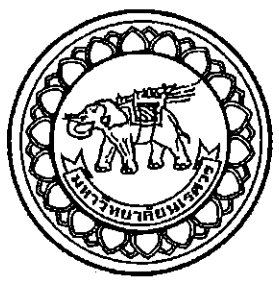


อภินันทนาการ



สำนักหอสมุด



แบบจำลองการแสดงสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวีว
PARKING LOT MODEL DISPLAYED BY LABVIEW



นายชนชัย	กตาหงษ์	รหัส 55360888
นายประพันธ์	มารดาวงศ์	รหัส 55364107
		สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
		วณลงทะเบียน 26 ก.ย. 2550
		เลขทะเบียน 19186666
		เลขเรียกหนังสือ 45
		ค/ว 8 บ
		2558

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2558

ชื่อหัวข้อโครงการ	แบบจำลองการแสดงสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแถบวีว
ผู้ดำเนินโครงการ	นายธนชัย กลาหงษ์ รหัส 55360888
	นายประพันธ์ มารดาวงศ์ รหัส 55364107
ที่ปรึกษาโครงการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุทิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับการแสดงสถานะของลานจอดรถที่สามารถบอกจำนวนรถที่เข้า-ออก รถที่วิ่งภายในลานจอดรถ และรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ รวมไปถึงจำนวนและตำแหน่งของที่จอดรถที่ว่างอยู่ ซึ่งแบบจำลองของลานจอดรถนี้มีพื้นที่ในการจอดรถทั้งหมด 30 คัน โดยมีป้ายแสดงสถานะภายในแบบจำลองลานจอดรถ และ โปรแกรมแถบวีวเป็นส่วนที่แสดงผลต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้งานได้ทราบ โดยที่ป้ายแสดงสถานะภายในแบบจำลองลานจอดรถจะแสดงจำนวนรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ ที่ว่าง และรถที่วิ่งภายในลานจอดรถ รวมถึงสถานะ(ว่างหรือไม่ว่าง)และตำแหน่งของที่จอดรถด้วย ในส่วนของ โปรแกรมแถบวีวก็จะแสดงจำนวนรถที่เข้า-ออก ที่ว่าง รถที่วิ่งภายในลานจอดรถ และรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ แล้วสถานะ(ว่างหรือไม่ว่าง)และตำแหน่งของที่จอดรถ จากการทดลองจะเห็นว่า แบบจำลองลานจอดรถสามารถคำนวณและแสดงผลได้ถูกต้องตามที่ต้องการ

Project title Parking Lot Model Displayed by LabVIEW
Name Mr. Thanachai Kalahong ID. 55360888
Mr. Prapan Marndawong ID. 55364107
Project advisor Asst. Prof. Mutita Songjun, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2015

Abstract

This thesis presents the parking lot model that can show the number of cars which access and park in the parking including the amount and the position of the parking space. The total spaces of the parking lot model are 30. The number of the total cars in the parking, the driving cars, the spaces in the parking are shown by 2-digit seven-segment. Also the position of the available spaces for parking are shown with LEDs. Furthermore, these status are also shown on computer via LabVIEW including the amount of the cars that enter and exit the parking. The results show that the parking lot with the LabVIEW program can work well and correctly.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบิดามารดาซึ่งมีส่วนช่วยในด้านกำลังใจและส่วนช่วยในด้านกำลังใจที่ทำให้ฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการค้าเนงานวิจัยครั้งนี้ ให้ผ่านไปได้อย่างราบรื่น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์ สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการการออกแบบสถานะแบบจำลองงานจอตแสดงผลโดยแถบวิว รวมถึงข้อมูลต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ รวมถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆ ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สรวิชาติ วัฒนวงศ์พิทักษ์ สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ รวมถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆ ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณผู้ที่มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวถึงทุกท่าน ที่ต่างมีส่วนร่วมในการชี้แนะ ให้ข้อมูลและให้ความรู้เกี่ยวกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงออกมาตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการมา ณ ที่นี้ด้วย

นายธนชัย

กลาหงษ์

นายประพันธ์

มารดาวงศ์

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของ โครงการงาน.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน.....	1
1.3 ขอบเขตของ โครงการงาน.....	1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณ ในการทำโครงการงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 โปรแกรมแลปวิว.....	4
2.1.1 การเขียน โปรแกรมแลปวิว.....	6
2.1.2 ส่วนประกอบต่างๆในแลปวิว.....	7
2.1.3 ประเภทของข้อมูล.....	13
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	15
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560.....	15
2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega 328.....	17
2.2.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	19
2.3 ไคโอดเปล่งแสง.....	20
2.3.1 หลักการทำงานของหลอดไคโอดเปล่งแสง.....	21
2.4 ตัวต้านทานไวต่อแสง.....	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 เลเซอร์ไดโอด.....	23
2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ไดโอด.....	23
2.6 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน.....	24
2.6.1 โครงสร้างและการต่อของตัวแสดงผลเจ็ดส่วน.....	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ.....	26
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง.....	26
3.2 โครงสร้างและการทำงานของแบบจำลอง.....	27
3.2.1 ภายในลานจอดรถ.....	28
3.2.2 ป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถ.....	29
3.2.3 ทางเข้า-ทางออก.....	29
3.3 วงจรที่ใช้ในแบบจำลอง.....	31
3.3.1 วงจรนับรถทั้งหมดในลานจอด.....	31
3.3.2 วงจรนับรถที่วิ่งในลานจอด.....	32
3.3.3 วงจรนับที่ว่างของช่องจอด.....	33
3.3.4 วงจรทำงานของโปรแกรมแลปวิว.....	35
3.3.5 วงจรเลเซอร์ไดโอด.....	36
3.4 การออกแบบหน้าต่างและการทำงานของโปรแกรมแลปวิว.....	36
3.5 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง.....	38
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	44
4.1 การทดลองการนับจำนวนรถของทางเข้า และทางออก.....	44
4.2 การทดลองการแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ.....	47
4.3 การทดลองการแสดงจำนวนรถภายในลานจอดรถ.....	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	52
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	52
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	52
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป.....	53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลของ AVR ATMEGA2560	55
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของ ATMEGA328	65
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของ LM7805	71
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลของ MCP3008	83
ประวัติผู้ดำเนินงาน	97



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคำศัพท์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม[1].....	13
4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนรถของทางเข้า.....	45
4.2 ผลการทดลองการนับจำนวนรถของทางออก.....	46
4.3 ผลการทดลองการแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ.....	48
4.4 ผลการทดลองการแสดงจำนวนรถภายในลานจอดรถ กรณีรถทั้งหมด 30 คัน.....	50
4.5 ผลการทดลองการแสดงจำนวนรถภายในลานจอดรถ กรณีรถทั้งหมด 40 คัน.....	51



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างเครื่องมือวัดเสมือนที่สร้างจากแลปวิว[1].....	4
2.2 แสดงหน้าจอการเขียน โปรแกรมและหน้าจอแสดงผล[1].....	5
2.3 แสดงการเขียนแผนภาพแบบบล็อกของแลปวิว[1].....	7
2.4 แผนภาพแบบบล็อกของเครื่องมือวัดที่สร้างจากแลปวิว[1].....	7
2.5 หน้าปัดของแลปวิว[1].....	8
2.6 ส่วนประกอบที่อยู่บนหน้าปัดของแลปวิว[1].....	9
2.7 แถบควบคุมที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัด[1].....	9
2.8 แถบเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัด[1].....	10
2.9 ตัวอย่างแผนภาพแบบกล่อง[1].....	11
2.10 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูล[1].....	11
2.11 แถบเครื่องมือ[1].....	12
2.12 แสดงลักษณะทั่วไปของไอคอนและคอนเนคเตอร์[1].....	12
2.13 แสดงข้อมูลประเภทอเมริกา[1].....	14
2.14 แสดงข้อมูลประเภทบูลีน[1].....	14
2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560[2].....	15
2.16 ตำแหน่งขาของชิป ATmega2560[2].....	17
2.17 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของบอร์ด Arduino Uno R3 [3].....	18
2.18 แสดงตำแหน่งขาและอุปกรณ์บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [3].....	19
2.19 แสดงไดอะแกรมตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [3].....	19
2.20 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง[4].....	20
2.21 โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง[4].....	20
2.22 วงจรใช้งานปกติของไดโอดเปล่งแสง[4].....	21
2.23 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ไดโอด[6].....	23
2.24 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน[7].....	24
2.25 แสดงการนำเอาแอลอีดีมาต่อกันแบบคอมมอนแคโทด[7].....	25
2.26 แสดงการนำเอาแอลอีดีมาต่อกันแบบคอมมอนแอนโนด[7].....	25
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง.....	26
3.2 โครงสร้างแบบจำลอง.....	27

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
3.3 ภายในลานจอดรถ.....	28
3.4 ป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถ	29
3.5 ทางเข้า-ทางออก.....	30
3.6 วงจรนับรถทั้งหมดในลานจอด.....	31
3.7 วงจรนับรถที่วิ่งในลานจอด	32
3.8 วงจรนับที่ว่างของช่องจอด	34
3.9 วงจรทำงานของ โปรแกรมแลปวิว	35
3.10 วงจรเลขฮอร์ไค โอค.....	36
3.11 หน้าต่าง โปรแกรมแลปวิวแสดงสถานะลานจอดรถ	37
3.12 แผนผังการทำงานของแบบจำลองการแสดงสถานะของลานจอดรถแสดงผล โดยแลปวิว	39
3.13 แผนผังการทำงานของแบบจำลองการแสดงสถานะของลานจอดรถแสดงผล โดยป้าย.....	42
4.1 ป้ายแสดงผลในลานที่แสดงตำแหน่งของที่จอดรถ	47
4.2 หน้าจอโปรแกรมแลปวิวที่แสดงตำแหน่งของที่จอดรถ	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันการจราจรเป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะเป็นเมืองขนาดเล็กหรือเมืองขนาดใหญ่ก็ล้วนมีรถยนต์จำนวนมาก จึงมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับการจราจรอยู่เสมอ โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นนั้นการจราจรมักจะติดขัดเป็นเวลานาน เช่น พื้นที่สาธารณะ สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า หรือสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ พบว่าการจราจรจะแออัดและไม่มีสภาพคล่องในการใช้ยานพาหนะและอีกส่วนหนึ่งก็เกิดจากการที่มียานพาหนะมากจนเกินไป ลานจอดรถไม่เพียงพอ ถนนแคบ ทั้งหมดนี้ก็จะมักจะพบอยู่บ่อยๆ ซึ่งถ้ามีหนทางช่วยลดปัญหาการจราจรให้เกิดสภาพคล่องก็จะทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตมากขึ้น

ในห้างสรรพสินค้าหรือสถานบริการต่างๆ มักจะพบปัญหาการจราจรเกี่ยวกับพื้นที่ในลานจอดรถ ถ้ามีรถยนต์จำนวนมากจะทำให้ลานจอดรถนั้นติดขัดซึ่งรถยนต์ที่ติดขัดส่วนหนึ่งก็มาจากเมื่อพบว่าที่จอดรถเต็มก็จะขับวนเพื่อหาที่จอด จึงทำให้การจราจรไม่มีสภาพคล่องทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการด้วย ถ้าสามารถลดจำนวนรถยนต์ที่เข้าไปในลานจอดรถได้ก็จะทำให้การจราจรคล่องตัวและสะดวกสบายมากขึ้น

ดังนั้นจึงได้สร้างแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแถบวิวซึ่งจะสามารถบ่งบอกให้ผู้ขับขี่ทราบว่าพื้นที่ตรงไหนที่มีตำแหน่งว่างสำหรับจอดรถได้ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย รวดเร็ว และประหยัดพลังงานด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อสร้างแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแถบวิว

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างแบบจำลองลานจอดรถขนาด 1 เมตร × 1 เมตร × 0.4 เมตร จำนวนที่จอดรถ 30 คัน
2. มีตัวแสดงผล 7 ส่วน สามารถบอกจำนวนรถที่อยู่ในลานจอดรถดังนี้
 - 2.1 ที่จอดรถที่ว่าง
 - 2.2 รถที่วิ่งในลานจอด
 - 2.3 รถทั้งหมดที่อยู่ภายในลานจอด

