharoen ID. 51361629
Mr. Saksit Boonwong ID. 51361759
Project advisor Mr. Niphat Jantharamin, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2011

Abstract

This thesis presents a project in which the vehicle detection and available parking display in a multi-storey car park were controlled by a microcontroller. This project arose from an idea of saving time and fuel in a parking search. Hereby, a vehicle was detected by means of an inductive loop buried under the road surface and connected to a detector circuit, in which an internal oscillator fed a small current with a certain frequency into the loop. As the vehicle entered the detection zone, the magnetic flux of the loop linked the metal part of the vehicle resulting in an increase in the inductance and, in turn, the voltage across the loop. The detection of the aforementioned voltage changed indicated the presence of the vehicle. In this project, a model of an available parking display for a two-storey car park was built, in which an entry and a departure of a vehicle from each storey were detected by the inductive loops. The metal detector circuit operation was based on a TDA0161 IC chip. An AT89C51 microcontroller received a signal from the TDA0161, determined a number of available parking, and then showed the number on seven-segment displays.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. นิพัทธ์ จันทรินทร์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงการและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญาานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงการ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน

ขอขอบคุณคุณมณฑล พิกเอม ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการต่อวงจร และการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์

ขอขอบคุณบริษัทไทยบริดจ์สโตนที่ได้มอบทุนการศึกษาทำให้ผู้ดำเนินโครงการสามารถแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายของทางครอบครัวได้

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้อุปกรณ์ และใช้ห้องปฏิบัติการ จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรัก ความเมตตา สติปัญญา เป็นที่ปรึกษาปัญหาในทุกๆเรื่อง รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์ จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายปิยณัฐ พัวอุดมเจริญ

นายศักดิ์สิทธิ์ บุญวงษ์

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	2
1.6 งบประมาณ.....	3
บทที่ 2 หลักการทำงานของระบบและทฤษฎีการตรวจจับยานพาหนะ.....	4
2.1 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	4
2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.....	5
2.2.1 รูปแบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	5
2.2.2 หน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	7
2.2.3 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	7
2.3 การตรวจจับยานพาหนะ.....	8
2.3.1 การทำงานของตัวตรวจโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ.....	8
2.3.2 ปัจจัยสำคัญในการตรวจจับยานพาหนะ.....	9
2.4 การแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอดรถ.....	13
2.4.1 หลักการทำงานของส่วนแสดงผล 7 ส่วน.....	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอดรถ	15
3.1 ส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานของระบบ	15
3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะ	15
3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	16
3.1.3 ขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล	16
3.2 การจำลองการทำงานของระบบแสดงที่วางในอาคารจอดรถ	17
3.3 ชุดแหล่งจ่ายของวงจรตรวจจับยานพาหนะและวงจรควบคุม	18
3.4 การออกแบบวงจรตรวจจับยานพาหนะ	19
3.5 การออกแบบวงจรควบคุมและวงจรแสดงผล	21
3.6 การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะและไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับแบบจำลอง อาคารจอดรถ	24
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	26
4.1 ผลการทดสอบชุดตรวจจับยานพาหนะ	26
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอดรถ	27
4.2.1 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะเข้าออกตามปกติของทั้ง 2 ชั้น	27
4.2.2 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะเข้ามาเกินจำนวนที่จอดรถ	29
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	30
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	30
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	30
5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงการ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการแสดงผลจำนวนที่วางในอาคารจอดรถ	33
ภาคผนวก ข รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข AT89C51	37
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไอซี TDA0161	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ง รายละเอียดของไอซี 74HC541	47
ภาคผนวก จ รายละเอียดของ ไอซีเรกกูเลเตอร์ หมายเลข LM7805	50
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของทรานซิสเตอร์ หมายเลข BC547	53
ภาคผนวก ช รายละเอียดของทรานซิสเตอร์ หมายเลข BC 557	56
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	59



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51.....	6
2.2 ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่างๆ.....	11
2.3 รูปแบบการแสดงผลบนส่วนแสดงผล 7 ส่วน	14
3.1 การต่อพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต.....	21
3.2 การต่อขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน.....	21
4.1 ค่าความเหนียวนำและค่าความซาบซึมได้หลังจากมียานพาหนะ.....	27



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในสังคมปัจจุบันการเดินทางด้วยยานพาหนะได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น อาคารดังกล่าวส่วนใหญ่มักจะมีที่จอดรถขนาดใหญ่และมีหลายชั้นเพื่อรองรับจำนวนรถของผู้ที่จะเข้ามาใช้บริการ จึงทำให้การหาที่จอดรถนั้นกลายเป็นเรื่องยุ่งยาก เนื่องจากการไม่ทราบจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถในแต่ละชั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาเร่งด่วนและมียานพาหนะจำนวนมากที่ต้องการหาที่จอดนั้นทำให้เกิดปัญหาในการขับวนหาที่จอดรถในชั้นต่างๆ ของอาคารจอดรถ ในโครงการนี้จึงสร้างระบบนับและแสดงจำนวนที่ว่างของที่จอดรถในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถ เพื่อช่วยประหยัดเวลาให้กับผู้ขับขี่และประหยัดน้ำมันที่จะต้องสูญเสียไปอย่างเปล่าประโยชน์ในการขับวนหาที่จอดรถ

ในปัจจุบันได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถประมวลผลโปรแกรมที่ซับซ้อนได้ดีและการโปรแกรมข้อมูลได้สะดวก สามารถกำหนดเงื่อนไขโปรแกรมข้อมูลได้อย่างหลากหลาย อินพุตและเอาต์พุตสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกแบบต่างๆ ได้หลายแบบ นอกจากนี้ยังทำให้ระบบมีขนาดเล็ก จึงใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นในโครงการนี้จึงได้นำไมโครโปรเซสเซอร์มาประมวลผลและแสดงผลจำนวนที่ว่างในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถ เพื่อให้การหาที่จอดรถนั้นเป็นไปอย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมวงจรมับและส่วนแสดงผลจำนวนที่ว่างในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถ โดยใช้ตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำเพื่อตรวจจับยานพาหนะ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) สร้างแบบจำลองของระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอครดสองชั้น ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) สร้างวงจรตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ เพื่อตรวจจับการเข้าออกของรถยนต์และส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2554							ปี 2555		
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) ศึกษาทฤษฎีและรวบรวมข้อมูล										
2) ศึกษาและเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้ในโครงการ										
3) ออกแบบและสร้างวงจรควบคุม										
4) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน										
5) สรุปผลการดำเนินโครงการและจัดทำรูปเล่มปฏิญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

ระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอครดที่สร้างขึ้นในโครงการนี้ สามารถนำไปใช้แสดงจำนวนที่วางในแต่ละชั้นบนลานจอครดได้ เพื่อทำให้ประหยัดเวลาในการหาที่จอครด และลดการสูญเสียน้ำมันเชื้อเพลิง

1.6 งบประมาณ

1) ชุดตรวจจีบยานพาหนะ	1,000 บาท
2) ชุด ไมโครคอนโทรลเลอร์และชุดแหล่งจ่าย	800 บาท
3) ค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองและชุดแสดงผล	500 บาท
4) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริิญาานิพนธ์	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันแปดร้อยบาทถ้วน)	<u>2,800 บาท</u>

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ



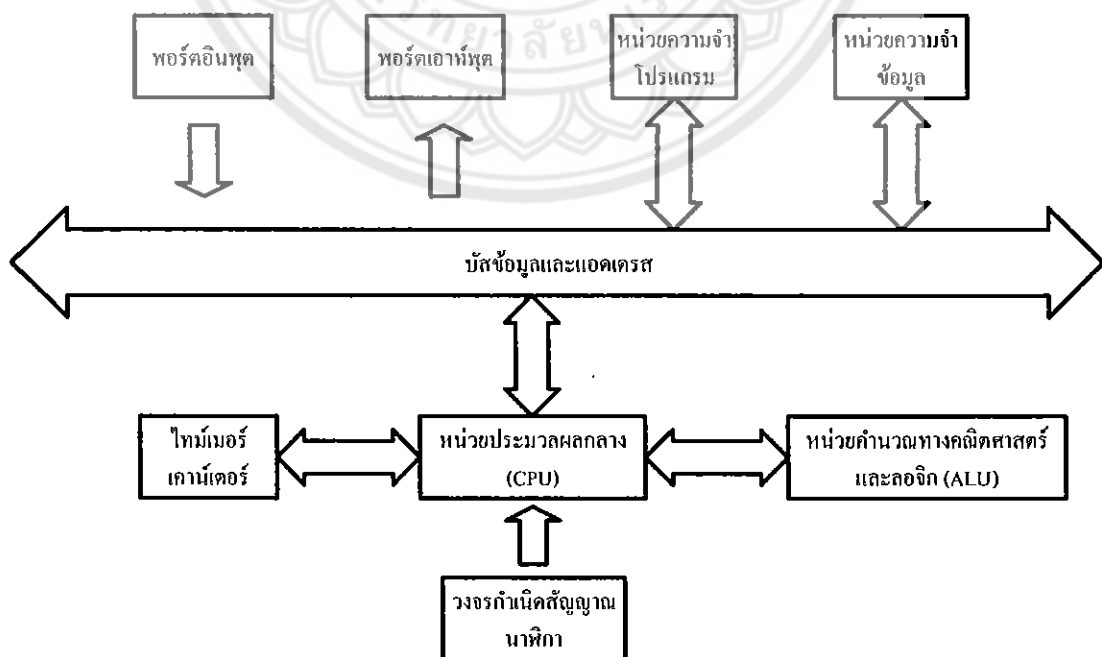
บทที่ 2

หลักการการทำงานของระบบตรวจนับยานพาหนะและแสดงผลจำนวนที่ว่าง

โครงการนี้เป็นการแสดงจำนวนที่ว่างของอาคารจอดรถโดยนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการนับรถ ที่รับสัญญาณพัลส์มาจากวงจรตรวจนับยานพาหนะ แล้วนำไปแสดงผลโดยส่วนแสดงผล 7 ส่วน (7-segment) จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานและโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงวงจรตรวจนับยานพาหนะ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบควบคุมระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ ดังนี้

2.1 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

การควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นกระทำผ่านกระบวนการควบคุมโดยโปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อบอกถึงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากลักษณะที่ถูกระบุขึ้น โดยผู้เขียนโปรแกรมควบคุม ซึ่งควบคุมการทำงานทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการกำหนดพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต สามารถกำหนดหน่วยความจำภายในซึ่งเป็นที่เก็บข้อมูล และเป็นที่พักข้อมูลตามความต้องการ โดยในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละคำสั่ง จะอ้างอิงเวลาจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [1] โดยมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่น เช่น หมายเลข AT89C1051 AT89C2051 และ AT89C4051 เป็นต้น ในแต่ละโครงสร้างอันได้แก่ หน่วยความจำ ภายใน จำนวนขา จำนวนพอร์ต ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้งานจึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรือความเหมาะสมของงานในโครงการนี้ผู้ดำเนินโครงการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 เพราะต้องการวงจรแสดงผลที่ใช้อินพุต 2 พอร์ต และใช้ส่วนแสดงผล 7 ส่วน จำนวน 2 หลักในการแสดงผล ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 นั้นมีจำนวนพอร์ตของอินพุต และเอาต์พุต รวมถึงจำนวนขาที่เหมาะสมกับการใช้งานในโครงการ

2.2.1 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 หมายเลข AT89C51 แสดงการจัดการขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบตัวถัง DIP 40 ขา ดังรูปที่ 2.2 และมีรายละเอียดการทำงานดังตารางที่ 2.1 [1]

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EAVPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

รูปที่ 2.2 รูปแบบการทำงานของขาไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการทำงานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 [1]

ขา	หน้าที่การทำงาน
VCC	เป็นขาสำหรับต่อไฟเลี้ยง 5 V
GND	สำหรับต่อลงกราวด์
XTAL1/XTAL2	ต่อกับตัวผลิตสัญญาณนาฬิกาซึ่งโดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 11.0592 MHz
RST (Reset)	เป็นขาอินพุตเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการป้อนสัญญาณลอจิก 1
ALE/PROG (Address Latch Enable)	เป็นขาสัญญาณเอาต์พุตเพื่อแลตช์ค่าแอดเดรสตำแหน่งข้อมูล (Address Bus, A0-A7) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และเป็นขาสัญญาณเอาต์พุตเพื่อควบคุมการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
PSEN (Program Store Enable)	เป็นขาสัญญาณสไตรป เมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยการส่งสัญญาณสไตรปนี้ 2 ครั้งใน 1 พัลส์สัญญาณนาฬิกา
Port 0 (P0.0-P0.7)	เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตให้กับอุปกรณ์ภายนอก แบบ Open drain (ไม่มีตัวต้านทาน pull up ภายใน) ดังนั้นการใช้งานพอร์ต 0 จึงจำเป็นต้องต่อตัวต้านทาน pull up ด้วย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นขา Address Bus (A0-A7) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และ Data Bus (D0-D7) เพื่อรับข้อมูลการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
Port 1 (P1.0-P1.7)	เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตต่อกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทาน pull up ภายใน
Port 2 (P2.0-P2.7)	เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตต่อกับอุปกรณ์ภายนอก แบบมีตัวต้านทาน pull up ภายใน และเป็นขา Address Bus (A8-A15) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
P3.0/RXD	รับข้อมูลแบบอนุกรม
P3.1/TXD	ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
P3.2/INT0	อินเทอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3/INT1	อินเทอร์รัพต์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4/T0	ตัวควบคุมเวลาการทำงาน/ตัวช่วยนับ ตัวที่ 1
P3.5/T1	ตัวควบคุมเวลาการทำงาน/ตัวช่วยนับ ตัวที่ 2
P3.6/WR	สัญญาณในการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก
P3.7/RD	สัญญาณในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

2.2.2 หน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 มีหน่วยความจำอยู่ 2 แบบที่ใช้เป็นที่เก็บข้อมูล คือ หน่วยความจำโปรแกรม (ROM) และหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละหน่วยความจำดังต่อไปนี้

ก) หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) มีพื้นที่ไว้เพื่อเก็บโปรแกรมข้อมูลที่ถูกเขียนขึ้นและไม่สามารถเขียนลงหน่วยความจำนี้ได้ขณะทำงาน แต่จะทำหน้าที่โดยการอ่านคำสั่งของโปรแกรม เพื่อไปควบคุมตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงาน ตามลักษณะที่ถูกออกแบบโดยผู้เขียนโปรแกรม ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 มีขนาดหน่วยความจำโปรแกรม 4 kbytes และสามารถขยายเพิ่มเติมด้วยหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 64 kbytes [1]

ข) หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) มีหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆ ในขณะที่โปรแกรมทำงาน โดยทำการเรียกข้อมูลที่ต้องการของหน่วยความจำข้อมูลที่ต้องการมาใช้ หรือการนำข้อมูลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 นั้นจะจัดแบ่งหน่วยความจำข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลภายใน และหน่วยความจำข้อมูลภายนอก [1]

2.2.3 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51

ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 มีความสามารถในการติดต่อแบบสองทิศทาง ดังนั้น ในการใช้งานพอร์ตต่างๆของ AT89C51 จำเป็นต้องเข้าใจการกำหนดลักษณะการทำงานให้กับพอร์ตของ AT89C51 ดังต่อไปนี้

ก) การกำหนดเป็นพอร์ตอินพุต

การกำหนดลักษณะการทำงานเป็นพอร์ตอินพุตนั้น ต้องเริ่มจากการเขียนโปรแกรมเริ่มต้น โดยให้มีสถานะลอจิก 1 เพื่อการทำงานของตัวเฟต (FET) ที่อยู่ภายในโครงสร้างของพอร์ต จะหยุดทำงานลง ดังนั้นสัญญาณของพอร์ตถูกเชื่อมต่อกับวงจร R-Pull up ภายในโดยตรง ซึ่งมีค่าประมาณ 50 k Ω ส่งผลให้ขาพอร์ตมีสถานะลอจิก 1 สามารถรับลอจิก 0 จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย แต่สำหรับ Port 0 ซึ่งไม่มี R-Pull up ทำให้เมื่อใช้งานควรต่อ R-Pull up เพื่อทำหน้าที่เป็น External pull up ให้กับพอร์ต การให้พอร์ตทำงานเป็นพอร์ตอินพุตคือการรับสัญญาณไฟฟ้าเข้ามาที่พอร์ต ซึ่งก็คือสัญญาณไฟฟ้าลอจิก 0 นั่นเอง [1]