3. มีไดโอดเปล่งแสงบอกตำแหน่งที่จอครดซึ่ง ไฟเขียวติด คือ ที่จอครดว่าง ไฟเขียวดับ คือ ที่จอครดไม่ว่าง

4. ใช้โปรแกรมแลปวิวในการแสดงสถานะของลานจอครด

5. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติ

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2558					ปี 2559						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับระบบเซ็นเซอร์ โปรแกรมแลปวิวและระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	←→											
2.ออกแบบและสร้างแบบจำลองลานจอครด			←→									
3.ศึกษาและเขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของแบบจำลองลานจอครด						←→						
4.ทดสอบและแก้ไขการทำงานของแบบจำลองลานจอครด										←→		
5.สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่ม											←→	

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปใช้กับลานจอครดทั่วไปได้
2. สามารถลดปัญหาการจราจรในลานจอครดได้

1.6 งบประมาณในการทำโครงการ

1. ค่าวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า	4,600	บาท
2. ค่าโครงสร้างแบบจำลองถาวร	2,000	บาท
3. ค่าจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์	1,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (เจ็ดพันหกร้อยบาทถ้วน)	<u>7,600</u>	<u>บาท</u>
หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ		



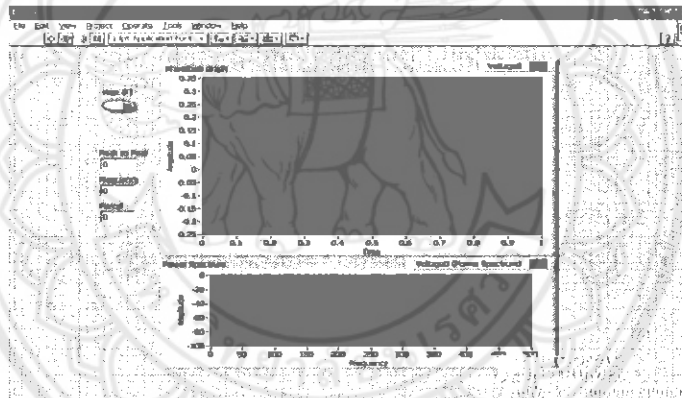
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะรวบรวมหลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองการแสดงสถานะของลานจอดรถโดยแลปวิว ซึ่งจะแสดงจำนวนรถเข้า จำนวนรถออก จำนวนรถที่กำลังวิ่ง และจำนวนรถทั้งหมด ซึ่งจะแสดงผลโดยแลปวิว ดังนั้น จึงต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหัวข้อต่างๆดังนี้

2.1 โปรแกรมแลปวิว

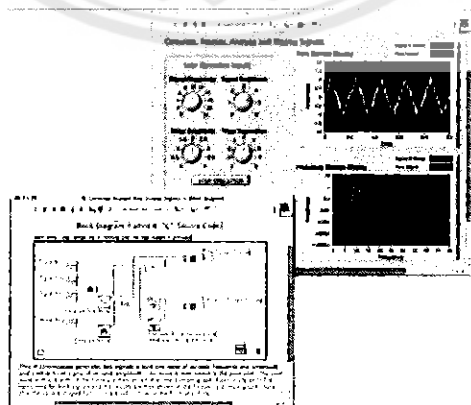
โปรแกรมแลปวิว (LABVIEW) ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยเรียกย่อๆว่า วีไอ ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือน ดังตัวอย่าง จากรูปนี้เป็นออสซิลโลสโคปที่ได้ทำการสร้างขึ้นบนหน้าจอกอมพิวเตอร์[1]



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างเครื่องมือวัดเสมือนที่สร้างจากแลปวิว[1]

โปรแกรมแลปวิวเป็น โปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้อีกคือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพและในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการวัดมากมายและแน่นอนที่สุด โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆสิ่งที่แลปวิวแตกต่างจาก โปรแกรมอื่นอย่างเห็น ได้ชัดที่สุดก็คือแลปวิวนี้เป็น โปรแกรมประเภท จียูไอ (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียนรหัสหรือ

คำสั่งใดๆ ทั้งสิ้นและที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ใน โปรแกรมนี้เราจะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา จี (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่เรารู้คุ้นเคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น ซีพื้นฐานหรือฟอร์แทรนด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมดซึ่งแม้ว่าในเบื้องต้นอาจจะสับสนอยู่บ้าง แต่เมื่อคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมนี้แล้วเราจะพบว่าแลปวิวนี้นี้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุมโดยจุดประสงค์หลักแล้ว บริษัท เนชั่นแนลอินทริเมนต์ ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับระบบเครื่องมือวัดที่มีความง่ายในการเขียนโปรแกรมและมีฟังก์ชันเพื่อจะช่วยให้การวัดทางวิศวกรรมให้มากที่สุดเพราะด้วยความเป็นมา บริษัท เนชั่นแนลอินทริเมนต์ เริ่มจากการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้กับการวัดทางวิศวกรรมไม่ใช่บริษัทที่เริ่มต้นมาจากการผลิต ซอฟต์แวร์เป็นหลักดังนั้นคงไม่ผิดนักสำหรับผู้ที่ต้องการจะใช้ประโยชน์สูงสุดจากโปรแกรมแลปวิวคือผู้ที่ต้องการจะนำข้อมูลจากภายนอก เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาในเครื่องเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลประมวลค่าแสดงผลและในหลายกรณีใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบสูงสุดของแลปวิวคือการพยายามทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเมื่อรวมกับแลปวิวและอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการเก็บข้อมูลแล้วสามารถเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราให้กลายเป็นเครื่องมือวัดในหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นออสซิลโลสโคป, มัลติมิเตอร์, ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์, สเตรนมิเตอร์, เทอร์โมมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ตามที่เราต้องการทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการทำการวัดและเครื่องมือวัดได้อย่างกว้างขวางซึ่งจุดนี้เองที่เป็นที่มาของชื่อเครื่องมือวัดเสมือนจริงและข้อได้เปรียบเหนือการใช้อุปกรณ์จริงเหล่านั้นคือ วิททรว อินสตรูเมนต์ สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้โดยการเปลี่ยน วิโอ ให้เป็นไปตามต้องการเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากนัก



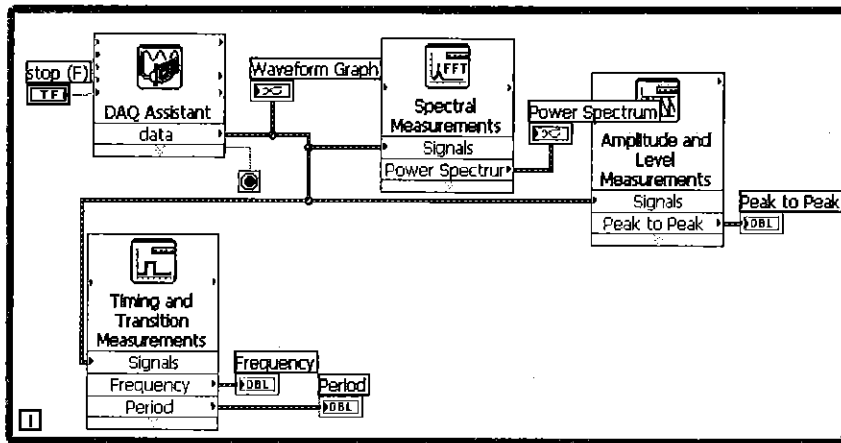
รูปที่ 2.2 แสดงหน้าจอการเขียนโปรแกรมและหน้าจอแสดงผล[1]

2.1.1 การเขียนโปรแกรมแลปวิว

เนื่องจากแลปวิวเป็น โปรแกรมที่ใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์แทนการเขียนด้วยตัวอักษรเหมือน โปรแกรมปกติทั่วไป ซึ่งข้อดีข้อแรกก็คือการลดความผิดพลาดด้านการสะกดผิดหรือพิมพ์ผิดออกไปข้อ แดกต่างอีกประการหนึ่งที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมแบบจิกกับการเขียนด้วยตัวหนังสือก็คือการเขียน ด้วยภาษาจิกนี่เป็นการเขียนโดยใช้หลักการของการเขียนแผนภาพ ซึ่งเมื่อเริ่มส่งข้อมูลเข้าสู่ โปรแกรมเรา จะต้องกำหนดทิศทางไหลของข้อมูลว่าจะไปที่ส่วนใดผ่านการประเมินผลและคำนวณในส่วนใดบ้าง และจะ ให้แสดงผลอย่างไร ซึ่งลักษณะการเขียนภาษาจิกหรือการเขียนแผนภาพนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการ เขียนแผนภาพแบบกล่อง ซึ่งทำให้ผู้เขียน โปรแกรมสามารถให้ความสนใจกับการเคลื่อนที่และ เปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดยไม่ต้องจดจำรูปแบบคำสั่งที่ยุ่งยาก เนื่องจากโปรแกรมแลปวิวใช้ลักษณะการ เขียนแผนภาพแบบบล็อกซึ่งวิศวกรส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยอยู่แล้วจึงเป็นการง่ายที่จะทำความเข้าใจและ นำไปพัฒนาใช้ต่อไปได้และถ้าหากเราจำได้ถึงขั้นตอนการเขียน โปรแกรมว่าก่อนที่จะเขียนโปรแกรม จะต้องเขียนผังงานให้เสร็จสิ้นก่อน หลังจากตรวจสอบผังงานเรียบร้อยแล้วเราจึงนำไปเขียนโปรแกรม ซึ่งจะมีความสะดวกมากขึ้น ถ้าหากการเขียนผังงานของแลปวิวก็นับถือการเขียนโปรแกรมนั่นเองซึ่งเป็นการ ลดขั้นตอนการทำงานลงไปได้เป็นอย่างมากแม้ว่าการเขียนโปรแกรมในแลปวิวไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียน โปรแกรมใดๆ มาก่อนเลย แต่การมีความรู้ด้านการเขียน โปรแกรมหรือใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี

แลปวิวจะมีหน้าปัด ซึ่งเปรียบเสมือนได้กับสิ่งที่ผู้ใช้จะเห็นและควบคุมการทำงานผู้ใช้สามารถ สร้างรูปแบบขึ้นเองได้อย่างรวดเร็วเพราะแลปวิวมีส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าจอ มากมาย เช่น จอแสดงผลแบบออปติคอลโครม, ปุ่มหมุน และ สวิตช์ เป็นต้น โดยแลปวิวจะแสดงผลและ ควบคุมการทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์

พื้นที่ส่วนเขียน โปรแกรมจะเรียกว่าแผนภาพแบบกล่องเปรียบเสมือนกับฮาร์ดแวร์ภายใน เครื่องมือวัด โดยแลปวิวจะเขียน โปรแกรมโดยอาศัยรูปภาพ[1]



รูปที่ 2.3 แสดงการเขียนแผนภาพแบบบล็อกของแลปวิว[1]

แลปวิวอาศัยหลักการทำงานของเครื่องมือวัดหรือการวัดค่าทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบตามที่ผู้ใช้ต้องการหลักการดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ



รูปที่ 2.4 แผนภาพแบบบล็อกของเครื่องมือวัดที่สร้างจากแลปวิว[1]

1) รับข้อมูล ซึ่งเป็นส่วนที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าสู่ระบบในที่นี้คือ คอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่เข้าสู่ระบบนี้อาจมาจากการวัดเค็คว (สำหรับสัญญาณทางไฟฟ้า)

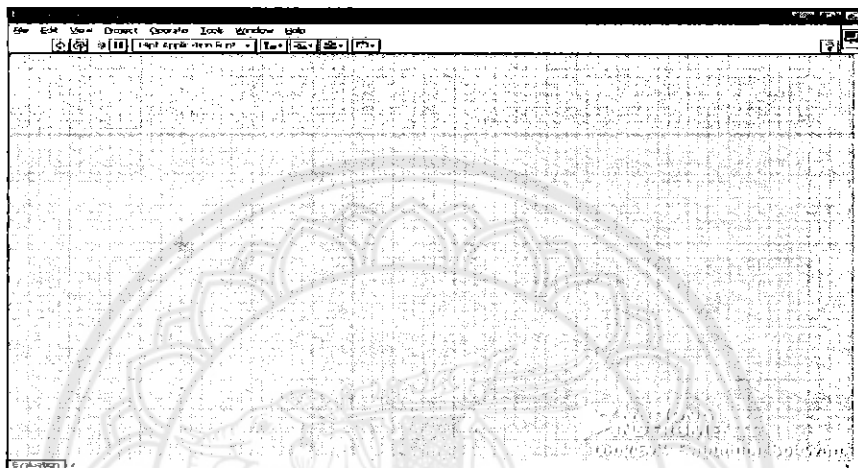
2) การวิเคราะห์หลังจากที่ได้รับข้อมูลแล้วอาจจะผ่านฟังก์ชันในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งจะแสดงผลในรูปที่สื่อความหมายในสิ่งที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปแสดงแทนสิ่งที่วัดได้และใช้งานได้

3) แสดงผล คือ การแสดงผลในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งานโดยอาจแสดงบนหน้าจคอมพิวเตอร์ เช่น หลักทอล มัลติมิเตอร์ แสดงผลเฉพาะที่วัดได้โดยไม่จำเป็นต้องรู้ความสำคัญกับเวลาจะแสดงสัญญาณในรูปความถี่หรือการพิมพ์ออกมาเป็นรายงานหรือเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์

2.1.2 ส่วนประกอบต่างๆในแลปวิว

โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดยแลปวิว เราจะเรียกว่า วิททรว อินสตรูเมนต์ วีไอ เพราะลักษณะที่ปรากฏทางจอภาพเมื่อผู้ใช้งานจะเหมือนกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรมในขณะเดียวกันหลังจากของอุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของฟังก์ชัน ซับรูทีนและ โปรแกรมหลัก เหมือนกับภาษาทั่วไปสำหรับ วีไอ หนึ่งๆจะประกอบด้วยส่วนประกอบ

1. หน้าปัดจะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปัดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดต่างๆ ไปโดยทั่วไปจะประกอบด้วย สวิตช์ปิดเปิด, ปุ่มบิด, ปุ่มกด จอแสดงผลหรือแม้แต่ค่าที่ผู้ใช้สามารถกำหนดสำหรับผู้ที่คุ้นเคยกับการเขียน โปรแกรมประเภทวิหวลทั้งหลายคงจะเข้าใจกันดีว่าหน้าปัดนี้จะเปรียบเสมือนเป็น จียูไอ ของโปรแกรมหรือวีไอนั่นเอง

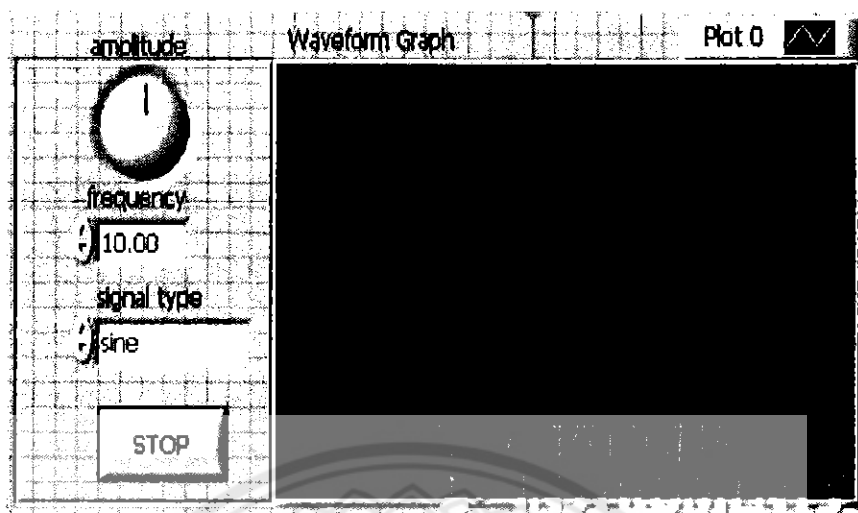


รูปที่ 2.5 หน้าปัดของแลปวิว[1]

ส่วนประกอบที่อยู่บนหน้าปัดจะมีอยู่สามประเภท คือ

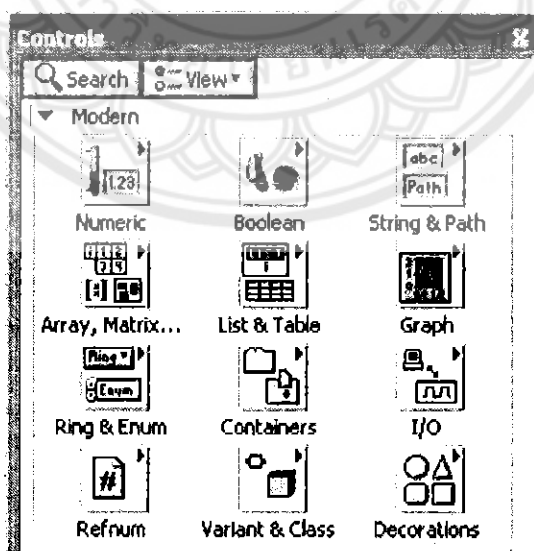
- 1) ส่วนควบคุม คือประเภทที่รับค่าจากผู้ซึ่งผู้ใช้สามารถพิมพ์ค่าลงไปหรือใช้เมาส์คลิกเพื่อเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ปุ่มหมุน ปุ่มเลื่อน สวิตช์ เป็นต้น
- 2) ตัวชี้วัด คือประเภทที่ใช้แสดงค่าต่างๆเท่านั้นผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขได้ เช่น กราฟ, มิเตอร์, แอลอีซี
- 3) ของตกแต่ง เป็นวัตถุที่ไม่เกี่ยวข้องกับ โปรแกรมและ โค้ดบนแผนภาพแบบกล่องเลยแต่มีไว้เพื่อความสวยงามเป็นระเบียบของหน้าปัดเท่านั้นนั่นเองลักษณะของหน้าปัด แสดงดังรูปต่อไปนี้

ควบคุม ทีวีด ตกแต่ง



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบที่อยู่บนหน้าปัดของแลปวิว[1]

เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัดจะประกอบไปด้วยแถบควบคุมและแถบเครื่องมือซึ่งแลปวิวมีแถบควบคุมที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัด แสดงดังรูป 2.7 ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยจะจัดเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มของตัวเลขซึ่งภายในกลุ่มจะมีการควบคุม และตัวทีวีดต่างๆ ที่เกี่ยวกับตัวเลข



รูปที่ 2.7 แถบควบคุมที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัด[1]

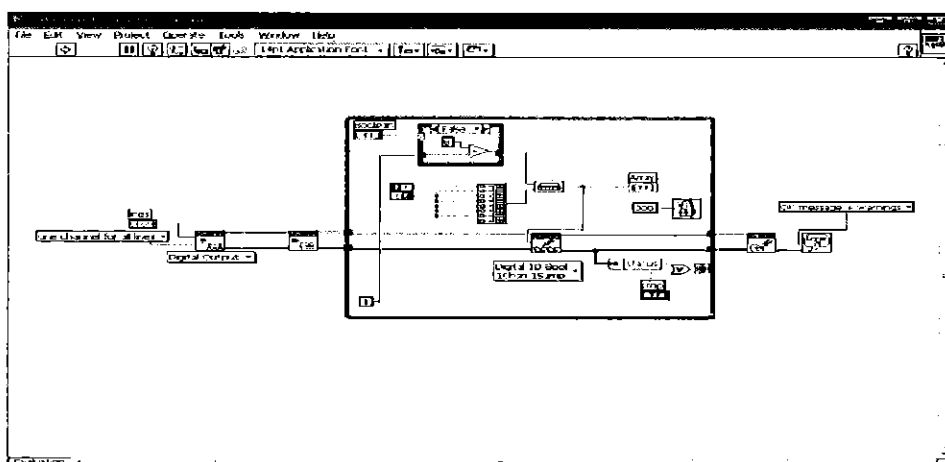
แถบเครื่องมือคือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งจะใช้ทั้งการออกแบบหน้าปัดและแผนภาพแบบกล่องในส่วนนี้จะกล่าวถึงแถบเครื่องมือสำหรับออกแบบหน้าปัด



รูปที่ 2.8 แถบเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบหน้าปัด[1]

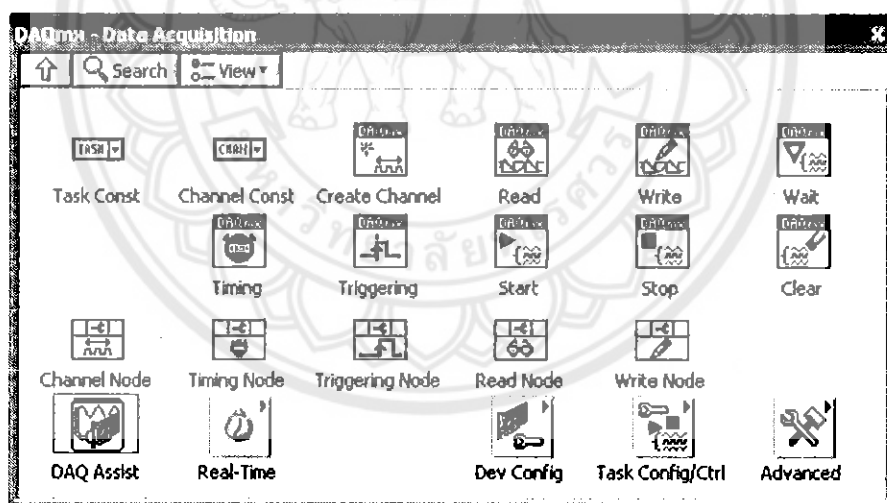
2. แผนภาพแบบกล่อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้นเราอาจมองแผนภาพแบบกล่องนี้เป็นเสมือนกับจุกำเนิดโค้ดหรือโปรแกรมของแลปวิวซึ่งปรากฏว่าอยู่ในรูปของภาษาจีซึ่งแผนภาพแบบกล่องนี้ถือว่าเป็นโปรแกรมปฏิบัติการ คือสามารถที่จะทำงานได้ทันทีและข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือแลปวิวจะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลาทำให้โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้น โดยผู้ใช้สามารถที่จะดูรายละเอียดของความผิดพลาดแสดงให้เห็นได้ตลอดเวลาทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้นมาก

ส่วนประกอบภายในแผนภาพแบบกล่องนี้จะประกอบด้วยฟังก์ชันค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้างจากนั้นในแต่ละส่วนเหล่านี้ซึ่งจะปรากฏในรูปของกล่องเราจะได้รับการต่อสายสำหรับกล่องที่เหมาะสมเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่างกล่องเหล่านั้นทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการและแสดงผลออกมาให้แก่ผู้ใช้ต่อไป



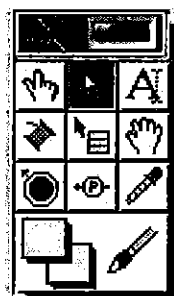
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภาพแบบกล่อง[1]

เครื่องมือที่ใช้ในการเขียน โปรแกรมบนแผนภาพแบบกล่องแลปวิจ์แถบฟังก์ชันซึ่งจะมี ฟังก์ชัน และซับรูทีนต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้ผู้ใช้เลือกใช้ โดยฟังก์ชันและซับรูทีนจัดเป็นกลุ่ม ๆ เช่น ฟังก์ชันนูเมริก จะมีฟังก์ชันต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวเลข เช่น บวก ลบ คูณ หาร แสดงดังรูป 2.10



รูปที่ 2.10 เครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูล[1]