ข) การกำหนดเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข AT89C51 จะกำหนดให้พอร์ตทำงานเป็นพอร์ตเอาต์พุตอยู่แล้ว เช่น เมื่อกำหนดให้มีสถานะลอจิก 0 ให้ไปปรากฏที่พอร์ตนั้นๆ ฟลิปฟล็อปก็จะคงค่าลอจิก 0 ไว้และส่งลอจิก 1 ไปที่เฟด ทำให้เฟดทำงาน ส่งผลให้เอาต์พุตเป็นลอจิก 0 แต่ถ้าต้องการเอาต์พุตเป็นลอจิก 1 สามารถทำได้โดยกำหนดให้มีมีสถานะลอจิก 1 ปรากฏที่พอร์ตนั้นๆ ฟลิปฟล็อปจะส่งลอจิก 0 ไปขับเฟดทำให้เฟดหยุดทำงาน ส่งผลให้มีลอจิก 1 ไปยังตัวต้านทาน R-Pull up ในการใช้งาน Port 0 จะไม่มี R-Pull up ดังนั้นเมื่อต้องการให้เอาต์พุตมีสถานะเป็นลอจิก 1 จำเป็นต้องต่อ R-Pull up ให้ Port 0 เสมอ [1]

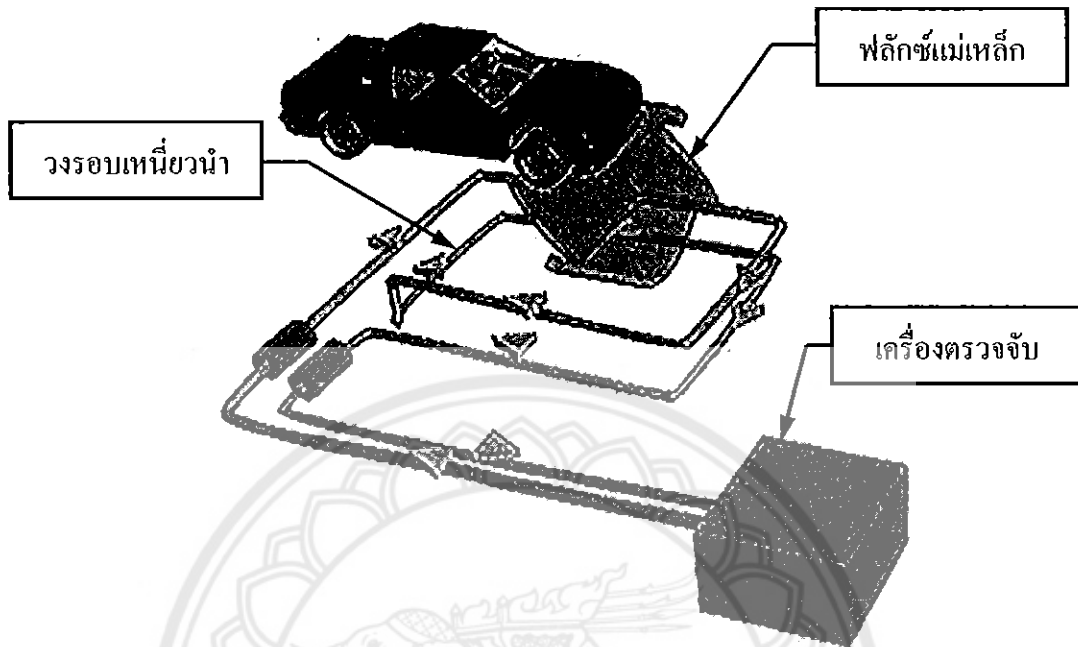
2.3 การตรวจจับยานพาหนะ

เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับยานพาหนะที่เคลื่อนที่ผ่านนั้น มีให้เลือกใช้งานได้หลายชนิด เช่น เซ็นเซอร์อินฟราเรดและสวิตช์ตรวจจับด้วยสนามแม่เหล็ก (Proximity switch) เป็นต้น เซ็นเซอร์แต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น เซ็นเซอร์อินฟราเรดสามารถตรวจจับวัตถุทุกชนิดที่ตัดผ่านตัวมันไม่ว่าจะเป็นคนหรือรถ ในขณะที่สวิตช์ตรวจจับด้วยสนามแม่เหล็กจะตรวจจับเฉพาะโลหะเท่านั้น แต่มีระยะเวลาการตรวจจับที่สั้น ดังนั้นในการเลือกใช้จึงต้องดูความเหมาะสมของการนำไปใช้งานในโครงการนี้ได้เลือกตัวตรวจจับยานพาหนะแบบวงรอบเหนี่ยวนำ เพราะสามารถตรวจจับเฉพาะโลหะและมีระยะเวลาการตรวจจับมากกว่าแบบสวิตช์ตรวจจับด้วยสนามแม่เหล็ก โดยขณะที่มีรถตัดผ่านจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดเหนี่ยวนำที่ฝังอยู่ใต้ดินซึ่งทำให้ไม่เปลืองพื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์

2.3.1 การทำงานของตัวตรวจโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ

การทำงานของเครื่องตรวจจับยานพาหนะที่ใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ (Inductive loop detector) แสดงในรูปที่ 2.3 โครงสร้างประกอบด้วยขดลวดตัวนำที่พันเป็นขดหลายรอบซึ่งโดยทั่วไปจะขดเป็นรูปสี่เหลี่ยมฝังไว้ใต้ผิวดินและมีวงจรรอสซิลเลเตอร์ผลิตกระแสที่มีความถี่ค่าหนึ่งส่งเข้าไปในขดลวดทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดลวดซึ่งมีค่าความเหนี่ยวนำค่าหนึ่ง เมื่อมียานพาหนะเข้ามาใกล้ขดลวด ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้น ความเข้มสนามแม่เหล็กจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อแรงดันที่ตัวเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้น จึงทำให้สามารถตรวจจับการผ่านเข้าออกของยานพาหนะได้ ความแน่นอนและความสามารถในการแบ่งแยกวัตถุที่ไม่ใช่ยานพาหนะขึ้นอยู่กับ การปรับให้วงจรตรวจสอบได้ว่าแรงดันเปลี่ยนแปลงมาก

น้อยเพียงใด เนื่องจากยานพาหนะที่มีชิ้นส่วนโลหะขนาดใหญ่จะทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลงมาก จึงทำให้เราสามารถแบ่งแยกยานพาหนะกับวัตถุโลหะที่มีขนาดเล็กได้ [3]



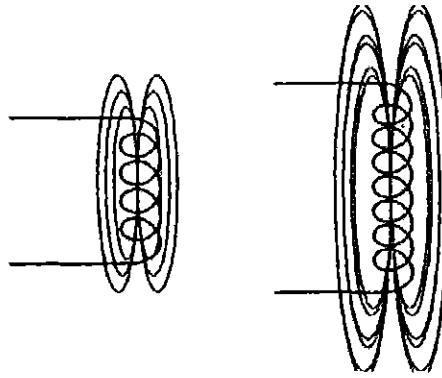
รูปที่ 2.3 การทำงานของวงรอบเหนี่ยวนำ [3]

2.3.2 ปัจจัยสำคัญในการตรวจจับยานพาหนะ

ในโครงการนี้การตรวจจับยานพาหนะในอาคารจอดรถใช้หลักการการทำงานของวงรอบเหนี่ยวนำซึ่งสร้างจากขดลวดหรือสายไฟมาพันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปวงกลมที่มีจำนวนรอบตั้งแต่หนึ่งรอบขึ้นไปทำให้ขดลวดหรือสายไฟเส้นนั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวเหนี่ยวนำโดยค่าความเหนี่ยวนำประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ได้แก่

ก) จำนวนรอบของขดลวด

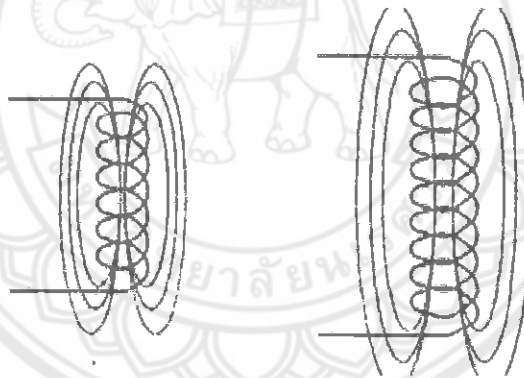
ถ้าตัวเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.4 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดจะเกิดขึ้นมากส่งผลจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำและเมื่อที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนมากตัดกับขดลวดจะทำให้ความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามดังนั้นค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด



รูปที่ 2.4 ผลของจำนวนรอบของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ [3]

ข) พื้นที่ของขดลวด

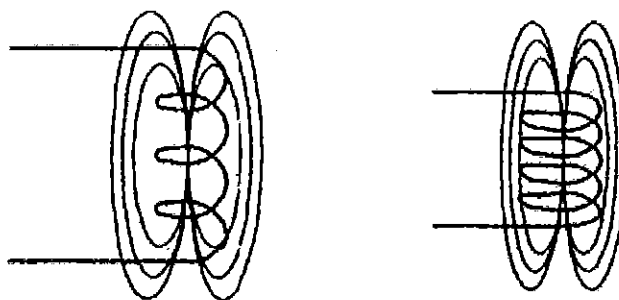
ถ้าพื้นที่ของขดลวดเพิ่มขึ้นสำหรับขดลวดที่มีจำนวนรอบใดๆดังแสดงในรูปที่ 2.5 จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากขึ้นด้วย ส่งผลให้ความเหนี่ยวนำมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วน โดยตรงกับพื้นที่ของขดลวด



รูปที่ 2.5 ผลของพื้นที่ของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ [3]

ค) ความยาวของขดลวด

ถ้าทำให้ขดลวดจำนวน 4 รอบ ขยายพื้นที่ออก (ความยาวของขดลวดเพิ่มขึ้น) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะมีปริมาณลดลงในทางกลับกันถ้าขดลวดที่มีจำนวนเท่าเดิมนำมาพันให้อยู่ชิดกันมากขึ้นอีก (ความยาวของขดลวดสั้นลง) สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดในแต่ละขดจะเสริมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของขดลวด



รูปที่ 2.6 ผลของความยาวของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ [3]

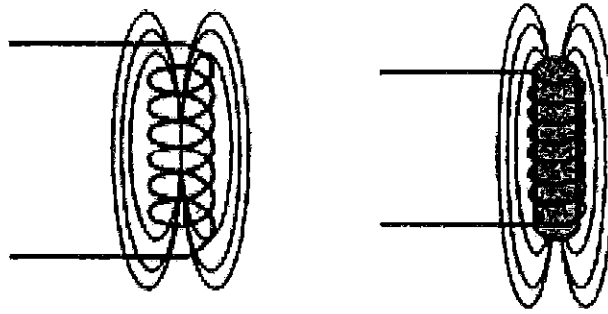
จ) วัสดุที่นำมาทำแกนภายในขดลวด

ตัวเหนี่ยวนำส่วนมากมีแกนที่ทำจากวัสดุจำพวกนิกเกิล เหล็ก เฟอร์ไรต์ หรืออัลลอย ซึ่งมีค่าความซบซึมได้ (Permeability) ไม่เท่ากันดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งค่าความซบซึมได้จะช่วยเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็กดังแสดงในรูปที่ 2.7 ดังนั้นค่าความซบซึมได้จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ โดยถ้าค่าความซบซึมได้ของวัสดุที่ใช้ทำแกนมีค่ามากจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย

ตารางที่ 2.2 ค่าความซบซึมได้ของวัสดุชนิดต่างๆ [3]

วัสดุ	μ (H/m)
อากาศ	1.26×10^{-6}
นิกเกิล	6.28×10^{-5}
โคบอลต์	7.56×10^{-5}
เหล็กหล่อ	1.1×10^{-4}
เหล็กแท่ง	5.56×10^{-4}
แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า	6.9×10^{-3}
เหล็กซิลิคอน	8.8×10^{-3}
เฟอร์รึมาลอย (Permalloy)	0.126
ซูเปอร์เฟอร์รึมาลอย (Supermalloy)	1.26

เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งหมดที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำเราสามารถนำมาเขียนเป็นสูตรคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำดังสมการที่ (2.1) [3] และยังสามารถหาค่าความเหนี่ยวนำได้จากการคำนวณตามสมการที่ (2.2) และหาค่าความไวในการตรวจจับยานพาหนะได้จากสมการที่ (2.3)



รูปที่ 2.7 ผลของแกนของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ [3]

$$L = \frac{N^2 \times A \times \mu}{l} \quad (2.1)$$

โดยที่ L = ค่าความเหนี่ยวนำ (H)

N = จำนวนของขดลวด

A = พื้นที่ของขดลวด (m^2)

μ = ค่าความซาบซึมได้

l = ความยาวของวัสดุที่นำมาทำแกน (m)

$$L = P \frac{(t^2 + t)}{4} \quad (2.2)$$

โดยที่ L = ค่าความเหนี่ยวนำ (μH)

P = เส้นรอบรูป (ft)

t = จำนวนรอบ

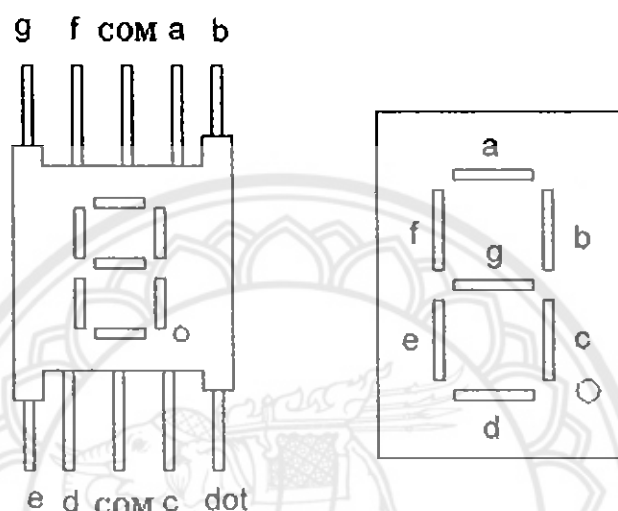
ส่วนค่าความไวในการตรวจจับยานพาหนะหาได้จาก

$$\text{ความไวในการตรวจจับโลหะ} = \frac{\text{ขนาดของยานพาหนะ}}{\text{ความสูงของยานพาหนะ} \times \text{ขนาดของวงรอบ}} \quad (2.3)$$

ดังนั้นจากสมการที่ (2.2) และ (2.3) สรุปได้ว่า การเพิ่มขนาดของวงรอบ จะลดความไวในการตรวจจับยานพาหนะ ถ้ายานพาหนะมีความสูงมากจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำที่เกิดจากยานพาหนะมีค่าลดลง แต่ถ้ายานพาหนะมีขนาดเล็กจะทำให้ความไวในการตรวจจับมีค่ามากขึ้น นอกจากนี้ ขนาดของวงรอบมีผลต่อความไวที่สามารถตรวจจับได้ ในขณะที่การเพิ่มจำนวนรอบจะไม่ส่งผลต่อความไวในการตรวจจับ

2.4 การแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ

สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลเป็นตัวเลขมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น จอแอลซีดี (LCD display) และส่วนแสดงผล 7 ส่วน (7-segment) ในโครงการนี้ได้เลือก ส่วนแสดงผล 7 ส่วน ดังรูปที่ 2.8 ในการแสดงผลเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก อีกทั้งทำการ โปรแกรมควบคุมได้ง่าย ซึ่ง หลักการของ ส่วนแสดงผล 7 ส่วน มีดังนี้



รูปที่ 2.8 การจัดขาของส่วนแสดงผล 7 ส่วน

2.4.1 หลักการทำงานของส่วนแสดงผล 7 ส่วน

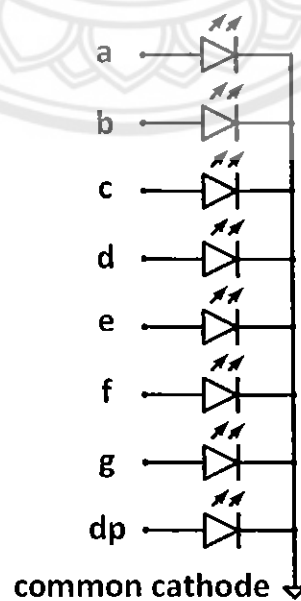
ส่วนแสดงผล 7 ส่วนนี้จะใช้แอลอีดีแต่ละตัวมาจัดเรียงตัวกันอยู่ภายใน และมีชื่อเรียกแต่ละส่วนแตกต่างกันตามตำแหน่งที่จัดวาง เช่น a, b, c, d, e, f, g และ dot ในการแสดงตัวเลขต่างๆ สามารถแสดงได้โดยการกำหนดให้ตำแหน่งในแต่ละส่วนของส่วนแสดงผล 7 ส่วนมีการเปล่งแสงออกมาซึ่งก็คือ มีลอจิก 1 ในตำแหน่งที่ต้องการแสดงตัวเลข ส่วนตำแหน่งที่ไม่ต้องการแสดงก็ให้มีลอจิกเป็น 0 ดังแสดงในตารางที่ 2.3

การนำแอลอีดีมาต่อรวมกันเพื่อเป็นการแสดงตัวเลขต่าง ๆ นั้น สามารถต่อเป็นส่วนแสดงผล 7 ส่วนได้ 2 แบบ คือ ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม แสดงดังรูปที่ 2.9 และส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแอนโนดร่วม ซึ่งในโครงการนี้ได้เลือกใช้แบบแคโทดร่วม

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการแสดงผลบนส่วนแสดงผล 7 ส่วน [2]

ตัวเลขที่ใช้แสดง	การกำหนดส่วนที่แสดงผล (1 = สว่าง, 0 = ดับ)								
	a	b	c	d	e	f	g	dot	HEX
0	1	1	1	1	1	1	0	0	3F
1	0	1	1	0	0	0	0	0	06
2	1	1	0	1	1	0	1	0	5B
3	1	1	1	1	0	0	1	0	4F
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66
5	1	0	1	1	0	1	1	0	6D
6	0	0	1	1	1	1	1	0	7D
7	1	1	1	0	0	0	0	0	07
8	1	1	1	1	1	1	1	0	7F
9	1	1	1	0	0	1	1	0	6F

ส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแคโทดร่วม ที่ต่อขาแคโทดของแอลอีดีแต่ละตัวเข้าด้วยกันดังรูปที่ 2.9 เพื่อให้เกิดเป็นตัวเลขต่างๆ ซึ่งขาแคโทดที่ต่อร่วมนี้จะต้องต่อลงกราวด์ นั่นคือส่วนแสดงผล 7 ส่วนแบบแคโทดร่วมนี้ต้องได้รับข้อมูลลอจิก 1 มาทำให้แอลอีดีแต่ละส่วนเปล่งแสง แต่ถ้ารับข้อมูลลอจิก 0 จะทำให้แอลอีดีไม่เปล่งแสง [2]



รูปที่ 2.9 การต่อแอลอีดีในแต่ละส่วน

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ

หลังจากเข้าใจหลักการทำงานของแต่ละวงจรในบทที่ 2 แล้วเราจึงเริ่มออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรมโดยทำการจำลองการผ่านเข้าออกของรถในอาคารจอดรถจำนวน 2 ชั้นซึ่งโปรแกรมที่เลือกใช้จำลองการทำงานของระบบคือ โปรแกรมโปรทีอุส (Proteus) เพราะใช้งานที่ง่ายและมีอุปกรณ์หลากหลายชนิดให้เลือกใช้ซึ่งเหมาะสมกับวงจรที่ต้องการจำลองผลทำให้สามารถนำผลการจำลองมาใช้ในการอธิบายการทำงานจากระบบการแสดงผลจำนวนที่ว่างของอาคารจอดรถได้

3.1 ส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานของระบบ

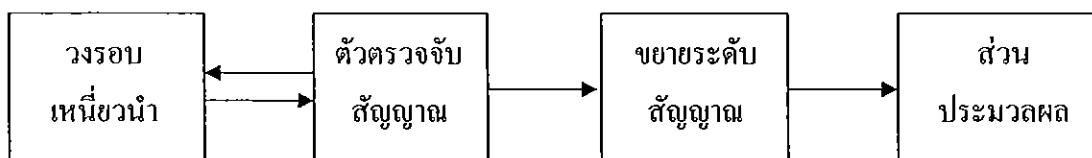
ในโครงการนี้เราสามารถออกแบบระบบแสดงจำนวนที่ว่างของอาคารจอดรถ โดยเป็นการแสดงผลที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณรถที่เข้าออกในขณะนั้นๆ โดยที่เรามีอุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะเพื่อนำไปประมวลผลในการแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถของทุกชั้นไว้ที่จอแสดงผลของแต่ละชั้นได้ โดยมีการแบ่งขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งแยกการทำงานออกได้เป็น 3 ส่วนคือ ส่วนตรวจจับยานพาหนะ ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล



รูปที่ 3.1 แผนภาพกรอบขั้นตอนการทำงานทั้งหมด

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะ

การทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะแสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะ

การทำงานในส่วนตรวจจับยานพาหนะได้เริ่มจากการสร้างสัญญาณความถี่ส่งออกไปที่วงรอบเหนี่ยวนำ จากนั้นตรวจสอบแรงดันที่กลับเข้ามาเพื่อเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง ถ้าแรงดันมีค่าลดลงต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงตัวตรวจจับแรงดันจะส่งสัญญาณไปที่ส่วนขยายระดับสัญญาณ แล้วจึงส่งสัญญาณเข้าไปที่อินพุตของส่วนประมวลผล

3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

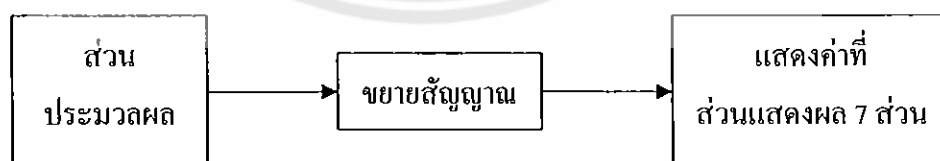
ขั้นตอนการทำงานของส่วนประมวลผลสามารถเขียนเป็นแผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 3.3 โดยเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่อินพุตสัญญาณจะถูกปรับแต่งเพื่อนำไปแยกสัญญาณก่อนที่จะนำไปประมวลผล จากนั้นหน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปทางเอาต์พุต



รูปที่ 3.3 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนประมวลผล

3.1.3 ขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล

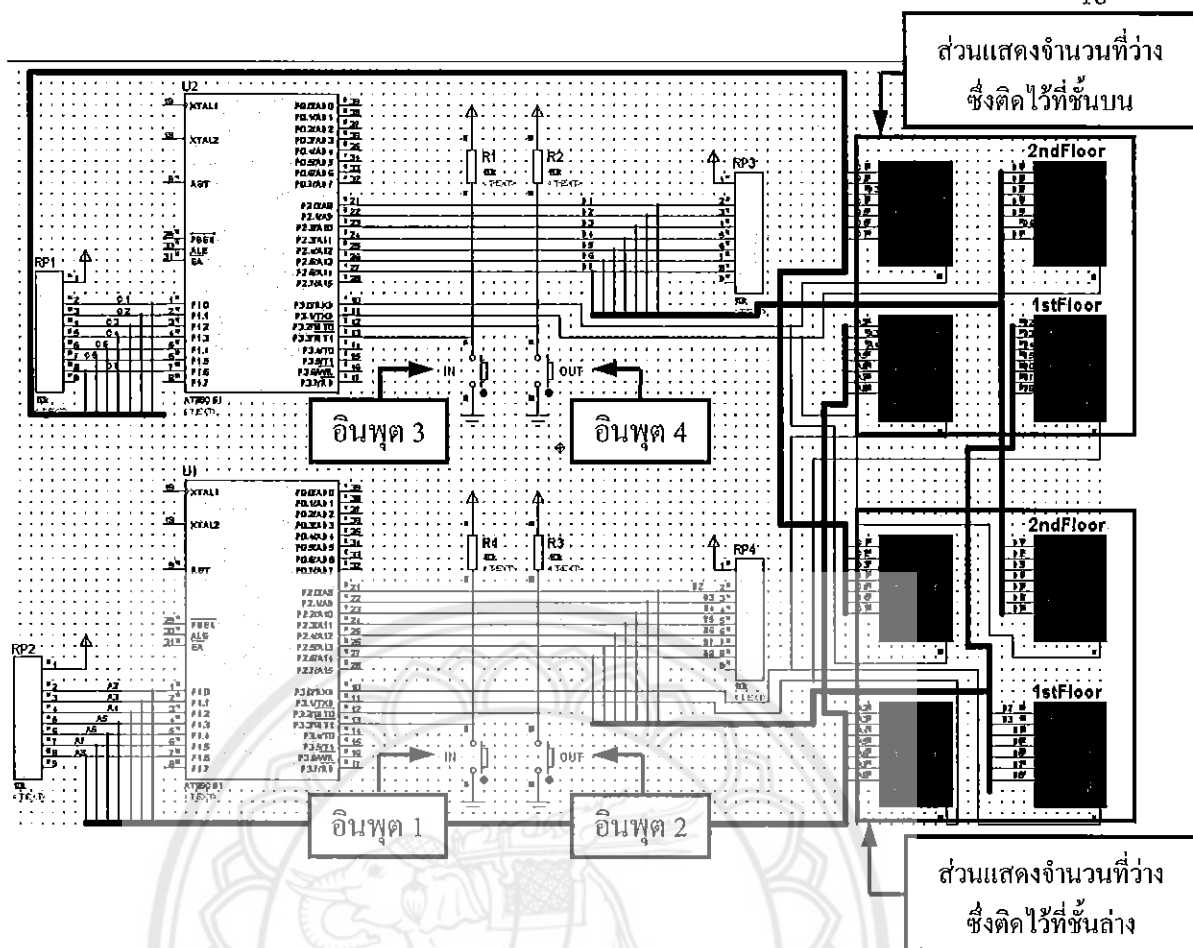
ในส่วนของขั้นตอนการแสดงผล มีแผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.4 เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตส่งออกมาจากส่วนประมวลผลจะถูกนำมาขยายสัญญาณ แล้วจึงส่งไปแสดงผลที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วน



รูปที่ 3.4 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล

3.2 การจำลองการทำงานของระบบแสดงที่ว่างในอาคารจอดรถ

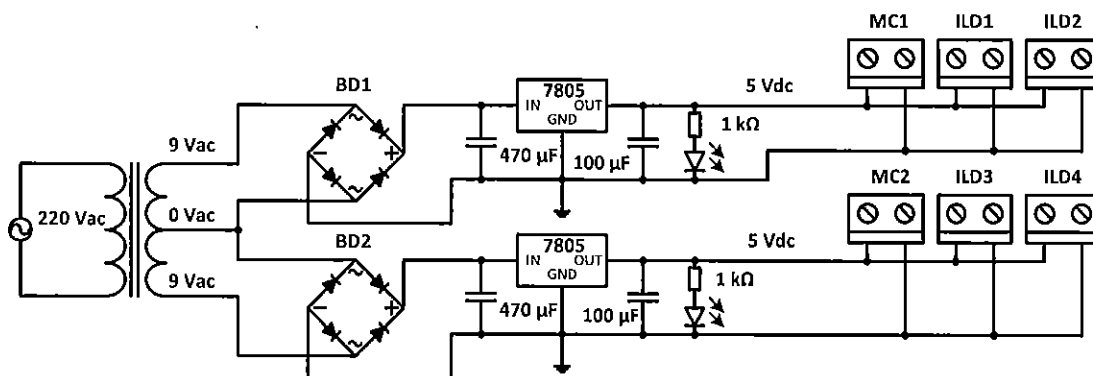
หลังจากเข้าใจการทำงานของระบบแล้ว ผู้ดำเนินโครงการได้จำลองการทำงานของระบบดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยจำลองเหตุการณ์จากอาคารจอดรถแบบ 2 ชั้นที่มีทางวนขึ้นลงในแต่ละชั้น โดยในส่วนของอินพุตจะสมมติให้สวิตช์แทนตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ ซึ่งจะมีอยู่ชั้นละ 2 วงจรในฝั่งทางเข้าออก โดยใช้อินพุต 1 และ 3 แทนการตรวจจับด้านทางเข้า และอินพุต 2 และ 4 แทนการตรวจจับด้านทางออก ในส่วนวงจรควบคุมได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชั้นละ 1 วงจร และส่วนการแสดงผลใช้ส่วนแสดงผล 7 ส่วน จำนวน 2 หลักในการแสดงจำนวนที่ว่างของทั้ง 2 ชั้น ในบริเวณทางเข้าอาคารจอดรถของแต่ละชั้น เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถทราบถึงจำนวนที่ว่างของทุกๆชั้นขณะขับวนหาที่จอดรถ จากการจำลองการทำงาน ได้ผลการทำงานของระบบดังนี้ ขณะเริ่มต้นการทำงานสมมติให้อาคารจอดรถในแต่ละชั้นมีพื้นที่การจอดอยู่ 30 ที่ และยังไม่มียอดจอด ส่วนแสดงผลจึงแสดงค่าเป็น 30 ทั้ง 2 ชั้น เมื่อมีรถเข้ามาในอาคารจอดรถ รถตัดผ่านวงรอบเหนี่ยวนำขาเข้า (อินพุต 1 และ 3) วงจรอินพุตจะส่งสัญญาณให้ตัวควบคุมเพื่อประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปให้วงจรส่วนแสดงผล เพื่อลดจำนวนที่ว่างตามจำนวนรถที่เข้ามาในอาคารจอดรถ และลดจำนวนที่ว่างจนกระทั่งเหลือ 0 แล้วคงค่าไว้เพื่อแสดงให้รู้ว่าไม่มีที่ว่างเหลือแล้วเมื่อเทียบกับจำนวนรถที่มีในชั้นนั้นๆ และเมื่อมีรถออกจากอาคารจอดรถ รถจะตัดผ่านวงรอบเหนี่ยวนำขาออก (อินพุต 2 และ 4) ส่วนอินพุตจะส่งสัญญาณให้ตัวควบคุมเพื่อประมวลผล แล้วส่งสัญญาณไปให้ส่วนแสดงผลเพื่อเพิ่มจำนวนที่ว่างตามจำนวนรถที่ออกจากอาคารจอดรถแต่ละชั้น และเพิ่มจำนวนที่ว่างจนกระทั่งเป็น 30 และจะคงค่าไว้เพื่อแสดงว่าไม่มีรถจอดอยู่ในอาคารจอดรถเลย อย่างไรก็ตามในการจำลองการทำงานนี้จำนวนที่ใช้แสดงพื้นที่ว่างทั้งหมดในอาคารจอดรถนั้นสามารถเพิ่มลดได้ตามความต้องการ เพื่อนำการทำงานที่ได้ไปประกอบการออกแบบวงจรตรวจจับรวมถึงวงจรควบคุมและส่วนแสดงผลต่อไป



รูปที่ 3.5 การจำลองการทำงานของระบบแสดงที่ว่างในอาคารจอดรถ

3.3 ชุดแหล่งจ่ายของวงจรตรวจจับยานพาหนะและวงจรควบคุม

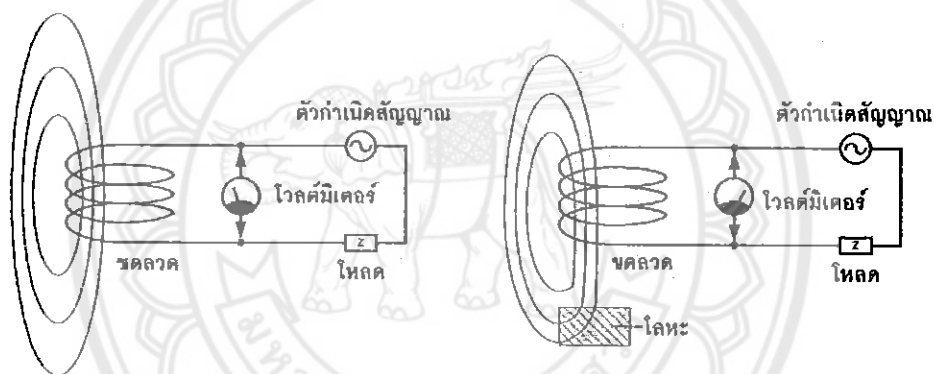
ชุดแหล่งจ่ายแรงดัน 5 Vdc ใช้หม้อแปลงขนาด 220/9 Vac ต่อกับวงจรเรียงกระแสตรงแบบบริดจ์ และใช้ไอซี 7805 รักษาแรงดัน 5 Vdc เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรควบคุมและวงจรตรวจจับยานพาหนะ ซึ่งจะใช้แหล่งจ่าย 1 ชุดสำหรับวงจรในแต่ละชั้นของอาคารจอดรถดังแสดงในรูปที่ 3.6