แถบเครื่องมือสำหรับแผนภาพแบบกล่อง เปิดแถบเครื่องมือโดยการคลิกที่ หน้าต่าง >> แสดงแถบเครื่องมือหรือคลิกเลือกเครื่องมือที่ต้องการใช้ (ถ้าเลือกเครื่องมืออัตโนมัติเปิดอยู่แล้วแอลอีดี เป็นสีเขียวให้คลิกเพื่อปิดเลือกเครื่องมืออัตโนมัติซึ่งมีเฉพาะในเวอร์ชัน 6.1 ขึ้นไป) เครื่องมือที่ใช้มี ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.11 แล็บเครื่องมือ[1]

- 1) เครื่องมือปฏิบัติการใช้ในการเปลี่ยนแปลงค่าหรือเลือกค่าคงที่ในแผนภาพแบบกล่อง
 - 2) ตำแหน่ง/ขนาด/เลือกใช้ในการเลือก/เคลื่อนย้าย/จัดขนาดของสิ่งที่สร้างขึ้นบนแผนภาพแบบกล่อง
 - 3) แก้ไขตัวอักษรที่เครื่องมือใช้ในการแก้ไขข้อความที่เป็นตัวอักษรหรือเพิ่มข้อความลงบนหน้าปัด
 - 4) เครื่องมือเชื่อมต่อสายใช้ในการโยงสายระหว่างขั้วหรือโนด ซึ่งสายที่โยงนี้จะเป็นเส้นทางเดินของข้อมูล
3. ไอคอน และคอนเนคเตอร์ เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อยช่วยรูทีนในโปรแกรมปกติทั่วไป โดยไอคอนจะหมายถึง แผนภาพแบบกล่อง ตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้าและออกผ่านทางคอนเนคเตอร์ ซึ่งในแลปวิวเราจะเรียก ชั้วรูทีน นี้ว่า ชั้ววีไอ ข้อดีของการเขียน โปรแกรมด้วยภาษาจี้ก็คือเราสามารถสร้างวีไอที่ละส่วนขึ้นมาให้ทำงานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระจากนั้นในภายหลังหากเราต้องการเราก็สามารถเขียนโปรแกรมอื่นขึ้นมาเพื่อเรียกใช้งานวีไอที่เราเคยสร้างขึ้นก่อนหน้าทีละตัวซึ่งทำให้วีไอที่เราเขียนขึ้นก่อนกลายเป็นชั้ววีไอไปการเขียนในลักษณะนี้เราเรียกว่า เขียนเป็น โมดูลสำหรับลักษณะทั่วไปของ ไอคอนและคอนเนคเตอร์จะแสดงในรูปต่อไปนี้ เราจะเห็นว่าเมื่อเราแสดงในรูปของคอนเนคเตอร์ เราจะพบว่า มีช่องต่อข้อมูลหรือที่เรียกว่า ขั้วปรากฏให้เห็น



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะทั่วไปของไอคอนและคอนเนคเตอร์[1]

คำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้กันในแลปวิวนี้ออกจะแตกต่างจากที่เราใช้กันในภาษาการเขียนโปรแกรมตัวหนังสือต่างๆ ไปในหลายด้าน ดังนั้นเพื่อให้ผู้ที่เริ่มใช้แลปวิวเข้าใจถึงศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ในโปรแกรมเราจึงขอเปรียบเทียบศัพท์ใช้ในแลปวิวกับโปรแกรมพื้นฐานต่างๆ ไปตามตารางที่ได้แสดงต่อไปนี้

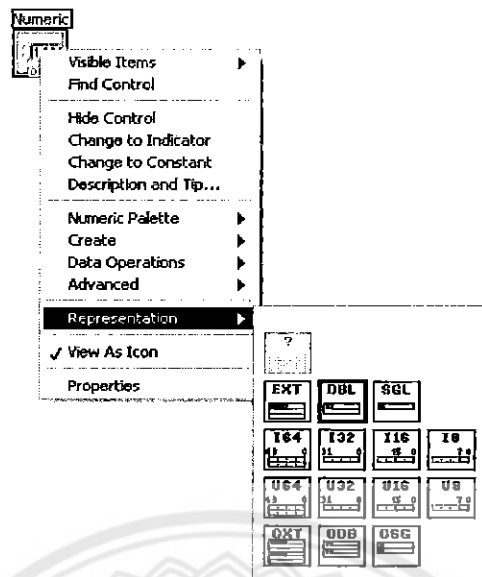
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคำศัพท์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม[1]

แลปวิว	โปรแกรมพื้นฐาน	หน้าที่
VI	Program	ตัวโปรแกรมหลัก
Funtion	Function	ฟังก์ชันสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นมากับโปรแกรมนั้น เช่น sin log เป็นต้น
SubVI	Subroutine	โปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลัก
Fornt Panel	User interface	ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้
Block Daigram	Program code	การเขียนตามขั้นตอนของทีแต่ละ โปรแกรมกำหนดขึ้น

2.1.3 ประเภทของข้อมูล

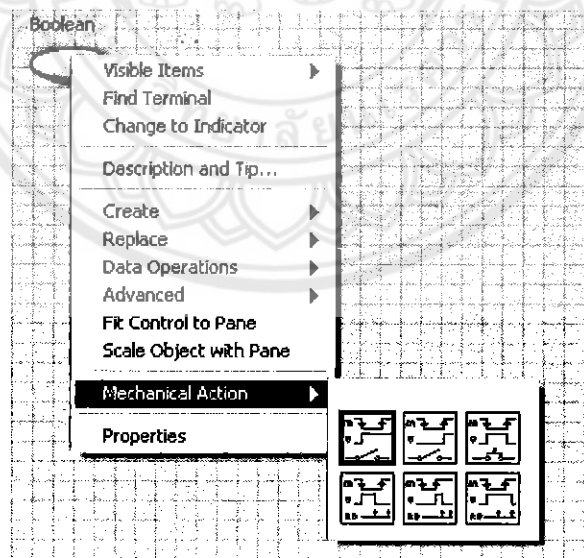
ในการเขียน โปรแกรมต่างๆ ไปจะต้องมีการประกาศตัวแปรก่อนที่จะใช้ตัวแปรนั้น แต่สำหรับโปรแกรมแลปวิวมันจะจัดการให้เองหมดโดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทำเองเพียงแค่เลือกประเภทของข้อมูลที่มาวางบนไค้ดให้ถูกต้องเท่านั้น ประเภทของข้อมูลภายในแลปวิวก็มีหลายอย่างที่เหมือนกับ โปรแกรมในภาษาอื่นๆ และยังมีอีกบางประเภทที่ใช้ในแลปวิวเท่านั้น โปรแกรมแลปวิวแบ่งข้อมูลเป็น 6 ชนิด ดังนี้คือ

1. ตัวเลข คือข้อมูลประเภทตัวเลข มีทั้งจำนวนเต็มซึ่งในแผนภาพแบบกล่องจะเห็นเป็นสีน้ำเงิน และจำนวนทศนิยมจะเห็นเป็นสีส้มและสามารถเปลี่ยนไปมาได้ โดนการคลิกขวาที่ตัวเลขนั้น แล้วเลือกแสดงค่าและเลือกประเภทตัวเลขได้เลย แสดงดังรูป 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงข้อมูลประเภทนามริก[1]

2. บูลีน คือข้อมูลประเภทที่มีสองค่า คือ จริงและเท็จบนแผนภาพแบบกล่องจะแสดงข้อมูลเป็นสี่เหลี่ยมและสำหรับหน้าปิดตัวบูลีนจะมีลักษณะเป็น ตัวควบคุมหรือสวิตช์ ถ้าเป็นเอาต์พุตก็จะเป็น แอลอีดีหรือหลอดไฟประเภทต่างๆ แสดงดังรูป 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงข้อมูลประเภทบูลีน[1]

3. สตริง คือข้อมูลประเภทที่เป็นตัวอักษรไอคอนจะแสดงเป็นสี่เหลี่ยมสำหรับการแสดงผล จะมีอยู่ 4 แบบ คือ

- 1) การแสดงปกติ
- 2) การแสดงแบบโค้ด
- 3) การแทนตัวอักษรด้วย *(ดอกจัน)
- 4) แสดงผลเป็นรหัสเลขฐานสิบหก

4. อินัม คือข้อมูลประเภทแสดงให้ผู้ใช้เห็นเป็นตัวหนังสือ แต่ค่าจริงของมันคือตัวเลขค่านั้นบนแผนภาพแบบกล่องเราจึงมองเห็นข้อมูลประเภทนี้เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งเหมือนกับจำนวนเต็ม

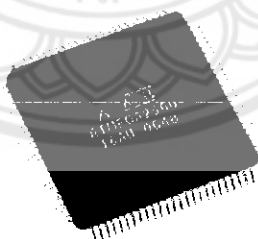
5. ไดนามิก เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของคลื่นบนแผนภาพแบบกล่องถูกแสดงด้วยสีน้ำเงินเข้มซึ่งภายในจะประกอบด้วยอารีย์ของคลื่นวันที่และเวลาชื่อของสัญญาณ ข้อมูลประเภทไดนามิกนี้ส่วนใหญ่ใช้ในเอ็กซ์เพรสวีไปจำพวกการอ่าน คำเนิดและวิเคราะห์สัญญาณ

6. วันที่และเวลา เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยวันที่และเวลาที่มีความละเอียดถึงมิลลิวินาทีวันที่และเวลาบนแผนภาพแบบกล่องจะมีหน้าตาที่เป็นสีน้ำตาลเส้นหน้า

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (reduced instruction set computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่งโดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลชโปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System programmable



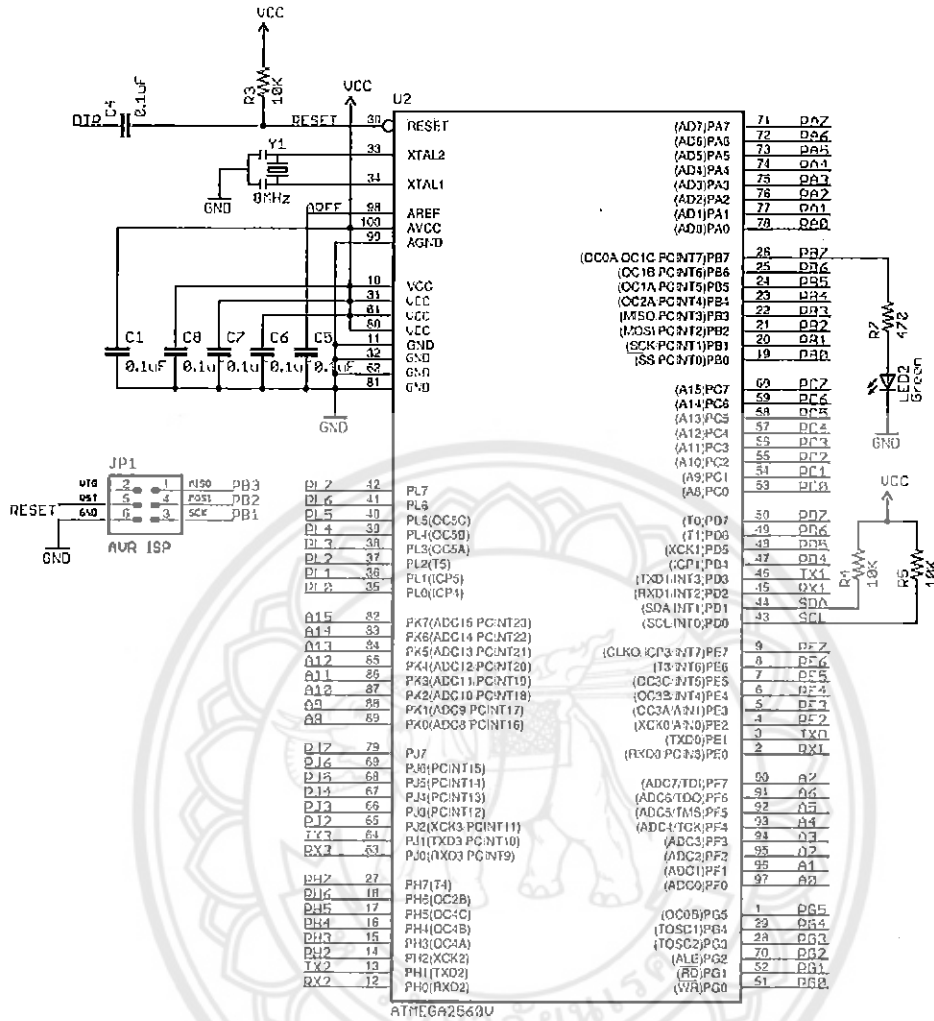
รูปที่ 2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560[2]

คุณสมบัติของ ATmega2560

1. หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) สำหรับบันทึกหน่วยความจำโปรแกรมหลัก (Program Memory) ขนาด 256 กิโลไบต์
2. หน่วยความจำแบบอีอีพรอม (EEPROM) สำหรับบันทึกหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
3. หน่วยความจำแบบแอสแรม (SRAM) ขนาด 8 กิโลไบต์
4. ทำงานที่แรงดัน 2.7 - 5.5 โวลต์
5. ระบบกำเนิดความถี่สัญญาณแบบ PWM จำนวน 12 ช่อง ขนาด 16 บิต
6. มีวงจร Internal RC Clock 8 เมกะเฮิร์ตซ์
7. ทำงานที่ความถี่ 16 เมกะเฮิร์ตซ์
8. ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอะซิงโครนัส (UART) จำนวน 4 ช่อง
9. ระบบการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบซิงโครนัส (SPI) จำนวน 1 ช่อง
10. มี 4 ช่อง USART
11. ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 8 บิต จำนวน 2 ช่อง
12. ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต จำนวน 4 ช่อง
13. มี ISP (In System Programming) สำหรับโปรแกรม

โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา

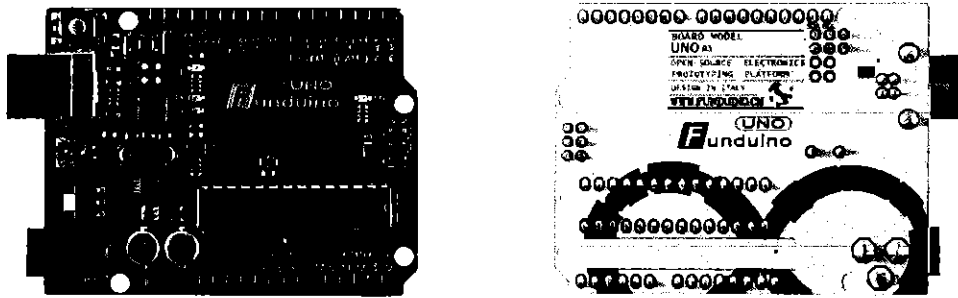
มีพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต 100 PIN TQFP ใช้งานทั่วไปจำนวน 86 ขา เป็นดิจิทัล อินพุต/เอาต์พุตจำนวน 54 ช่อง (5 โวลต์ TTL LOGIC) และอนาล็อกจำนวน 16 ช่อง (เป็นอนาล็อกเป็นดิจิทัล ขนาด 10 บิต 16 ช่อง) 4 ช่องเป็น UART (เป็น HARDWARE SERIAL PORT) แบบ 5 โวลต์ TTL LOGIC



รูปที่ 2.16 ตำแหน่งขาของชิป ATmega2560[2]

2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega 328

วงจรรอานูโน้ที่เลือกใช้สำหรับโครงการนี้เป็นวงจรรอานูโน้รุ่นอานูโน้อาร์3 ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข เอทีเมก้า 328 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์วงจรรอานูโน้เป็นแพลตฟอร์ม (Platform) ของอินพุตและเอาต์พุต (I/O) โดยตัววงจรมีชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต รวมถึงพอร์ตดิจิทัล พอร์ตอนาล็อกพีดีบีเอ็ม (PWM) และพอร์ตอนุกรมซึ่งวงจรรอานูโน้ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

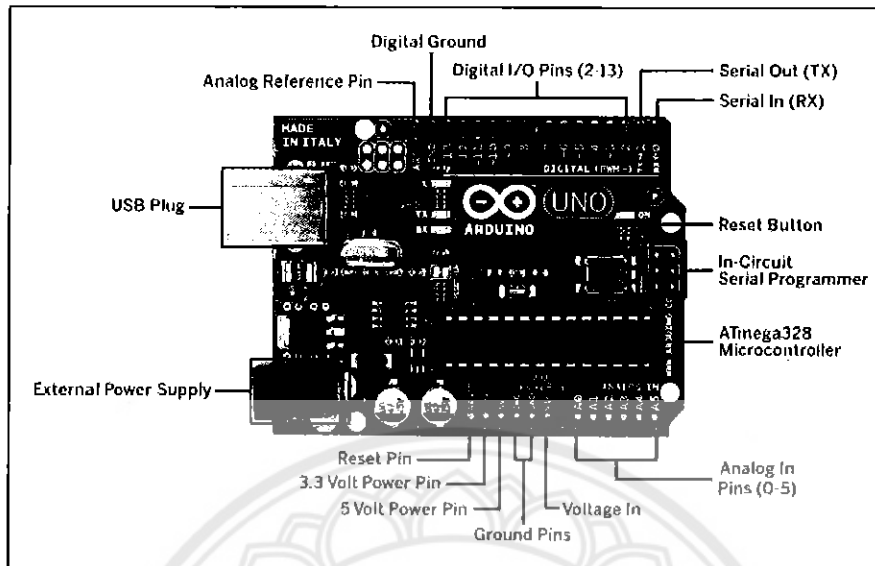


รูปที่ 2.17 แสดงด้านหน้าและด้านหลังของบอร์ด Arduino Uno R3 [3]

คุณสมบัติของ ATmega 328

1. ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	เอทีเมก้า 328
2. ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
3. รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7-12 โวลต์
4. รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6-20 โวลต์
5. พอร์ตดิจิตอลอินพุต เอาท์พุต	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ตเอาท์พุต PWM)
6. พอร์ตอนาล็อกอินพุต	6 พอร์ต
7. กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 มิลลิแอมป์
8. กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50 มิลลิแอมป์
9. พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 กิโลไบต์พื้นที่โปรแกรม 500 ไบต์
10. พื้นที่แรม	2 กิโลไบต์
11. พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1 กิโลไบต์
12. ความถี่คริสตัล	16 เมกะเฮิร์ตซ์
13. ขนาด	68.6 x 53.4 มิลลิเมตร

โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา



รูปที่ 2.18 แสดงตำแหน่งขาและอุปกรณ์บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [3]

ATmega328 Pin Mapping					
Arduino function			Arduino function		
reset	(PCINT14/RESET) PC6	1	26	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)	analog input 5
digital pin 0 (RX)	(PCINT16/TXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)	analog input 4
digital pin 1 (TX)	(PCINT17/TXD) PD1	3	28	PC3 (ADC3/PCINT11)	analog input 3
digital pin 2	(PCINT18/AN0) PD2	4	29	PC2 (ADC2/PCINT10)	analog input 2
digital pin 3 (PWM)	(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	30	PC1 (ADC1/PCINT9)	analog input 1
digital pin 4	(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	31	PC0 (ADC0/PCINT8)	analog input 0
VCC	VCC	7	32	GND	GND
GND	GND	8	33	AREF	analog reference
crystal	(PCINT8/XTAL1/TOSC1) PB8	9	34	AVCC	VCC
crystal	(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	35	PB5 (SCK/PCINT5)	digital pin 13
digital pin 5 (PWM)	(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	36	PB4 (MISO/PCINT4)	digital pin 12
digital pin 6 (PWM)	(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	37	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)	digital pin 11 (PWM)
digital pin 7	(PCINT23/AIN1) PD7	13	38	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)	digital pin 10 (PWM)
digital pin 8	(PCINT0/CLKO/CP1) PB0	14	39	PB1 (OC1A/PCINT1)	digital pin 9 (PWM)

Digital Pins 11, 12 & 13 are used by the ICSP header for MISO, MOSI, SCK connections (Atmega 168 pins 17, 18 & 19). Avoid low-impedance loads on these pins when using the ICSP header.

รูปที่ 2.19 แสดงไดอะแกรมตำแหน่งของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [3]

2.2.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งได้เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์คือภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ ภาษาระดับสูงเช่น ภาษาซี,เบสิก ข้อดีคือ

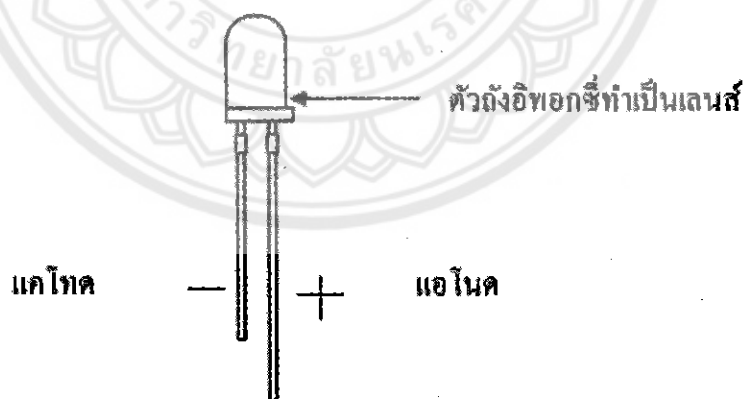
เขียนง่ายแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ง่าย ส่วนข้อเสียก็คือการทำงานจะช้าขนาดโปรแกรมที่เขียนมีขนาดใหญ่ ภาษาระดับต่ำ ซึ่งก็คือ ภาษาแอสเซมบลี ข้อดีคือ ตัวคอมไพเลอร์แจกฟรี ขนาดโปรแกรมหลังจากคอมไพเลอร์แล้วมีขนาดเล็ก โปรแกรมมีความเร็ว แต่ข้อเสียก็คือเขียนยากเพราะลักษณะภาษาไม่ค่อยสื่อความหมายแก้ไขเปลี่ยนแปลงยากภาษาแต่ละภาษาก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปซึ่งในโครงการนี้ได้เลือกใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3 ไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง (อังกฤษ: light-emitting diode หรือย่อว่า LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอด ที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบ เมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับรูปของอิลีคโตรลูมินิเนสเซนซ์ สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต ช่วงแสงที่มองเห็น และช่วงอินฟราเรด



รูปที่ 2.20 สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง[4]

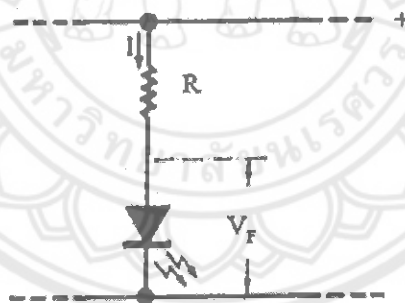


รูปที่ 2.21 โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง[4]

2.3.1 หลักการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสง

หลอดแอลอีดีหรือไดโอดเปล่งแสง โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกอบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟกระแสตรงผ่านตัวแอลอีดีโดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอนโนด (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิดเอ็นไปรวมกับโฮลในสารชนิดพีการที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสงสีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างแอลอีดีทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE, GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกเลียมอาซีนไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE, GaAsP) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอดแอลอีดีหากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

ปกติไดโอดเปล่งแสงสามารถคำนวณได้จากสูตร $R = VF$ คือแรงดันตกคร่อมกระแสขณะนำกระแสซึ่งเป็นค่าของตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกับไดโอดเปล่งแสง