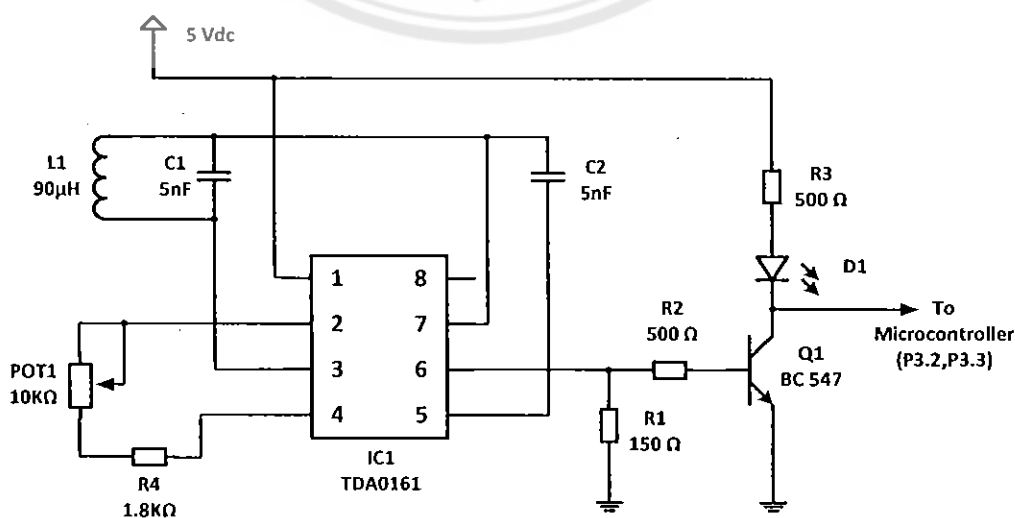
รูปที่ 3.6 ชุดแหล่งจ่ายของวงจรตรวจจับยานพาหนะ และวงจรควบคุม

3.4 การออกแบบวงจรตรวจจับยานพาหนะ

ในการออกแบบชุดตรวจจับยานพาหนะผู้ดำเนินโครงการได้ใช้ชุดตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำที่มีการพันตัววงรอบเหนี่ยวนำแบบวงกลมซึ่งถูกฝังไว้ด้านล่างพื้นถนน โดยมีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อตัวกำเนิดสัญญาณจ่ายกระแสไฟสลับเข้าไปยังขดลวด ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนรอบๆขดลวดดังรูปที่ 3.7 เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าจะได้ระดับแรงดันค่าหนึ่ง จากนั้นนำแท่งโลหะไปวางใกล้ขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กก็จะเกี่ยวคล้องกับแท่งโลหะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กจะไหลไปรวมที่แท่งโลหะทำให้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะได้ โดยได้เลือกใช้ไอซี TDA0161 ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อการตรวจจับโลหะโดยเฉพาะ ไอซีดังกล่าวได้รวมวงจรกำเนิดสัญญาณและส่วนตรวจจับแรงดันแบบปรับความไวได้ไว้ภายใน จึงลดความซับซ้อนของวงจรได้มาก แผนภาพวงจรตรวจจับยานพาหนะที่สร้างขึ้นในโครงการนี้แสดงในรูปที่ 3.8

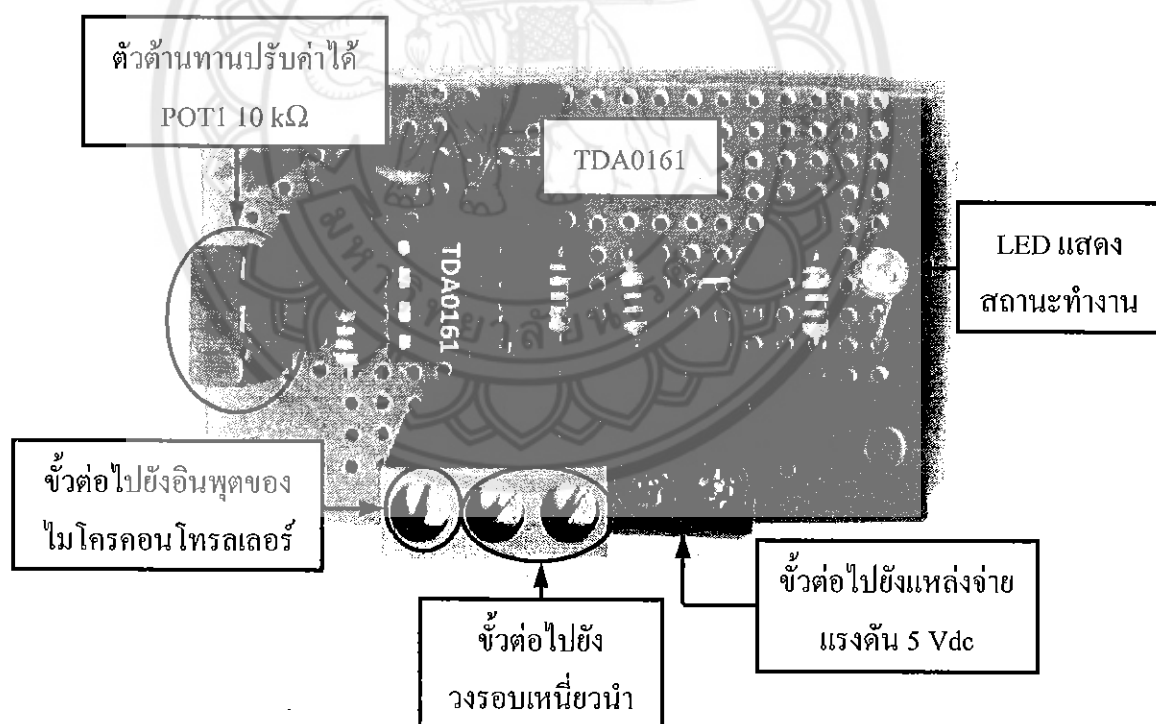


รูปที่ 3.7 หลักการตรวจจับโลหะ [3]



รูปที่ 3.8 แผนภาพวงจรชุดตรวจจับยานพาหนะ

จากรูปที่ 3.8 การตรวจจับโลหะขึ้นอยู่กับไอซี TDA0161 ซึ่งตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระแสไหลวนในตัววงรอบเหนี่ยวนำซึ่งกระแสที่เกิดขึ้นจากตัววงรอบเหนี่ยวนำ L1 กับ C1 จะเป็นสัญญาณหลักในการทำงานที่ โดย R4 และ POT1 ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณเปรียบเทียบที่ใช้ในการตรวจจับ ตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่กรองแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบถูกส่งไปยังวงจรควบคุมกระแสซึ่งอยู่ใน TDA0161 โดยค่ากระแสเอาต์พุตที่ได้จากไอซีมีค่า 2 ระดับขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างวัตถุโลหะที่ต้องการตรวจจับกับตัววงรอบเหนี่ยวนำ กล่าวคือ ถ้ามีวัตถุโลหะอยู่ใกล้ตัววงรอบเหนี่ยวนำ ไอซีจะจ่ายกระแสเอาต์พุตมากกว่า 8 mA (ลอจิก 1) แต่ถ้าวัตถุโลหะอยู่ห่างจากตัววงรอบเหนี่ยวนำ ไอซีจะจ่ายกระแสต่ำกว่า 1 mA (ลอจิก 0) เมื่อมีวัตถุโลหะอยู่ใกล้ตัววงรอบเหนี่ยวนำ กระแสเอาต์พุตของไอซีจะไหลผ่าน R1 จึงเกิดแรงดันไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานโดยมีกระแสไหลผ่าน R2 เป็นกระแสเบส เมื่อ Q1 นำกระแสจะทำให้ D1 ติดสว่างขึ้นเพื่อแสดงสถานะการตรวจจับโลหะได้ ในกรณีที่ไม่มีวัตถุโลหะอยู่ในระยะตรวจจับ กระแสที่ไหลผ่าน R1 มีค่าลดลง ส่งผลให้ Q1 หยุดนำกระแสและ D1 ดับลง การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะ

3.5 การออกแบบวงจรควบคุมและวงจรแสดงผล

ในส่วนของตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตนั้น เราต้องมีการกำหนดตำแหน่งให้กับอุปกรณ์ โดยแสดงดังตารางที่ 3.1 เพื่อช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ตำแหน่งและตรวจสอบสถานะที่ตำแหน่งนั้นหรือรับและส่งข้อมูลออกไปที่ตำแหน่งดังกล่าวได้

ตารางที่ 3.1 การต่อพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

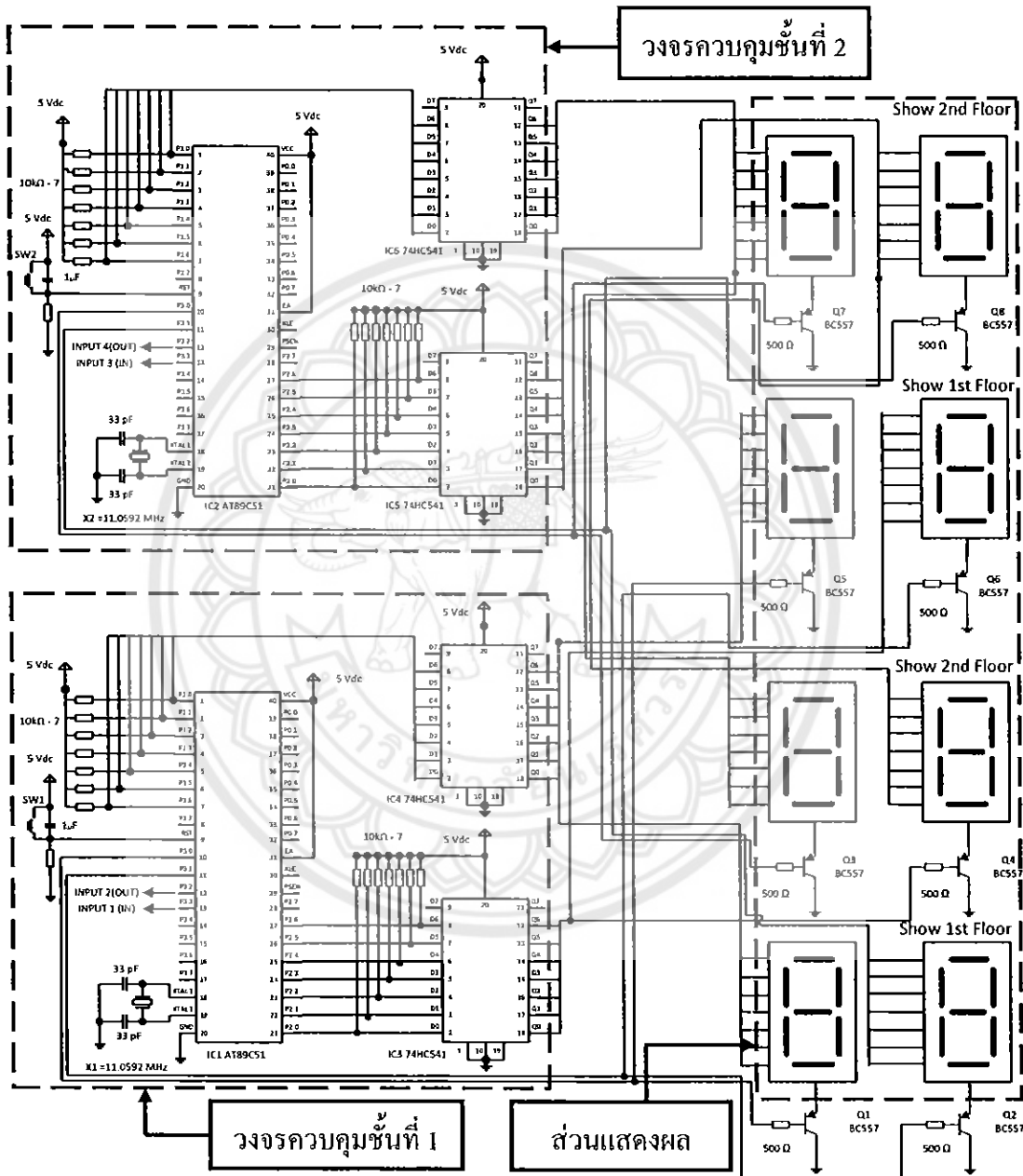
ขา	หน่วยอินพุตและเอาต์พุต	รายละเอียด
Port 1 (P1.0-P1.6)	หน่วยเอาต์พุต	ส่วนแสดงผล 7 ส่วนหลักสิบ
Port 2 (P2.0-P2.6)	หน่วยเอาต์พุต	ส่วนแสดงผล 7 ส่วนหลักหน่วย
P3.0	หน่วยเอาต์พุต	ตัวแปรส่วนแสดงผล 7 ส่วนหลักสิบ
P3.1	หน่วยเอาต์พุต	ตัวแปรส่วนแสดงผล 7 ส่วนหลักหน่วย
P3.2	หน่วยอินพุต	ตัวตรวจจับยานพาหนะขาออก
P3.3	หน่วยอินพุต	ตัวตรวจจับยานพาหนะขาเข้า

หลังจากเลือกตำแหน่งของพอร์ตที่ใช้งานแล้ว ส่วนเอาต์พุตจะกำหนดตำแหน่งของขาไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน เพื่อให้แสดงผลการทำงานของระบบได้ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

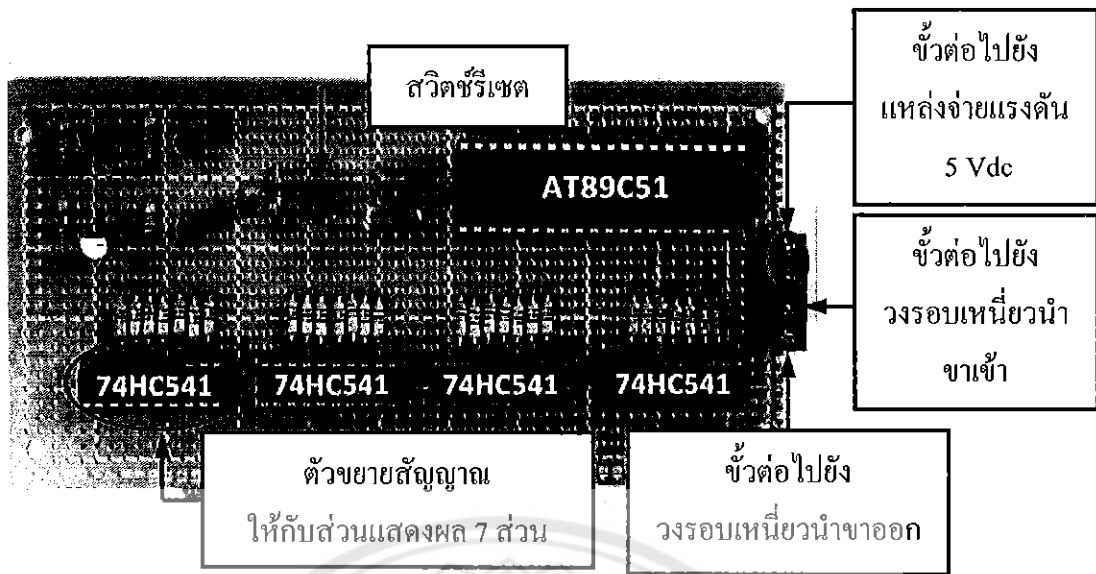
ตารางที่ 3.2 การต่อขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน

ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์	ขาของส่วนแสดงผล 7 ส่วน
P1.0, P2.0	a
P1.1, P2.1	b
P1.2, P2.2	c
P1.3, P2.3	d
P1.4, P2.4	e
P1.5, P2.5	f
P1.6, P2.6	g
P3.1, P3.2	common

จากการกำหนดพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 แล้ว การเชื่อมต่อวงจรแสดงผลเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 3.10 แล้วต่อไฟเลี้ยง 5 Vdc วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาความถี่ 11.0592 MHz และวงจรรีเซตเข้ากับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดตั้งชุดไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.11

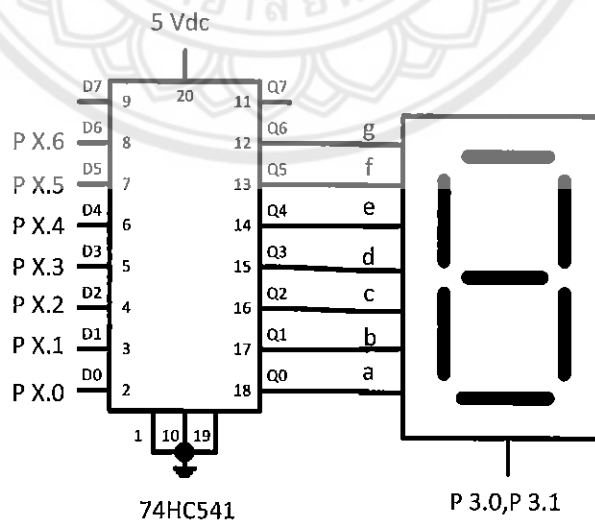


รูปที่ 3.10 วงจรควบคุมและส่วนแสดงผล



รูปที่ 3.11 การติดตั้งชุดวงจรควบคุม

ส่วนอินพุตจะรับสัญญาณจากตัวตรวจจับประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ ส่วนเอาต์พุตซึ่งจะออกไปแสดงผลที่ส่วนแสดงผล 7 ส่วนนั้นต้องใช้ไอซี 74HC541 ซึ่งทำหน้าที่เป็นไอซีบัฟเฟอร์เพื่อขยายสัญญาณที่ส่งไปยังส่วนแสดงผล 7 ส่วน ดังรูปที่ 3.12 ส่วนขาร่วมของส่วนแสดงผล 7 ส่วนนั้นต้องใช้ทรานซิสเตอร์หมายเลข BC557 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์เลือกตำแหน่งของส่วนแสดงผล 7 ส่วนที่ต้องการเปลี่ยนแปลงซึ่งที่มีรูปแบบการนำไปใช้งานดังรูปที่ 3.13



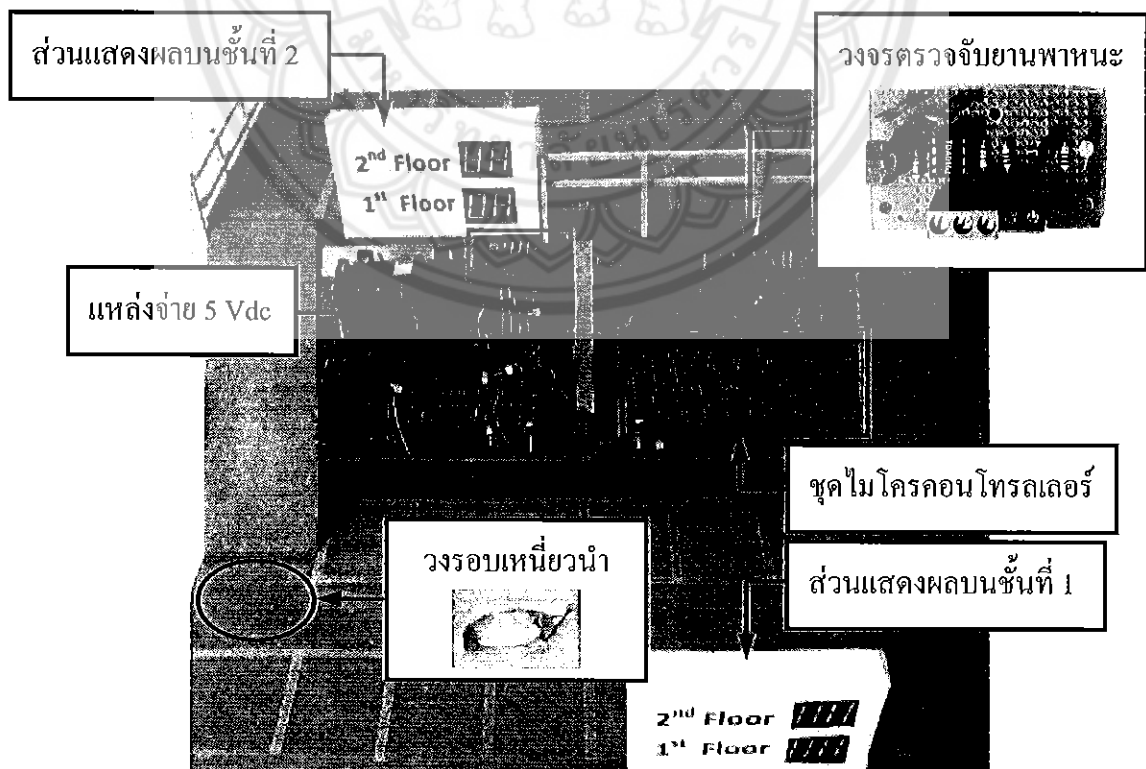
รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อของไอซีหมายเลข 74HC541 กับส่วนแสดงผล 7 ส่วน

2nd Floor 88
1st Floor 88

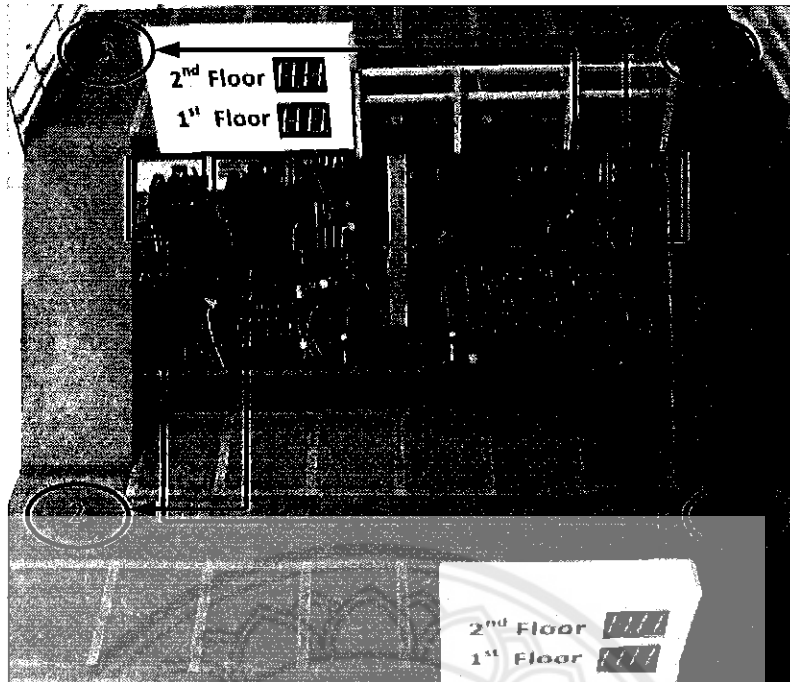
รูปที่ 3.13 รูปแบบการแสดงผลจำนวนที่ว่าง

3.6 การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะและไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับแบบจำลองอาคารจอดรถ

ชุดตรวจจับยานพาหนะ ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ และชุดแหล่งจ่ายของแต่ละชั้นของอาคารจอดรถถูกนำมาเชื่อมต่อกันและนำมาติดตั้งเข้ากับแบบจำลอง ส่วนเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกเชื่อมต่อกับส่วนแสดงผล ในขณะที่ส่วนอินพุตจะเชื่อมต่อกับชุดตรวจจับยานพาหนะดังรูปที่ 3.14 ซึ่งตำแหน่งการเชื่อมต่อวงจรตรวจจับยานพาหนะและวงรอบเหนี่ยวนำที่ติดตั้งในแบบจำลองแต่ละชั้นนั้น ได้แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 การติดตั้งวงจรเข้ากับแบบจำลอง



รูปที่ 3.15 ตำแหน่งการติดตั้งวงรอบเหนียวนำและวงจรถวจจับ

ชุดตรวจจับยานพาหนะนั้นประกอบด้วยวงรอบเหนียวนำและวงจรถวจจับโลหะ โดยในแบบจำลองของอาคารจอดรถจะติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะจำนวน 4 ชุดดังรูปที่ 3.15 ซึ่งชุดที่ 1 วงรอบเหนียวนำจะอยู่บริเวณทางเข้าของชั้นที่ 1 ชุดที่ 2 วงรอบเหนียวนำจะอยู่ที่บริเวณทางออกของชั้นที่ 1 ชุดที่ 3 วงรอบเหนียวนำจะอยู่ที่บริเวณทางเข้าของชั้นที่ 2 และชุดที่ 4 วงรอบเหนียวนำจะอยู่ในบริเวณทางออกของชั้นที่ 2

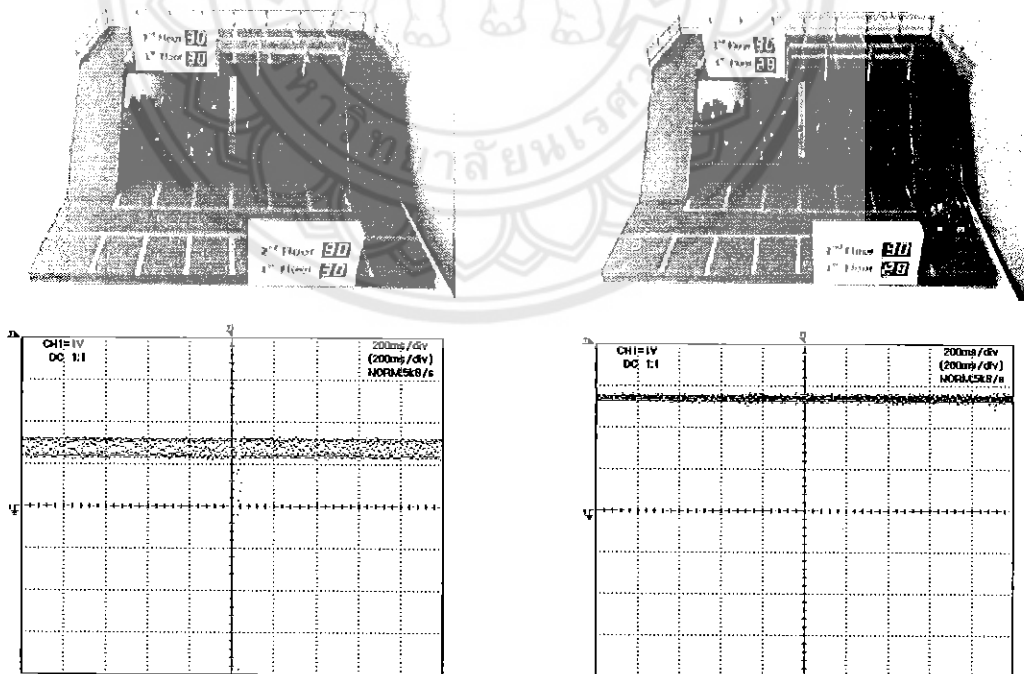
บทที่ 4

ผลการทดสอบ

หลังจากการจำลองการทำงาน การออกแบบและการสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะซึ่งได้ประยุกต์มาจากการตรวจจับโลหะด้วยวงรอบเหนี่ยวนำรวมทั้งการจำลองสถานการณ์การจับเข้าออกของยานพาหนะเพื่อใช้ออกแบบระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอดรถดังอธิบายไว้ในบทที่ 3 ผู้ดำเนินโครงการได้ทดสอบการทำงานของชุดตรวจจับยานพาหนะและระบบแสดงจำนวนที่วางในอาคารจอดรถดังจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

4.1 ผลการทดสอบชุดตรวจจับยานพาหนะ

ยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้ามาในระยะตรวจจับจะทำให้แรงดันตกคร่อมวงรอบเหนี่ยวนำมีค่าสูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.1 ระดับแรงดันนี้บ่งบอกถึงการมีอยู่ของยานพาหนะ และไอซี TDA0161 จะตรวจวัดระดับแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดแล้วส่งสัญญาณให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไปพร้อมแสดงการตรวจจับยานพาหนะได้ด้วยหลอดไฟแอลอีดีที่ติดสว่าง



รูปที่ 4.1 การตรวจจับการมีอยู่ของยานพาหนะ [3]

ในขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับพบยานพาหนะ ค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าเท่ากับ $90 \mu\text{H}$ ที่ค่าความซาบซึมได้ของอากาศ $1.26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$ แรงดันที่ตกคร่อมวงรอบเหนี่ยวนำมีประมาณ 1.4 Vdc การมีอยู่ของยานพาหนะในระยะตรวจจับของวงรอบเหนี่ยวนำทำให้แรงดันตกคร่อมวงรอบสูงขึ้นมีค่าประมาณ 2.7 Vdc เพราะค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าสูงขึ้นอันเป็นผลมาจากการมีโลหะเข้ามาอยู่ใกล้วงรอบเหนี่ยวนำ เนื่องจากวงรอบเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นเป็นชนิดแกนอากาศ เมื่อโลหะซึ่งมีค่าความซาบซึมได้สูงกว่าอากาศมากเข้ามาอยู่ในระยะใกล้จึงถูกเกี่ยวคล้องด้วยฟลักซ์แม่เหล็กของวงรอบ ทำให้เส้นทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็กแกนของวงจรแม่เหล็กในขณะนี้มีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าสูงขึ้นตามสมการที่ (2.1) การทดสอบผลของค่าความซาบซึมได้ที่มีต่อค่าความเหนี่ยวนำ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของยานพาหนะจำลองแสดงดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความซาบซึมได้หลังจากมียานพาหนะ [3]

ชนิดยานพาหนะ	ขนาด**	$L (\mu\text{H})$	$\mu (\text{H/m})$	การเพิ่มขึ้นของ μ (%)
จำลอง	กว้างxยาวxสูง (cm)			
รถบรรทุก	3.8x7.0x6.0	105	1.39×10^{-6}	10.3
รถยนต์	3.5x4.5x2.5	100	1.32×10^{-6}	4.7
จักรยานยนต์	1.1x2.3x2.0	97.75	1.29×10^{-6}	2.3
จักรยาน	0.7x1.3x1.8	96	1.27×10^{-6}	0.8

**หมายเหตุ: เป็นขนาดโดยประมาณของยานพาหนะจำลอง

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ

ระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถถูกทดสอบโดยใช้แบบจำลองอาคารจอดรถ 2 ชั้นซึ่งกำหนดให้มีจำนวนที่จอดรถของแต่ละชั้นเท่ากับ 30 ที่และมีทางออกจากอาคารเพียงทางเดียว ตามที่ออกแบบให้สอดคล้องกับสถานการณ์จำลอง โดยผลการทดสอบระบบเป็นดังนี้