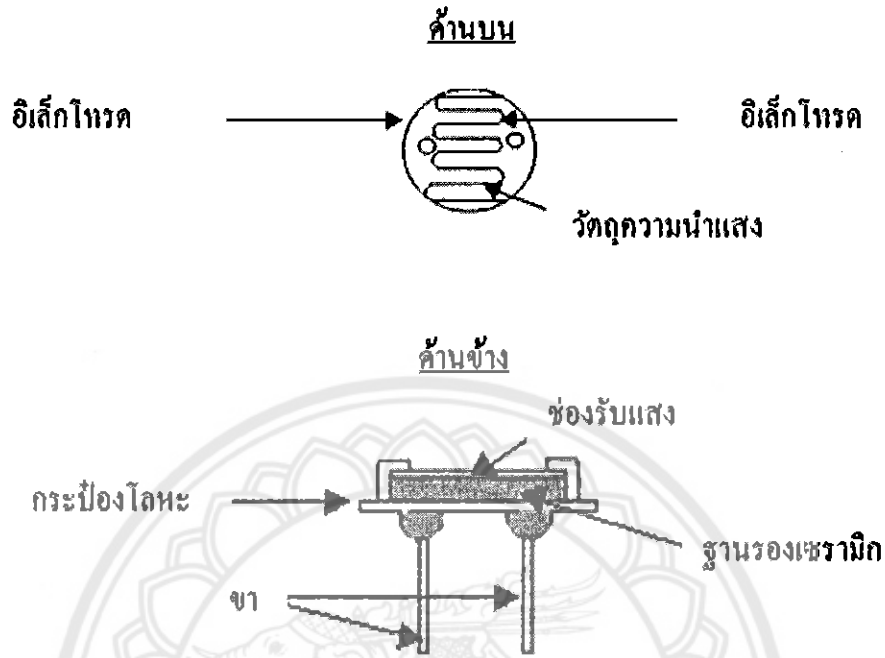


รูปที่ 2.22 วงจรใช้งานปกติของไดโอดเปล่งแสง[4]

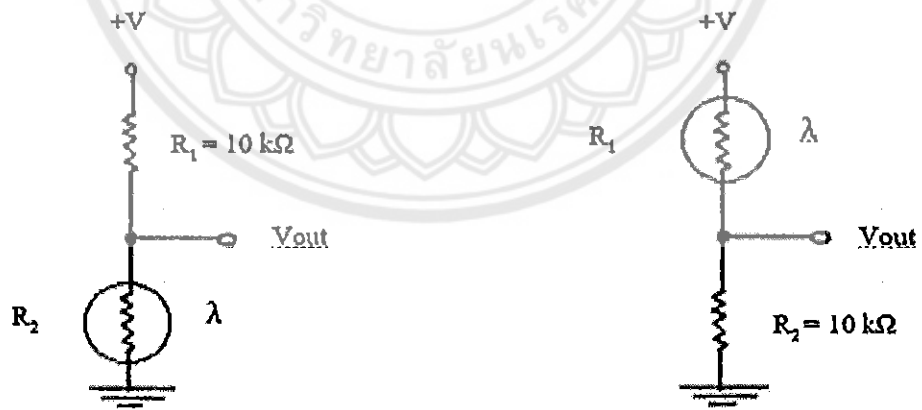
2.4 ตัวต้านทานไวต่อแสง

เป็นตัวต้านทานที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบลงบนตัวต้านทาน บางครั้งเรียกว่า โฟโตรีซิสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดักเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสาร

ประเภทกึ่งตัวนำเอามาจากลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมาใช้งานลักษณะ โครงสร้างของตัวต้านทานไวต่อแสงแสดงดังรูป



รูปที่ 2.23 โครงสร้างตัวต้านทานไวต่อแสง[5]



(ก) แรงดันเอาต์พุตจะลดลงเมื่อแสง
มากระทบแอลดีอาร์

(ข) แรงดันเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้นเมื่อแสง
มากระทบแอลดีอาร์

รูปที่ 2.24 แสดงวงจรตัวแบ่งแรงดันที่ใช้แอลดีอาร์[5]

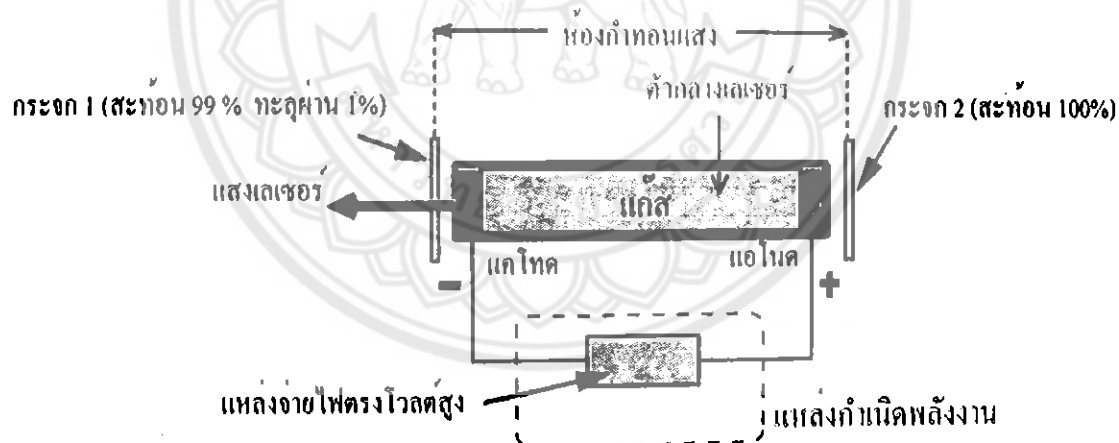
2.5 เลเซอร์ไดโอด

เขียนภาษาอังกฤษว่า LASER ซึ่งย่อมาจาก Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ที่แปลเป็นภาษาไทยได้ว่า “การขยายสัญญาณแสงโดยการปล่อยรังสีแบบเร่ร่ำ” เพราะแสงเลเซอร์ไดโอดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการปล่อยรังสีแบบเร่ร่ำและสัญญาณแสงถูกขยายตลอดแก้ว และมีไส้หลอดที่ทำด้วยลวดโลหะที่มีจุดหลอมเหลวสูง เช่น ทังสแตน ภายในหลอดแก้วเกือบเป็นสุญญากาศ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านไส้หลอดจะทำให้ไส้หลอดจะร้อนและเปล่งแสงสว่างออกมา

2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ไดโอด

เครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ไดโอดมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้คือ

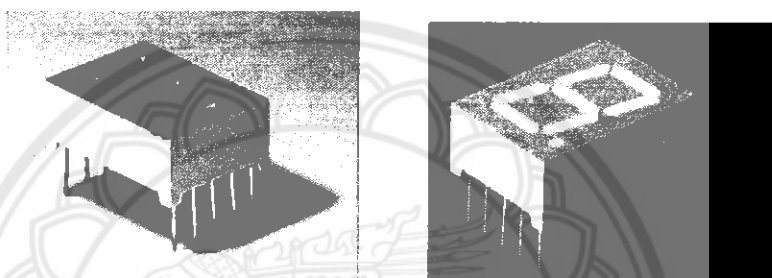
1. ตัวกลางเลเซอร์ไดโอด (laser medium) ได้แก่วัสดุที่ต้องการกระตุ้นให้ปล่อยเลเซอร์ไดโอด อาจเป็น แก๊ส ของแข็ง ของเหลว หรือสารกึ่งตัวตัว
2. ห้องกำเนิดแสง (optical resonator)
3. แหล่งกำเนิดพลังงาน (energy source)



รูปที่ 2.23 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์ไดโอด[6]

2.6 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน

หลอดแสดงผลตัวแสดงผลเจ็ดส่วนเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแสดงผล เช่นเดียวกับหลอดแสดงผลแอลอีดีทั่วไป แต่ต่างตรงที่หลอดแสดงผลตัวแสดงผลเจ็ดส่วนเป็นการนำเอาหลอดแสดงผลตัวแสดงผลเจ็ดส่วนจำนวน 7 ตัวมาต่อกันเป็นรูปตัวเลข เพื่อนำมาแสดงผลเป็นตัวเลข 0 ถึง 9 โดยในบทความนี้จะพูดถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหลอดแสดงผลตัวแสดงผลเจ็ดส่วนและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์พีไอซีควบคุมการทำงานของตัวแสดงผลเจ็ดส่วน



รูปที่ 2.24 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน[7]

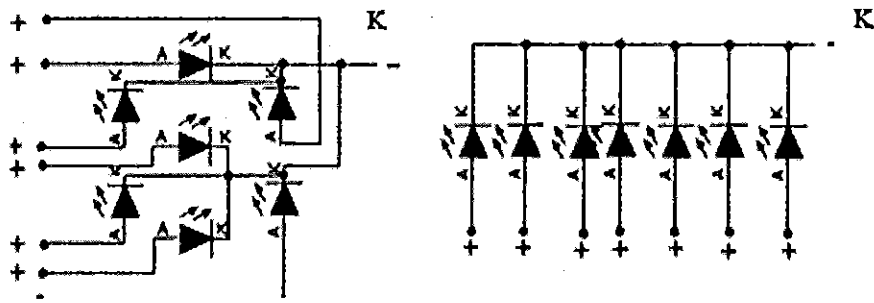
2.6.1 โครงสร้างและการต่อของตัวแสดงผลเจ็ดส่วน

ตัวแสดงผลเจ็ดส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

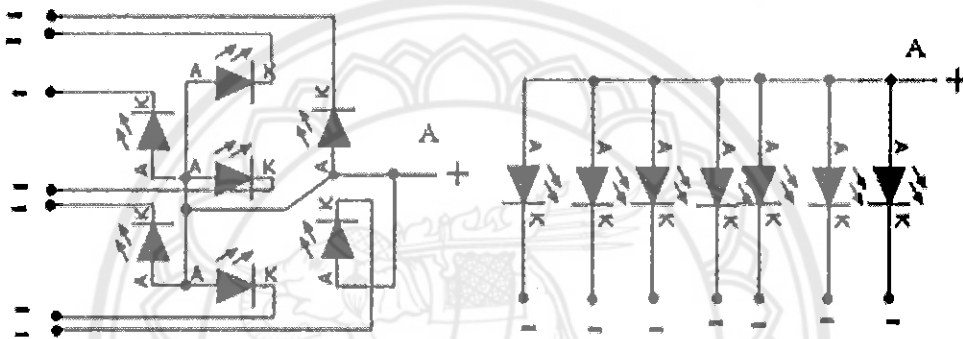
1. แบบคอมมอนแอโนด (Common Anode) เป็นการนำเอาขาแอโนด ของแอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) ส่วนขาที่เหลือใช้เป็นอินพุต คอยรับสถานะลอจิกซึ่ง (Common Anode) จะต้องป้อนอินพุตลอจิกลอจิกเป็น "1"

2. แบบคอมมอนแคโทด (Common cathode) คือการนำเอาขาแคโทดของแอลอีดีแต่ละตัวมาต่อร่วมกันเป็นจุดร่วม (Common) เหมือนกับ Common Anode แต่ Common cathode จะต้องป้อนอินพุตเป็นลอจิก "0"

การต่อตัวแสดงผลเจ็ดส่วนตัวแสดงผลเจ็ดส่วนนั้นจะมีอยู่ 2 คอมมอนหลักๆ คือ แบบคอมมอนแอโนด(A) และคอมมอนแคโทด (K)



รูปที่ 2.25 แสดงการนำเอาแอลอีดีมาต่อกันแบบคอมมอนแคโทด[7]



รูปที่ 2.26 แสดงการนำเอาแอลอีดีมาต่อกันแบบคอมมอนแอโนด[7]

การต่อแบบคอมมอนแอโนด เราจะใช้ขั้วลบ (-) ป้อนให้ที่ขาเอ (A) - จี (G) ส่วนไฟบวก (+) จะมาป้อนที่จุดรวมของขาเอ (A)

การต่อแบบคอมมอนแคโทด เราจะใช้ขั้วบวก (+) ป้อนให้ที่ขาเอ (A) - จี (G) ส่วนไฟลบ (-) จะมาป้อนที่จุดรวมของขาเค (K)