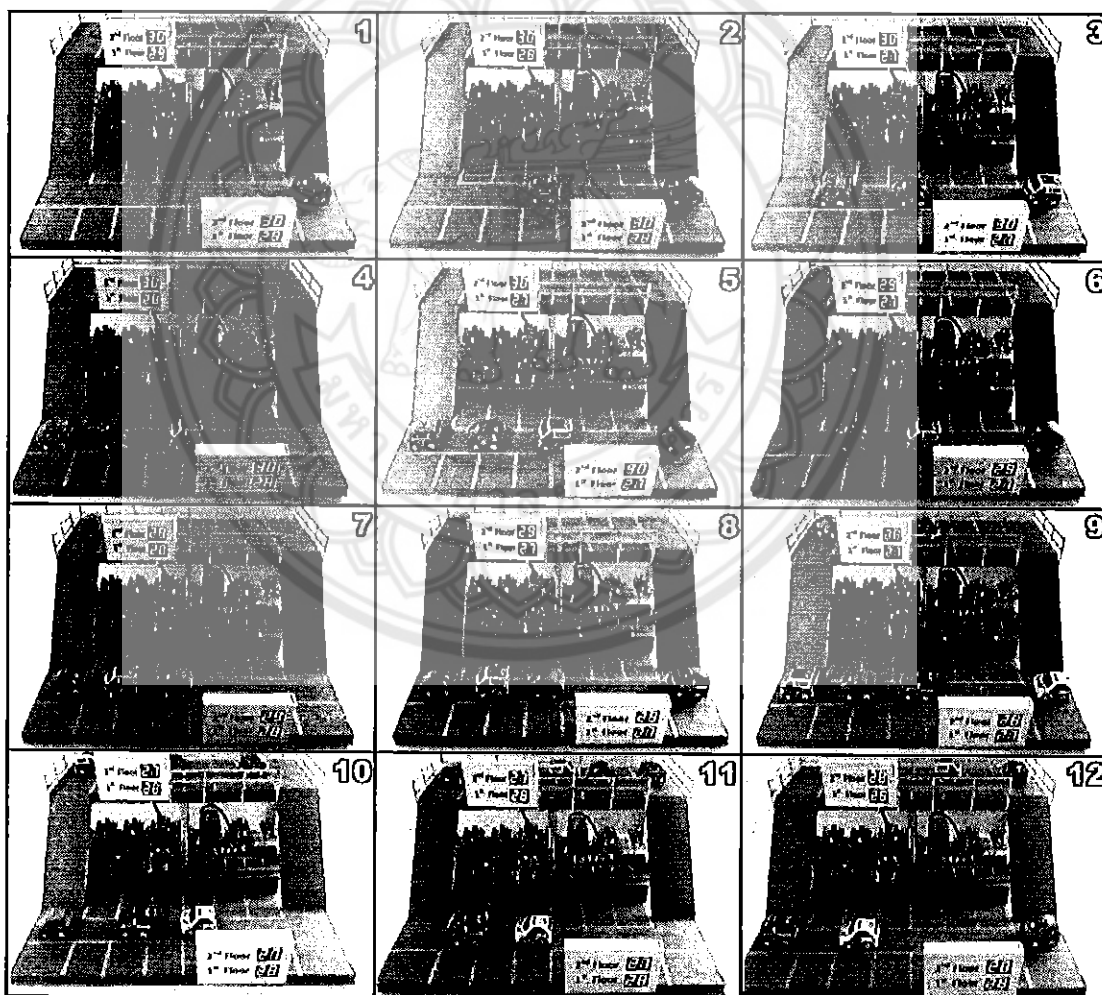
4.2.1 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะเข้าออกตามปกติของทั้ง 2 ชั้น

เมื่อเริ่มต้นการทำงานของระบบกำหนดให้อาคารจอดรถในแต่ละชั้นมีพื้นที่การจอดอยู่ 30 ที่และยังไม่มีการจอดอยู่ในแต่ละชั้นส่วนแสดงผลของทั้ง 2 ชั้นจึงแสดงค่าเป็น 30 เมื่อมีรถเข้ามาในอาคารจอดรถชั้นที่ 1 ซึ่งจะผ่านตัวตรวจจับฝั่งขาเข้า ส่วนแสดงผลของชั้นที่ 1 จะแสดงค่าเป็น 29 และลดลงทีละ 1 ตามจำนวนของรถที่เข้ามาในอาคารเมื่อผู้ขับขี่ต้องการขับรถออกจากอาคารหรือ

ขับขึ้นไปจอดในชั้นที่ 2 จะผ่านตัวตรวจจับในฝั่งขาออกของชั้นที่ 1 ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าตัวเลขเพิ่มขึ้นตามจำนวนรถที่ผ่านตัวตรวจจับ

เมื่อมีรถเข้ามาจอดในชั้นที่ 2 รถจะผ่านตัวตรวจจับฝั่งขาเข้าของชั้นที่ 2 ทำให้ส่วนแสดงผลแสดงเลขเป็น 29 แล้วลดค่าลงทีละ 1 ตามจำนวนของรถที่เข้ามาในชั้นที่ 2 และเมื่อมีรถขับออกจากชั้นที่ 2 ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าตัวเลขเพิ่มขึ้นทีละ 1 ตามจำนวนรถที่ออกจากชั้นที่ 2

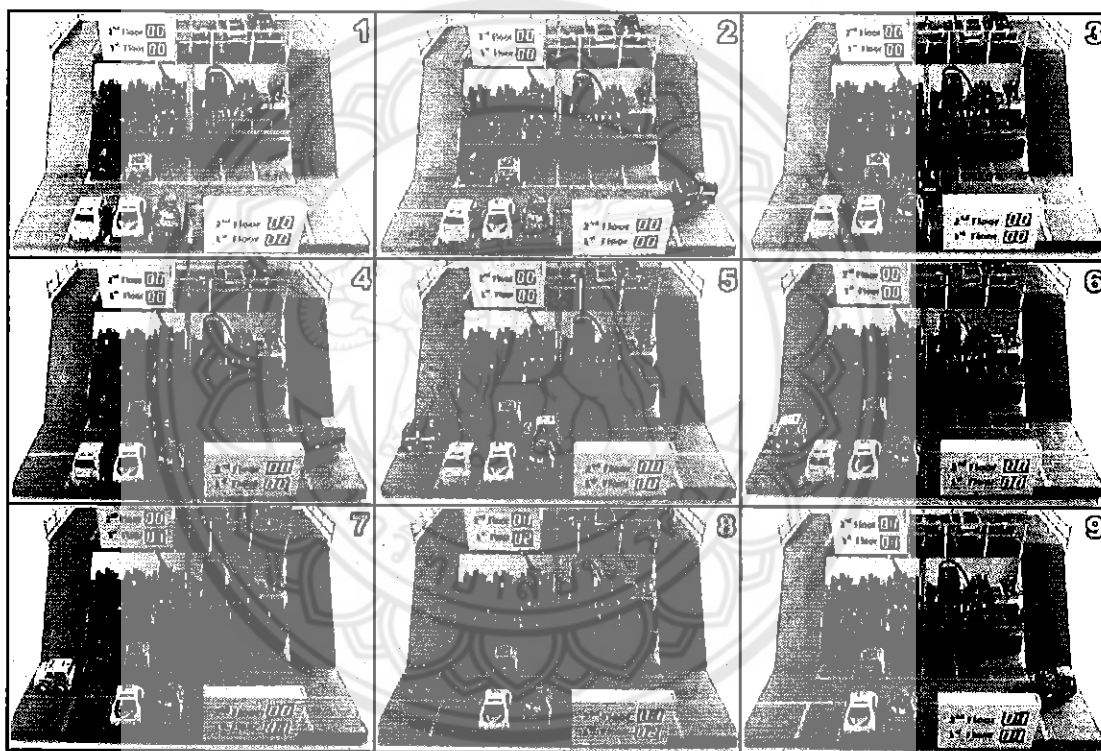
ในกรณีรถที่อยู่ในบริเวณชั้นที่ 2 ต้องการจะออกจากอาคารจอดรถหรือต้องการหาที่จอดรถในชั้นที่ 1 จะต้องผ่านบริเวณชั้นที่ 1 ก่อนจึงทำให้ตัวตรวจจับฝั่งขาเข้าของชั้นที่ 1 ตรวจจับได้ว่ามีรถเข้ามาเพิ่มในบริเวณของชั้นที่ 1 ส่วนแสดงผลจึงแสดงตัวเลขที่ลดลงทีละ 1 ตามจำนวนของรถที่ลงมาจากชั้นที่ 2 ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การจำลองสถานการณ์ที่มียานพาหนะเข้าออกตามปกติ

4.2.2 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะเข้ามาเกินจำนวนที่จอดรถ

เมื่อมีรถเข้ามาจอดในแต่ละชั้นของอาคารจนเต็มแล้ว ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าตัวเลขเป็น 00 เพื่อแสดงให้เห็นว่าไม่มีที่ว่างสำหรับจอดรถในชั้นนั้นๆ ถ้าหากมีรถเข้ามาในอาคารอีกจะทำให้จำนวนรถในขณะนี้มีมากกว่าจำนวนที่จอด ในกรณีนี้ตัวประมวลผลจะทำการนับโดยการการทดเพิ่มในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อมีรถขับออกจากชั้นดังกล่าวและตัวประมวลผลจะทำการลดค่าตัวเลขที่แสดงจนกว่ารถที่เกินเข้ามานั้นขับออกจนหมด ส่วนแสดงผลจะยังคงแสดงค่าตัวเลขเป็น 00 อยู่หลังจากนั้นถ้ามีรถออกจากชั้นดังกล่าวอีก ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าตัวเลขเป็น 01 และจะแสดงค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามจำนวนของรถที่เข้าหรือออกจากชั้นดังกล่าวตามปกติต่อไป ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การจำลองสถานการณ์ที่มียานพาหนะเข้ามาเกินจำนวนที่จอดรถ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการสามารถสรุปผล ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ปัญหา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการนำโครงการไปพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

ในโครงการนี้ได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถ โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลตัวเลขที่ต้องการแสดงของทั้ง 2 ชั้น ซึ่งการควบคุมดังกล่าวจำเป็นต้องมีการตรวจนับยานพาหนะเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์วิเคราะห์การผ่านเข้าออกในขณะนั้นๆ ในที่นี้ได้ใช้ตัวตรวจนับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำโดยติดตั้งใต้พื้นผิวถนนในบริเวณทางเข้าออกของแต่ละชั้น และสร้างแบบจำลองอาคารจอดรถ 2 ชั้นขึ้นจำลองเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในสถานการณ์จริงเพื่อทดสอบการทำงานของระบบที่สร้างขึ้น

รูปแบบการทำงานของระบบแสดงจำนวนที่ว่างในอาคารจอดรถของโครงการนี้คือ ในขณะที่มีรถผ่านเข้าออกแต่ละชั้นของอาคารจอดรถ รถจะเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจนับจึงทำให้เกิดความแตกต่างของระดับกระแสที่ออกจากไอซี TDA0161 ซึ่งในสภาวะปกติกระแสจะมีค่าน้อยกว่า 1 mA แต่ถ้ามีรถขับผ่านจะทำให้กระแสมีค่ามากกว่า 8 mA ตัวตรวจนับจะส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปยังส่วนแสดงผล ซึ่งเพื่อแสดงค่าที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นตามจำนวนรถที่เข้าออกผ่านจากอาคารจอดรถในขณะนั้นๆ ทำให้ผู้ขับขี่สามารถทราบถึงจำนวนที่ว่างในแต่ละชั้นได้ อย่างไรก็ตามการทดสอบชิ้นงานไม่ได้ทดสอบกับสถานการณ์ที่แต่เป็นเพียงการจำลองการทำงานกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงอาจไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอาคารจอดรถที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

การตรวจนับยานพาหนะในบริเวณทางเข้าออกของอาคารจอดรถที่ผู้ดำเนินโครงการได้ออกแบบไว้ นั้นจะใช้ตัวตรวจนับ 1 ชุดต่อจำนวนทางเข้าหรือทางออก จึงทำให้ตรวจนับยานพาหนะที่ผ่านจุดที่ฝังตัวตรวจนับเท่านั้น ซึ่งในการทดสอบกับแบบจำลองได้กำหนดให้ยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านบริเวณจุดที่ฝังตัวตรวจนับจึงสามารถตรวจนับได้ทุกครั้ง อย่างไรก็ตามในสถานการณ์จริงนั้น

ยานพาหนะอาจเคลื่อนที่ผ่านไม้พอดี้กับตำแหน่งที่ฝังวงรอบเหนียวนำทำให้ไม่สามารถตรวจจับได้
แนวทางแก้ไข คือการเพิ่มจำนวนชุดตรวจจับในแต่ละทางเข้าออก หรือเพิ่มขนาดของวงรอบ
เหนียวนำเพื่อให้พื้นที่ในการตรวจจับเพิ่มมากขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงการ

เนื่องจากชุดตรวจจับยานพาหนะที่สร้างขึ้นเป็นการนำมาใช้งานกับแบบจำลอง ซึ่งเมื่อนำไปใช้กับสถานการณ์จริงอาจทำให้การทำงานไม่ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการตรวจจับ และอาจมีการทำงานผิดพลาดเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่นำชุดตรวจจับไปใช้งาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาผลกระทบของวัสดุพื้นถนนที่มีผลต่อการตรวจจับ รวมถึงขนาดของขดลวดในชุดตรวจจับ และระยะเวลาในการติดตั้งวงรอบเหนียวนำ เพื่อให้การตรวจจับครอบคลุมบริเวณที่ต้องการ นอกจากนี้ในกรณีที่อาคารจอดรถมีมากกว่า 2 ชั้นเราสามารถเพิ่มจำนวนชุดตรวจจับและชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ตามจำนวนชั้นที่เพิ่มขึ้นหรือในกรณีที่ในแต่ละชั้นมีจำนวนที่จอดรถมากกว่า 99 ช่องเราสามารถปรับแก้โปรแกรมที่ป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ และเพิ่มจำนวนส่วนแสดงผล 7 ส่วน ของส่วนแสดงผล อาจเปลี่ยนมาใช้จอแอลซีดีแทน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. “เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C พร้อมโครงการ”. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2552.
- [2] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. “Digital Learning by doing เรียนรู้หลักการของคิวดิจิตอลด้วยทฤษฎีและปฏิบัติ”. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2549.
- [3] นายรूपนัท จรรยาภิสันท์ และนายฐนิศร์ สมฤทธิ์. “การควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยพีแอลซี โดยใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ”. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553.





```

#include<reg51.h> //ประกาศเรียกใช้ไลบรารีฟังก์ชันของ MCS-51
unsigned char segment[]={0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f};
//สร้างตารางการแสดงผลของส่วนแสดงผล 7 ส่วน
int i=0,j=3,c=0; //ประกาศสร้างตัวแปรให้แสดงจำนวนหลักสิบ(j)
//เท่ากับ 3 หลักหน่วย(i) เท่ากับ 0 และตัวทศ(c) เท่ากับ 0
sbit digit1=P3^0; //กำหนดให้ตัวแปร digit1 แทนบิต P3.0
sbit digit2=P3^1; //กำหนดให้ตัวแปร digit2 แทนบิต P3.1
void external0_isr(void); //ประกาศฟังก์ชันการอินเทอร์รัพต์จากภายนอกที่
//ขา INTO
void external1_isr(void); //ประกาศฟังก์ชันการอินเทอร์รัพต์จากภายนอกที่
//ขา INT1
void delay(void); //ประกาศสร้างฟังก์ชันการหน่วงเวลา
void main(void) //เริ่มต้น โปรแกรมหลัก
{
IT0=1; //กำหนดให้มีการอินเทอร์รัพต์เมื่อมีสัญญาณขอบขาลง
//มาที่ขา INTO
IT1=1; //กำหนดให้มีการอินเทอร์รัพต์เมื่อมีสัญญาณขอบขาลง
//มาที่ขา INT1
EX0=1; //เปิดการทำงานอินเทอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา INTO
EX1=1; //เปิดการทำงานอินเทอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา INT1
EA=1; //เปิดการทำงานอินเทอร์รัพต์ทั้งหมด
while(1) //ให้มีการวนซ้ำในรูปแบบนี้ไม่รู้จบ
{
digit1=0; //สลับการแสดงผลให้แสดงผลหลักสิบ
digit2=0; //สลับการแสดงผลให้แสดงผลหลักหน่วย
P1=segment[j]; //แสดงผลตัวเลขหลักสิบที่ดัชนีชี้อยู่
delay(); //เรียกใช้งานฟังก์ชันการหน่วงเวลา
digit1=0; //สลับการแสดงผลให้แสดงผลหลักสิบ
digit2=0; //สลับการแสดงผลให้แสดงผลหลักหน่วย
P2=segment[i]; //แสดงผลตัวเลขหลักหน่วยที่ดัชนีชี้อยู่
delay(); //เรียกใช้งานฟังก์ชันการหน่วงเวลา
}
}

```

```

}

void external0_isr(void) interrupt 0 //รายละเอียดฟังก์ชันการอินเตอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา
INT0 (ISR)

{
    if(j!=3||i!=0) //ถ้าตัวเลขที่แสดงผลคือ 30 จะไม่ทำการเพิ่มค่าตัวเลข
                    (ค่าที่นับได้สูงสุดคือ 30)

    {
        if(c>0) //ถ้าตัวทศมีค่ามากกว่า 0
        {
            c--; //ลดค่าลงตัวทศ 1
        }
        if(c==0) //ถ้าตัวทศมีค่าเท่ากับ 0
        {
            i++; //เพิ่มค่าหลักหน่วยขึ้น 1
        }
        if(i>9) //ถ้าหลักหน่วยมีค่ามากกว่า 9
        {
            j++; //เพิ่มค่าหลักสิบขึ้น 1
            i=0; //ให้หลักหน่วยเท่ากับ 0
        }
        if(j>2) //ถ้าหลักสิบมีค่ามากกว่า 2
        {
            j=3; //ให้หลักสิบเท่ากับ 3
            i=0; //ให้หลักหน่วยเท่ากับ 0
        }
    }
}

void external1_isr(void) interrupt 2 //รายละเอียดฟังก์ชันการอินเตอร์รัพต์จากภายนอกที่ขา
INT1 (ISR)

{

```

```

if(j!=0||i!=0) //ถ้าตัวเลขที่แสดงผลคือ 00 จะไม่ทำการลดค่าตัวเลข
                (ค่าที่นับได้ต่ำสุดคือ 00)
{
    i--; //ลดค่าหลักหน่วยลง 1
    if(i<0) //ถ้าหลักหน่วยมีค่าน้อยกว่า 0
    {
        j--; //ลดค่าหลักสิบลง 1
        i=9; //ให้หลักหน่วยเท่ากับ 9
    }
}
if(j==0&& i==0) //ถ้าตัวเลขที่แสดงผลคือ 00
{
    c++; //เพิ่มค่าตัวทศนิยม 1
}
}
void delay(void) //รายละเอียดฟังก์ชันการหน่วงเวลา
{
    unsigned int x; //ประกาศตัวแปร x เพื่อเก็บค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 65,535
    for(x=0;x<10000;x++); //วนลูปเพิ่มค่า x ขึ้นทีละ 1 เพื่อหน่วงเวลา
}

```



รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข AT89C51

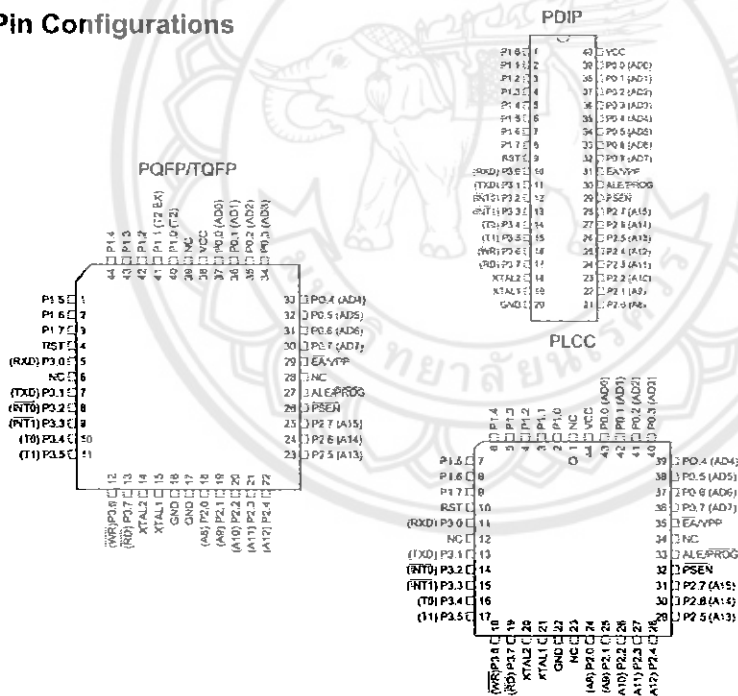
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations



**8-bit
Microcontroller
with 4K Bytes
Flash**

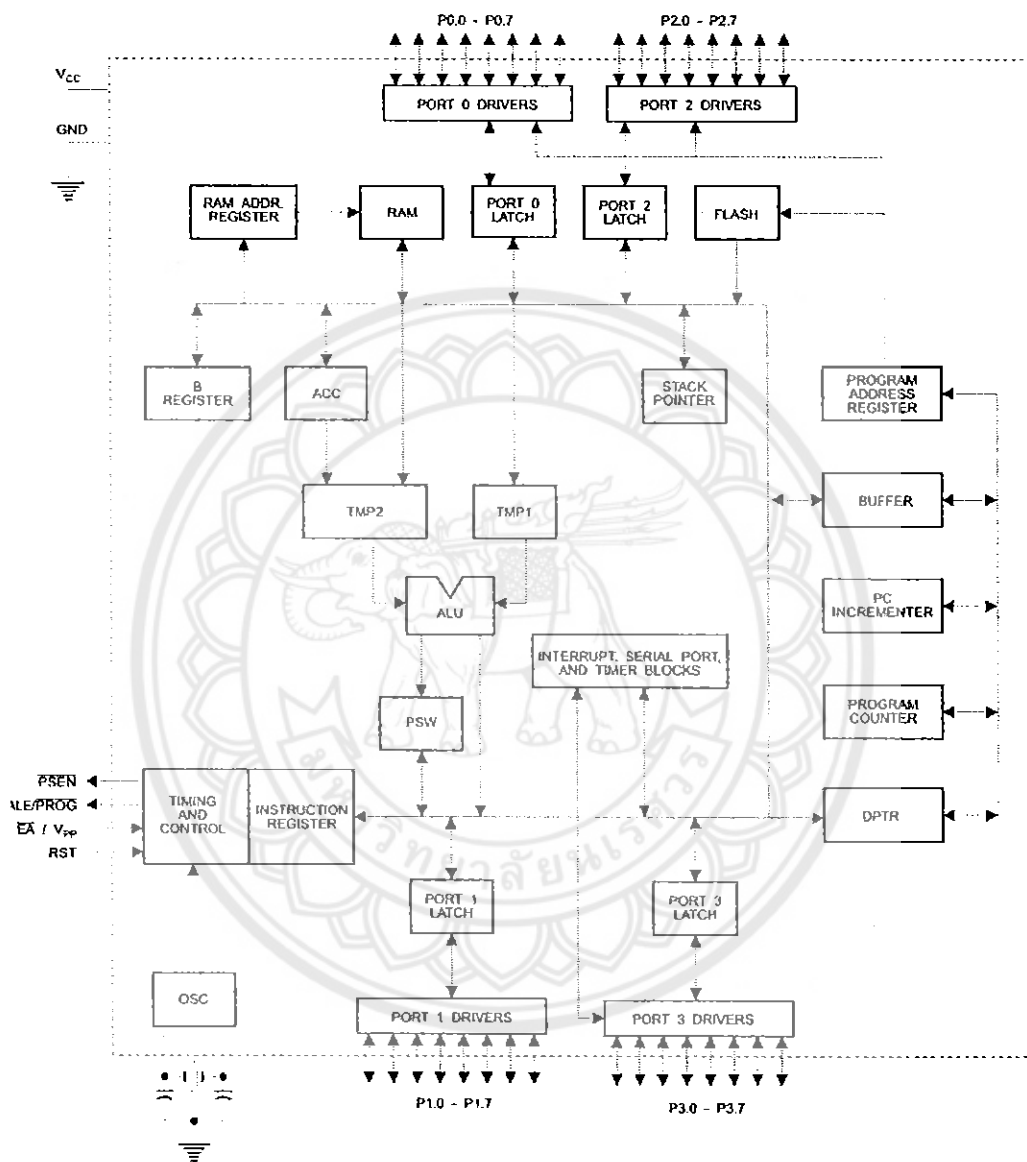
AT89C51

**Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.**





Block Diagram



AT89C51

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE



pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VP

External Access Enable. EA must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, EA will be internally latched on reset.

EA should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

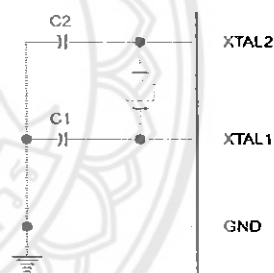
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data





TDA0161

Proximity Detectors

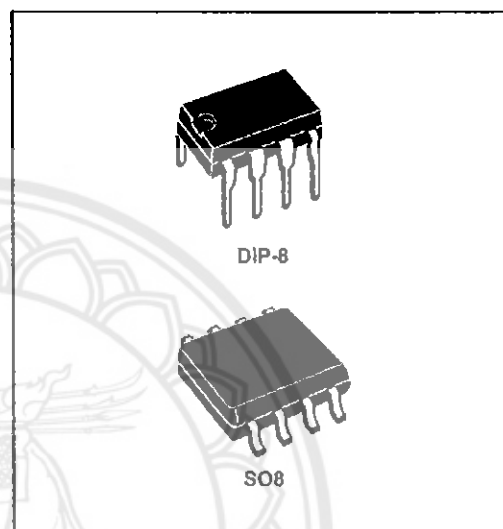
Features

- 10mA Output Current
- Oscillator Frequency 10MHz
- Supply Voltage +4 to +35V

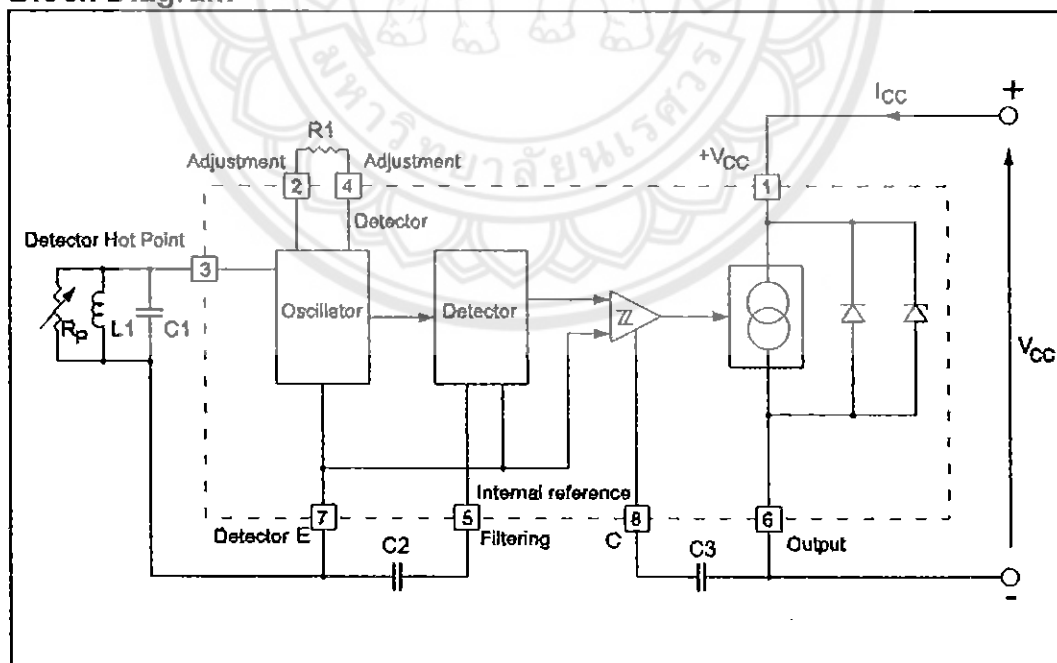
Description

These monolithic integrated circuits are designed for metallic body detection by sensing variations in high frequency Eddy current losses. Using an externally-tuned circuit, they act as oscillators. The output signal level is altered by an approaching metallic object.

The output signal is determined by supply current changes. Independent of supply voltage, this current is high or low, according to the presence or absence of a closely located metallic object.



Block Diagram

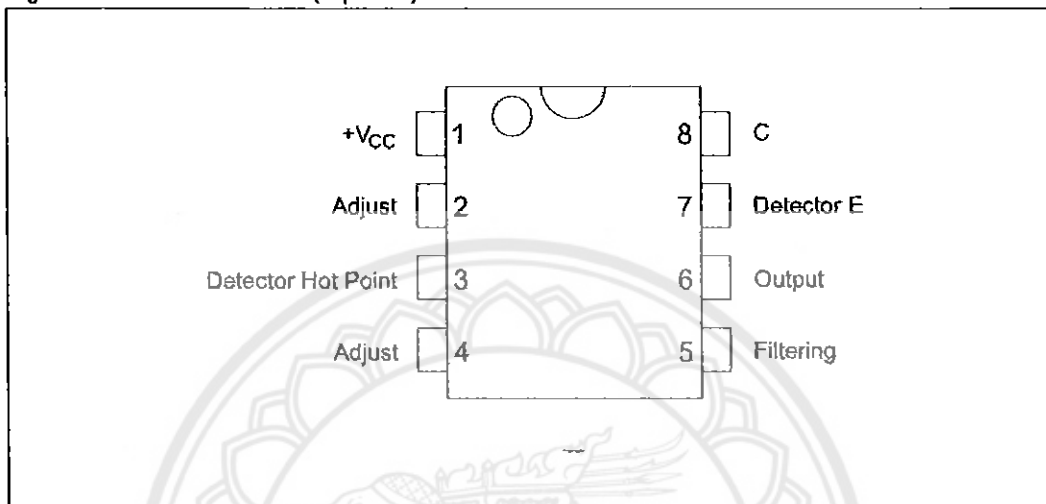


Rev 2



1 Connections

Figure 1. Pin Connections (top view)



2 Electrical ratings

Table 1. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	35	V
T_J	Operating Temperature Range	+150	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range	-55 to 150	°C

2.1 Electrical characteristics

$-40 < T_A < +100^\circ\text{C}$, $P_{TOT} < 150\text{mW}$, unless otherwise specified.

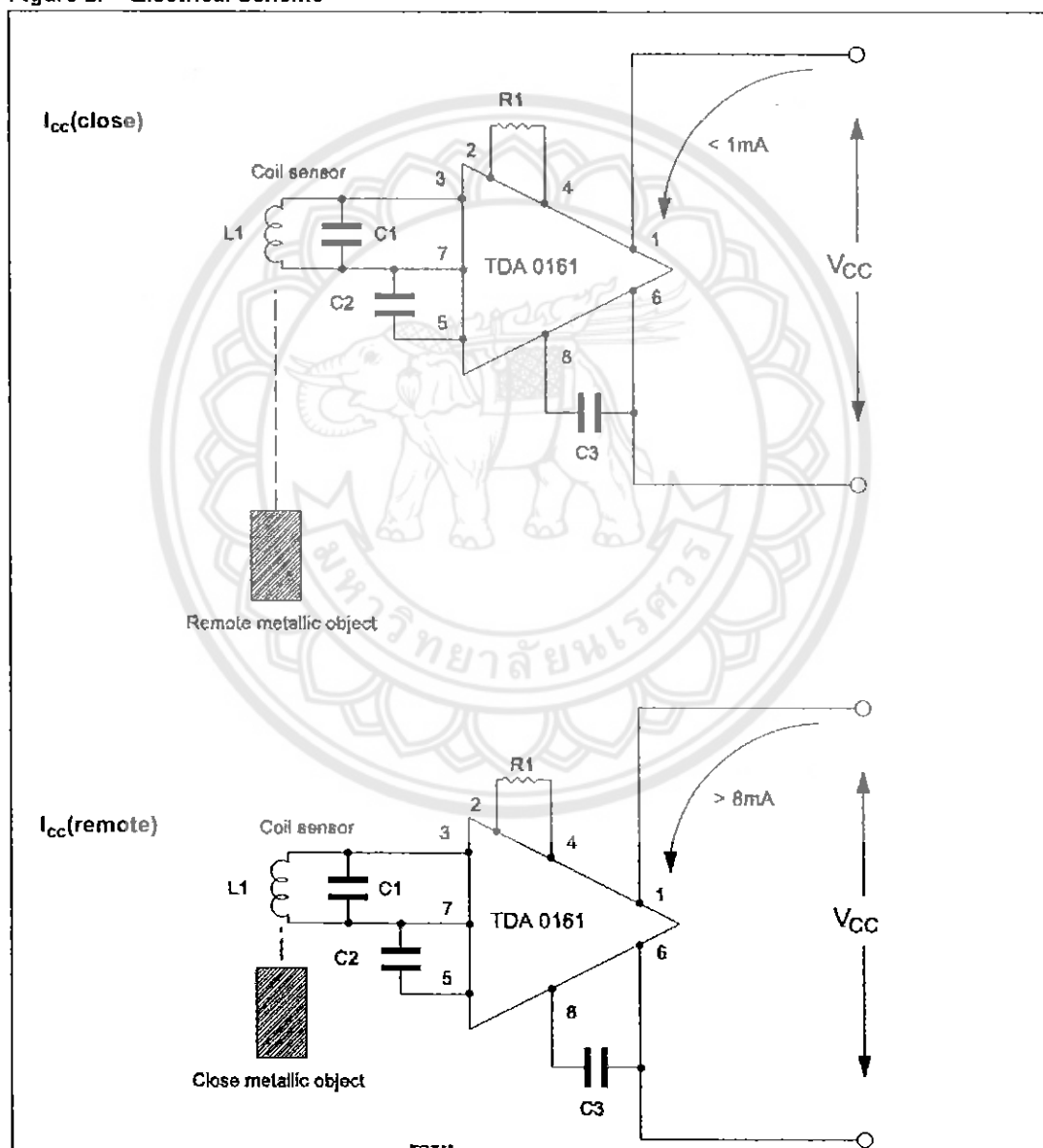
Table 2. Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{CC}	Supply Voltage		4		35	V
	Reverse Voltage Limitation	$I_{CC} = -100\text{mA}$		-1		V
I_{CC}	Supply Current close target	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $+4\text{V} < V_{CC} < +35\text{V}$	8	10	12	mA
I_{CC}	Supply Current remote target	$+4\text{V} < V_{CC} < +35\text{V}$			1	mA
	Supply Current transition time	$C3 = 0$		1		μs
		$C3 \neq 0$		$100 \times C3$ (nF)		μs
f_{OSC}	Oscillator Tuning Frequency				10	MHz
f_O	Output Frequency	$C3 = 0$	0		10	kHz
ΔI_{CC}	Output Current Ripple	$C3 = 0$, $C2$ (pF) $> 150/f_{OSC}$ (MHz)			20	μA
R_n	Negative Resistance on Terminals A and E	$4\text{k}\Omega < R1 < 50\text{k}\Omega$, $f_{OSC} < 3\text{MHz}$	$0.9 R1$	$R1$	$1.1 R1$	
HYST	Hysteresis at Detection Point	$C2$ (pF) $> 150/f_{OSC}$ (MHz)	0.5		5	%