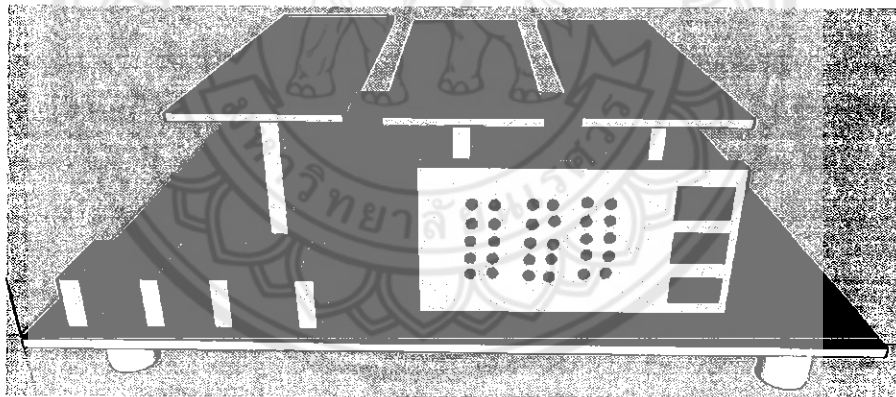
บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ในส่วนของบทนี้จะเป็นวิธีการดำเนินโครงการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานคือ การออกแบบโครงสร้าง การสร้างแบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิิว การต่อวงจรที่ใช้ในแบบจำลอง การกำหนดขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการเข้า-ออก การวิ่ง และที่ว่างของรถในลานจอดรถซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง

แบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิวนั้น เป็นส่วนที่ใช้ในการทดลองนับรถกรณีต่างๆที่เข้ามาในแบบจำลอง ซึ่งวัสดุที่ใช้จะมีความคงทน แข็งแรง โดยโครงสร้างทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ลานจอดรถ ทางเข้า-ออก ป้ายแสดงผลสถานะของรถ และอุปกรณ์ตรวจจับเลเซอร์ไดโอดดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง

จากรูปที่ 3.1 แสดงการออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิิว โดยโครงสร้างทั้งหมดนี้จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยมีขนาด 1 เมตร \times 1 เมตร \times 0.4 เมตรส่วนใหญ่จะใช้ไม้เป็นส่วนประกอบ โดยแบบจำลองลานจอดรถมีการทำงานที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ทางเข้า-ออก ประกอบไปด้วยไม้อัด 4 แผ่น เลขอร์ได โอด 6 ตัวและตัวต้านทานไวต่อแสง 6 ตัว ส่วนนี้จะตรวจจับว่ามีรถผ่านเข้า-ออกหรือไม่

2. ภายในลานจอด ประกอบไปด้วยลานจอดรถขนาด 1 เมตร × 1 เมตร × 0.4 เมตร หลังคา 3 แผ่น เสา 6 เสา ที่จอดรถสำหรับรถ 30 คัน มีเลขอร์ได โอดจำนวน 30 ตัว และตัวต้านทานไวแสง 30 ตัว จะทำการตรวจจับว่ามีรถมาจอดหรือมีที่ว่างหรือไม่

3. ป้ายแสดงสถานะรถ ประกอบไปด้วยไม้อัด 1 แผ่น ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน 3 ตัว ไดโอดเปล่งแสง 30 ดวง จะแสดงทั้งหมด 3 สถานะด้วยกันคือ รถที่มีทั้งหมดในลานจอด รถที่วิ่งในลานจอด และที่ว่างในลานจอด

โดยในลานจอดนี้จะมีตัวต้านทานไวต่อแสงตรวจจับอยู่ที่ทางเข้า-ออก และในลานจอด เพื่อส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ป้ายหน้าลานจอด

3.2 โครงสร้างและการทำงานของแบบจำลอง

โครงสร้างและการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดแสดงผลโดยแลปวิวดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างแบบจำลอง

จากรูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างแบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดแสดงผลโดยแลปวิวจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนซึ่งประกอบไปด้วย

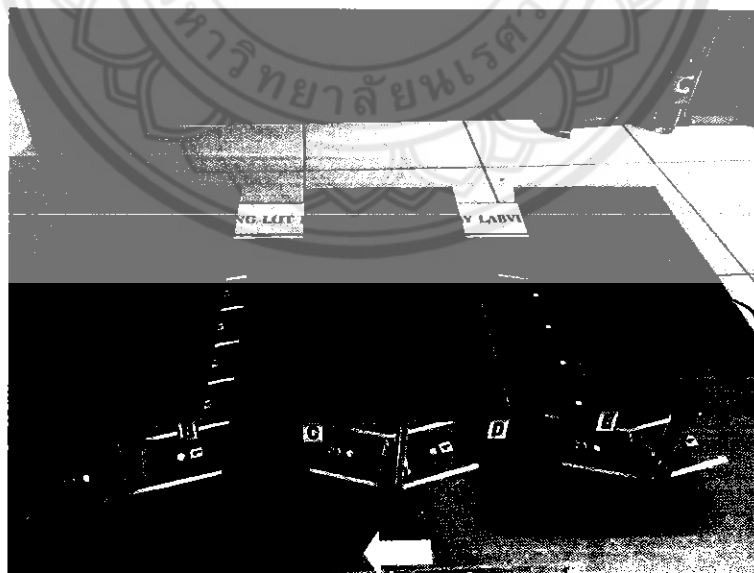
3.2.1 ภายในลานจอดรถ

ภายในลานจอดรถประกอบด้วย แบบจำลองลานจอดรถขนาด 1 เมตร × 1 เมตร × 0.32 เมตร หลังคาขนาด 20 เซนติเมตร × 40 เซนติเมตร × 0.5 เซนติเมตร เสา 6 เสา ขนาด 1 เซนติเมตร × 1 เซนติเมตร × 15 เซนติเมตร ที่จอดรถสำหรับรถ 30 คันและแต่ละช่องจอดมีขนาด 8 เซนติเมตร × 10.5 เซนติเมตรมีเลเซอร์ไดโอดจำนวน 30 ตัว ตัวด้านทานไวต่อแสง 30 ตัว

การทำงานเริ่มต้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าตัวด้านทานไวต่อแสงแล้วนำมาพิจารณาใน ส่วนของภายในลานจอดรถจะเป็นการนับในเรื่องที่ว่างในลานโดยพิจารณาจากค่าดิจิตอล 10 บิตของตัว ด้านทานไวต่อแสงคือถ้าปล่อยแสงเลเซอร์ไดโอดค่าจะอยู่ที่ 25 เมื่อเอารถมาบังค่าจะอยู่ที่ 429 โดยที่เรา จะตั้งค่าให้อยู่ระหว่าง 25-429 ในการสร้างเงื่อนไขในการทำงาน ในที่นี้จะใช้ค่า 200 คือถ้าค่าน้อยกว่า 200 ที่จอดนั้นว่าง แต่ถ้าค่ามากกว่า 200 แสดงว่าที่จอดนั้นไม่ว่าง การคำนวณที่ว่างจะเป็นดังนี้

ที่ว่าง = จำนวนตัวด้านทานไวต่อแสงที่ไม่ถูกบัง

ถ้ามีรถมาบังตัวด้านทานไวต่อแสงจะทำให้เห็นว่าพื้นที่ตรงนั้นไม่ว่างให้จอด ถ้าตรงไหนไม่มี รถมาบังตัวด้านทานไวต่อแสงก็แสดงว่าที่ตรงนั้นว่างให้จอดรถได้และจะส่งค่าต่างๆนี้ไปแสดงออกทาง ป้ายและแลปวิวด้วยแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ภายในลานจอดรถ

3.2.2 ป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถ

ป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถจะประกอบไปด้วย ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน 3 ตัว ไดโอดเปล่งแสง 30 ดวง ตัวป้ายนั้นจะใช้ไม้ขนาด 0.5 เซนติเมตร × 24 เซนติเมตร × 13.5 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถ

จากรูปที่ 3.4 อธิบายส่วนแสดงผลของป้ายแสดงสถานะของรถในลานจอดรถได้ดังนี้

1. แสดงจำนวนรถที่มีทั้งหมดในลานจอด
2. แสดงจำนวนรถที่วิ่งในลานจอด
3. แสดงจำนวนที่จอดที่ว่างในลานจอด
4. แสดงจำนวนที่จอดที่ว่างในลานจอด โดยใช้ไดโอดเปล่งแสงในการแสดงผล ถ้าไดโอดเปล่งแสงแสดงว่าที่จอดนั้นว่าง ถ้าไดโอดดับแสดงว่าที่จอดนั้นไม่ว่าง

3.2.3 ทางเข้า-ทางออก

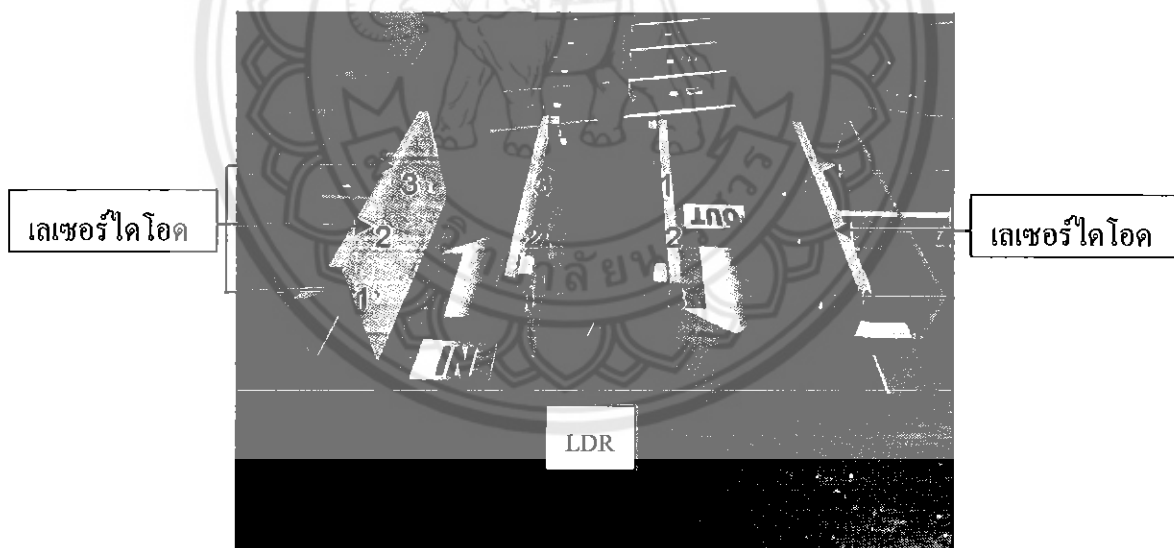
ทางเข้า-ทางออกประกอบไปด้วยไม้ 4 ชั้นขนาด 0.5 เซนติเมตร × 15 เซนติเมตร × 6 เซนติเมตรขนาดช่องทางเข้าและทางออก 7 เซนติเมตร × 15 เซนติเมตร × 6 เซนติเมตร เลเซอร์ไดโอด 6 ตัวและตัวต้านทานไวต่อแสง 6 ตัว

การทำงานของทางเข้า-ออกเริ่มต้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าดิจิตอล 10 บิตจากตัวต้านทานไวต่อแสงและพิจารณาค่าคือถ้าปล่อยแสงเลเซอร์ไดโอดค่าจะอยู่ที่ 140 เมื่อเอารถมาบังค่าจะ

อยู่ที่ 920 โดยที่เราจะตั้งค่าให้อยู่ระหว่าง 140-920 ในการสร้างเงื่อนใจในการทำงานในที่นี้จะใช้ค่า 400 คือถ้าค่าน้อยกว่า 400 ตัวด้านทานไวต่อแสงได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด แต่ถ้าค่ามากกว่า 400 แสดงว่าตัวด้านทานไวต่อแสงไม่ได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด ทางเข้า-ออกนั้นจะมีตัวด้านทานไวต่อแสงอยู่ 3 ตัว โดยที่ ตัวที่ 2 และ 3 เป็นตัวจับขนาดของวัตถุที่ผ่าน การทำงานจะเป็นดังนี้ ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 400 ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 2 และ 3 มีค่ามากกว่า 400 พร้อมกันก็จะนับว่ามีรถเข้า ส่วนด้านทางออกจะมีเลเซอร์ไดโอดอยู่ 3 ตัวเช่นกันคือ ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 400 ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 2 และ 3 มีค่ามากกว่า 400 พร้อมกันก็จะนับว่ามีรถออก โดยการคำนวณจะเป็นดังนี้

1. รถทั้งหมด = รถเข้า-รถออก
2. รถที่วิ่งอยู่ในลาน = รถเข้า - รถออก - รถที่จอดในลาน