3 Operating Mode

Between pins 3 and 7, the integrated circuit acts like a negative resistor with a value equal to that of the external resistor R1 (connected between pins 2 and 4). The oscillation stops when the tuned circuit loss resistance (R_p) becomes smaller than R1. As a result, $I_{CC}(\text{close}) = 10\text{mA}$ (pins 1 and 6). The oscillation is sustained when R_p is higher than R1, and $I_{CC}(\text{remote}) = 1\text{mA}$ (pins 1 and 6). Eddy currents induced by coil L1 in a metallic body determine the value of R_p .

Figure 2. Electrical Scheme



If the circuit is used at frequency higher than 3MHz, it is recommended to connect a capacitor of 100pF between pins 7 and 6

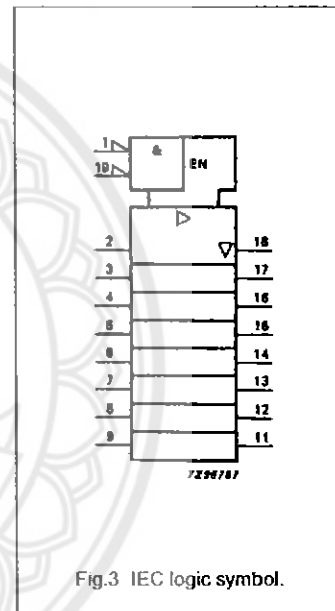
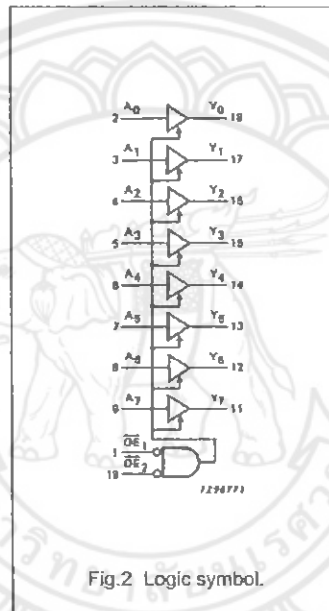
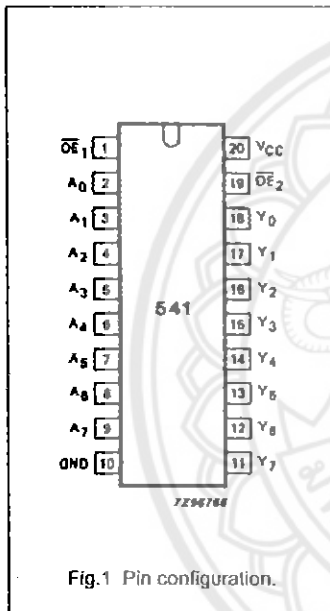


Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 19	$\overline{OE}_1, \overline{OE}_2$	output enable input (active LOW)
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A_0 to A_7	data inputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	Y_0 to Y_7	bus outputs
20	V_{CC}	positive supply voltage



Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

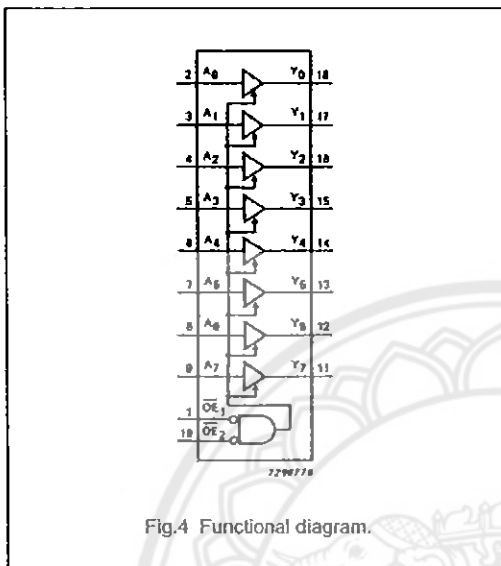


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUT
\overline{OE}_1	\overline{OE}_2	A _n	Y _n
L	L	L	L
L	L	H	H
X	H	X	Z
H	X	X	Z

Notes

- 1. H = HIGH voltage level
- L = LOW voltage level
- X = don't care
- Z = high impedance OFF-state

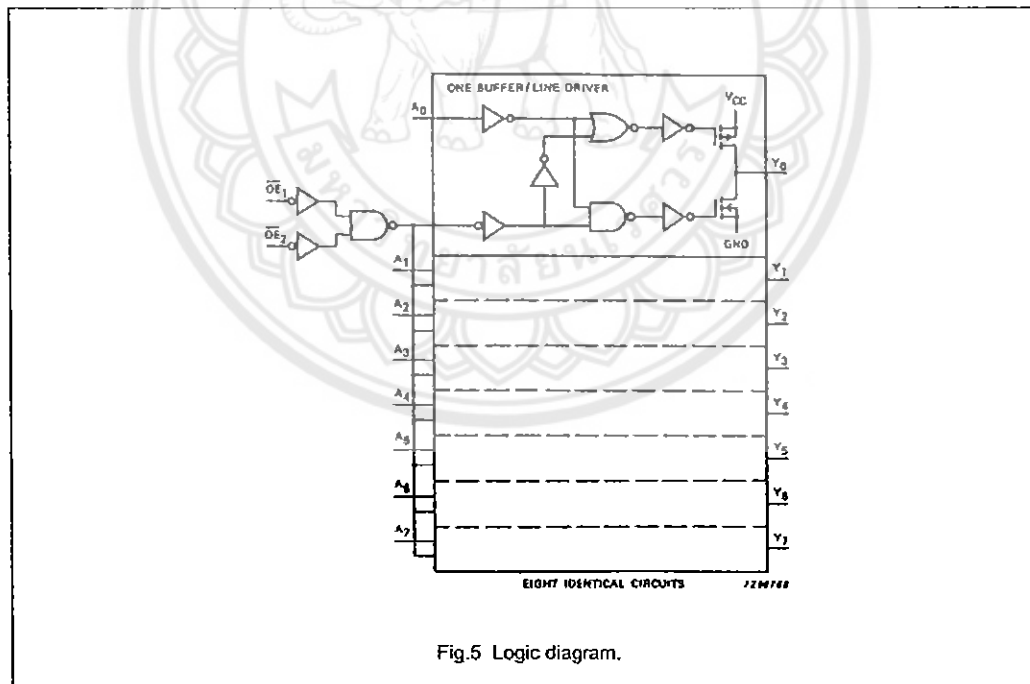


Fig.5 Logic diagram.



Block Diagram

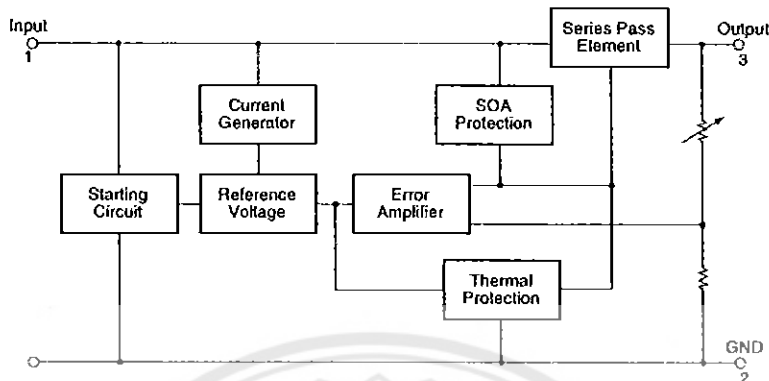


Figure 1.

Pin Assignment

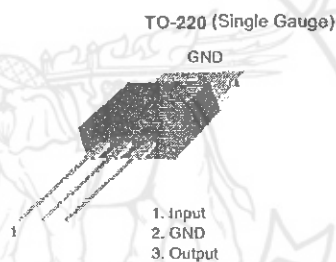


Figure 2.

Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

Symbol	Parameter	Value	Unit	
V_I	Input Voltage	$V_O = 5V$ to $18V$	35	V
		$V_O = 24V$	40	V
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	5	$^{\circ}C/W$	
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	65	$^{\circ}C/W$	
T_{OPR}	Operating Temperature Range	LM78xx	-40 to +125	$^{\circ}C$
		LM78xxA	0 to +125	
T_{STG}	Storage Temperature Range	-65 to +150	$^{\circ}C$	

Electrical Characteristics (LM7805)Refer to the test circuits. $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$, $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Regline	Line Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	1.6	50.0	
Regload	Load Regulation ⁽¹⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	9.0	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4.0	50.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	0.03	0.5	mA	
			-	0.3	1.3		
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift ⁽²⁾	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/°C	
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	42.0	-	$\mu\text{V}/V_O$	
RR	Ripple Rejection ⁽²⁾	$f = 120\text{Hz}$, $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62.0	73.0	-	dB	
V_{DROP}	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.0	-	V	
r_O	Output Resistance ⁽²⁾	$f = 1\text{kHz}$	-	15.0	-	m Ω	
I_{SC}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
I_{PK}	Peak Current ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Notes:

- Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.



ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดของทรานซิสเตอร์ หมายเลข BC547

NPN general purpose transistors

BC546; BC547

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
PNP complements: BC556 and BC557.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

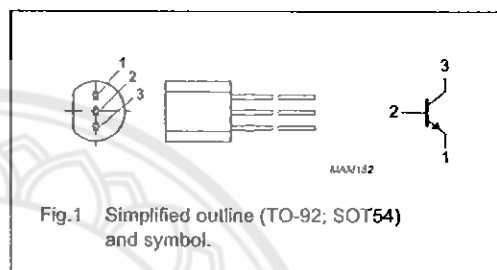


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter			
	BC546		—	80	V
	BC547		—	50	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC546		—	65	V
	BC547		—	45	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector			
	BC546		—	6	V
	BC547		—	6	V
I_C	collector current (DC)		—	100	mA
I_{CM}	peak collector current		—	200	mA
I_{BM}	peak base current		—	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$; note 1	—	500	mW
T_{stg}	storage temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		—	150	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

NPN general purpose transistors

BC546; BC547

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.25	K/mW

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$	–	–	5	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain BC546A BC546B; BC547B BC547C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	–	90	–	
			–	150	–	
			–	270	–	
	DC current gain BC546A BC546B; BC547B BC547C BC547 BC546	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	110	180	220	
			200	290	450	
			420	520	800	
		110	–	800		
		110	–	450		
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA};$ note 1	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA};$ note 1	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ note 2	580	660	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	$I_E = I_C = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	1.5	–	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = I_E = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	11	–	pF
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V};$ $R_S = 2\text{ k}\Omega; f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	2	10	dB

Notes

1. V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
2. V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.



PNP general purpose transistors

BC556; BC557

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

PNP transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
NPN complements: BC546 and BC547.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector

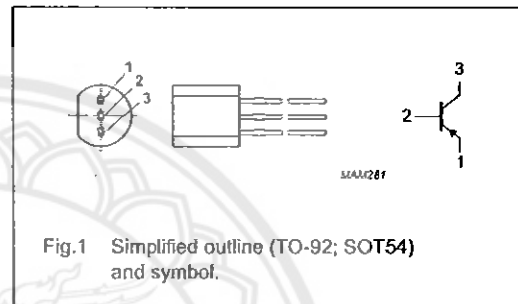


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
BC556	SC-43A	plastic single-ended leaded (through hole) package; 3 leads	SOT54
BC557			

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BC556		–	–80	V
	BC557		–	–50	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BC556		–	–65	V
	BC557		–	–45	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	–5	V
I_C	collector current (DC)		–	–100	mA
I_{CM}	peak collector current		–	–200	mA
I_{BM}	peak base current		–	–200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^\circ\text{C}$	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		–	150	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	ambient temperature		–65	+150	$^\circ\text{C}$

PNP general purpose transistors

BC556; BC557

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{\theta(j-a)}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	250	K/W

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

CHARACTERISTICS

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
I_{CBO}	collector-base cut-off current	$V_{CB} = -30\text{ V}; I_E = 0\text{ A}$	-	-1	-15	nA	
		$V_{CB} = -30\text{ V}; I_E = 0\text{ A}; T_j = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	-	-4	μA	
I_{EBO}	emitter-base cut-off current	$V_{EB} = -5\text{ V}; I_C = 0\text{ V}$	-	-	-100	nA	
h_{FE}	DC current gain	$I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	BC556	125	-	475	
			BC557	125	-	800	
			BC556A	125	-	250	
			BC556B; BC557B	220	-	475	
			BC557C	420	-	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = -10\text{ mA}; I_B = -0.5\text{ mA}$	-	-60	-300	mV	
		$I_C = -100\text{ mA}; I_B = -5\text{ mA}$	-	-180	-650	mV	
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = -10\text{ mA}; I_B = -0.5\text{ mA};$ note 1	-	-750	-	mV	
		$I_C = -100\text{ mA}; I_B = -5\text{ mA};$ note 1	-	-930	-	mV	
V_{BE}	base-emitter voltage	$V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -2\text{ mA};$ note 2	-600	-650	-750	mV	
		$V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -10\text{ mA};$ note 2	-	-	-820	mV	
C_C	collector capacitance	$V_{CB} = -10\text{ V}; I_E = I_C = 0\text{ A}; f = 1\text{ MHz}$	-	3	-	pF	
C_E	emitter capacitance	$V_{EB} = -0.5\text{ V}; I_C = I_E = 0\text{ A}; f = 1\text{ MHz}$	-	10	-	pF	
f_T	transition frequency	$V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -10\text{ mA}; f = 100\text{ MHz}$	100	-	-	MHz	
F	noise figure	$V_{CE} = -5\text{ V}; I_C = -200\text{ }\mu\text{A}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	-	2	10	dB	

Notes

1. V_{BEsat} decreases by about -1.7 mV/K with increasing temperature.
2. V_{BE} decreases by about -2 mV/K with increasing temperature.

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายปิยณัฐ พัวอุดมเจริญ
 ภูมิลำเนา 321/6 หมู่ 5 ต.สลกบาตร อ.ชาณุวรลักษบุรี
 จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนชาณุวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: miowen_te@hotmail.com



ชื่อ นายศักดิ์สิทธิ์ บุญวงศ์
 ภูมิลำเนา 59 หมู่ 1 ต.ดินทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: yungee_nu@hotmail.com