ส่วนของทางเข้า-ออกจะเป็นส่วนของการนับรถเข้า-ออก รถทั้งหมดในลานและรถที่วิ่งอยู่ในลานแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ทางเข้า-ทางออก

3.3 วงจรที่ใช้ในแบบจำลอง

วงจรที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิว จะต้องต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรนับรถทั้งหมดในลานจอด วงจรนับรถที่วิ่งในลานจอด วงจรที่ว่างของช่องจอด วงจรทำงานของโปรแกรมแลปวิว และวงจรเลเซอร์ไดโอดไดโอด

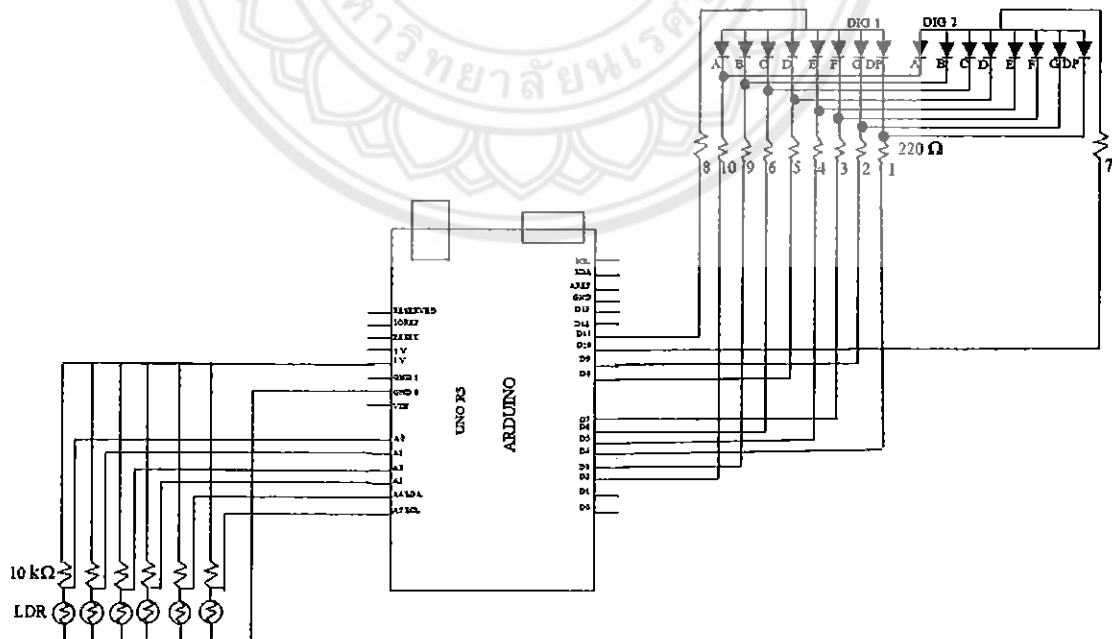
3.3.1 วงจรนับรถทั้งหมดในลานจอด

วงจรถับรถทั้งหมดในลานจอดใช้ Arduino Uno R3 1 บอร์ด ต่อกับตัวแสดงผลเจ็ดส่วน 2 หลัก 1 ตัวในการต่อขึ้นแต่ละขาของตัวแสดงผลเจ็ดส่วนจะต้องต่อกับตัวต้านทานขนาด 220 โอห์มซึ่งจะต่อที่ขาจิจิตอล 10 ขาคือ ขาที่ 2 ถึง 11 นอกจากนั้นแล้วก็จะต่อกับตัวต้านทานไวต่อแสง 6 ตัว ใช้แหล่งใช้ไฟ 5 โวลต์ การต่อแต่ละตัวนั้นจะต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม ในการต่อตัวต้านทานไวต่อแสงจะใช้ขาอนาล็อกที่ A0-A15 ซึ่งค่าที่วัดได้จากขาอนาล็อกจะเป็นค่าของบิตซึ่งจะใช้เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานของระบบ

วงจรถับรถทั้งหมดในลานจอดซึ่งการคำนวณที่ใช้คือ

รถทั้งหมดในลานจอด = รถเข้า-รถออก

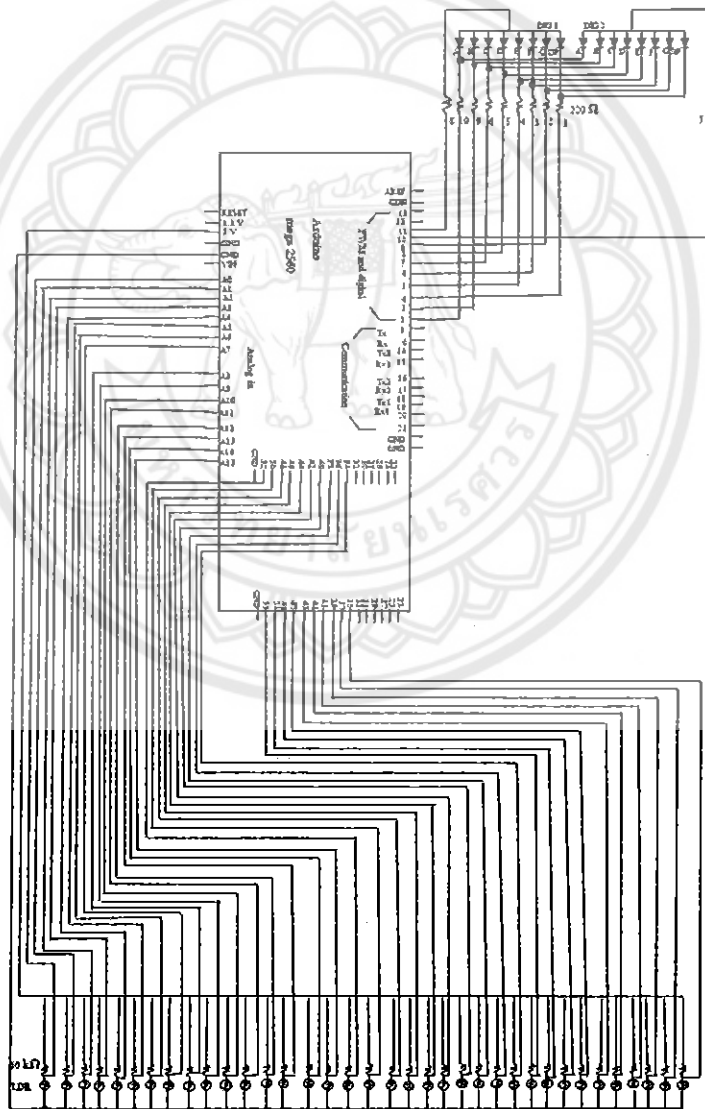
แสดงตัวอย่างวงจรถับรถที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรถับรถทั้งหมดในลานจอด

3.3.2 วงจรนับรตที่วิ่งในลานจอด

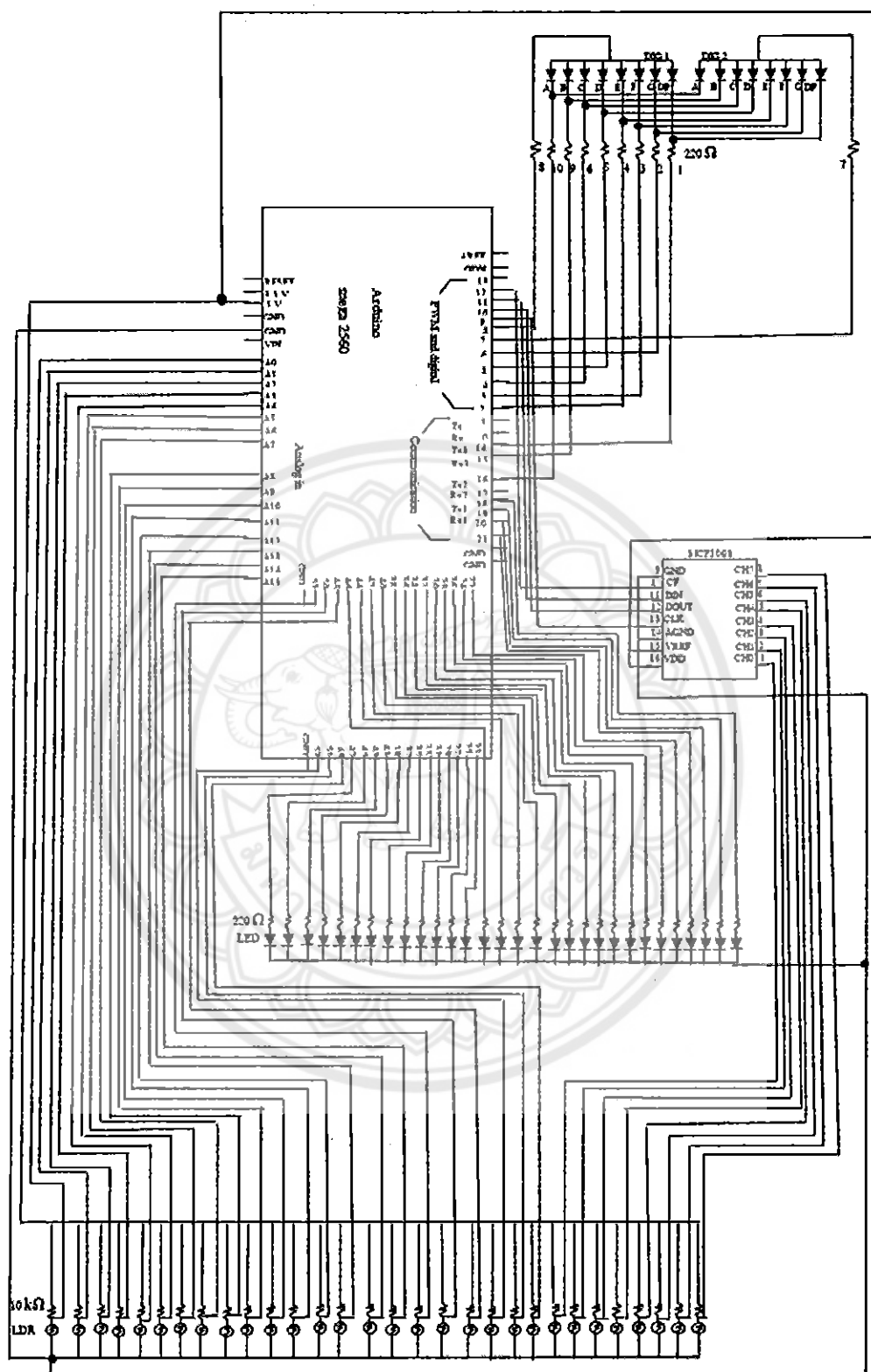
วงจรรับรตที่วิ่งในลานจอดใช้ Arduino ATmega 2560 R3 1 บอร์ด ต่อกับตัวแสดงผลเจ็ดส่วน 2 หลัก 1 ตัวในการต่อนั้นแต่ละขาของตัวแสดงผลเจ็ดส่วนจะต่อกับตัวต้านทานขนาด 220 โอห์มซึ่งจะต่อที่ขาดีจิตอล 10 ขาคือ ขาที่ 2 ถึง 11 นอกจากนั้นแล้วก็จะต่อกับตัวต้านทานไวต่อแสง 36 ตัวการต่อการใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ให้กับตัวต้านทาน 36 ตัวแต่ละตัวนั้นจะต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม ในการต่อตัวต้านทานไวต่อแสงจะใช้ขานาฬิกา A0 – A15 ซึ่งค่าที่วัดได้จากขานาฬิกาจะเป็นค่าบิตที่จะนำมาใช้เป็นเงื่อนไขการทำงานของระบบ ส่วนขาดีจิตอลนั้นใช้ขาที่ 34 – 53 ค่าที่วัดได้จากขาดีจิตอลคือ 0 กับ 1 ซึ่งก็จะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานเช่นเดียวกัน แสดงตัวอย่างวงจรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรรับรตที่วิ่งในลานจอด

3.3.3 วงจรนับที่ว่างของช่องจอด

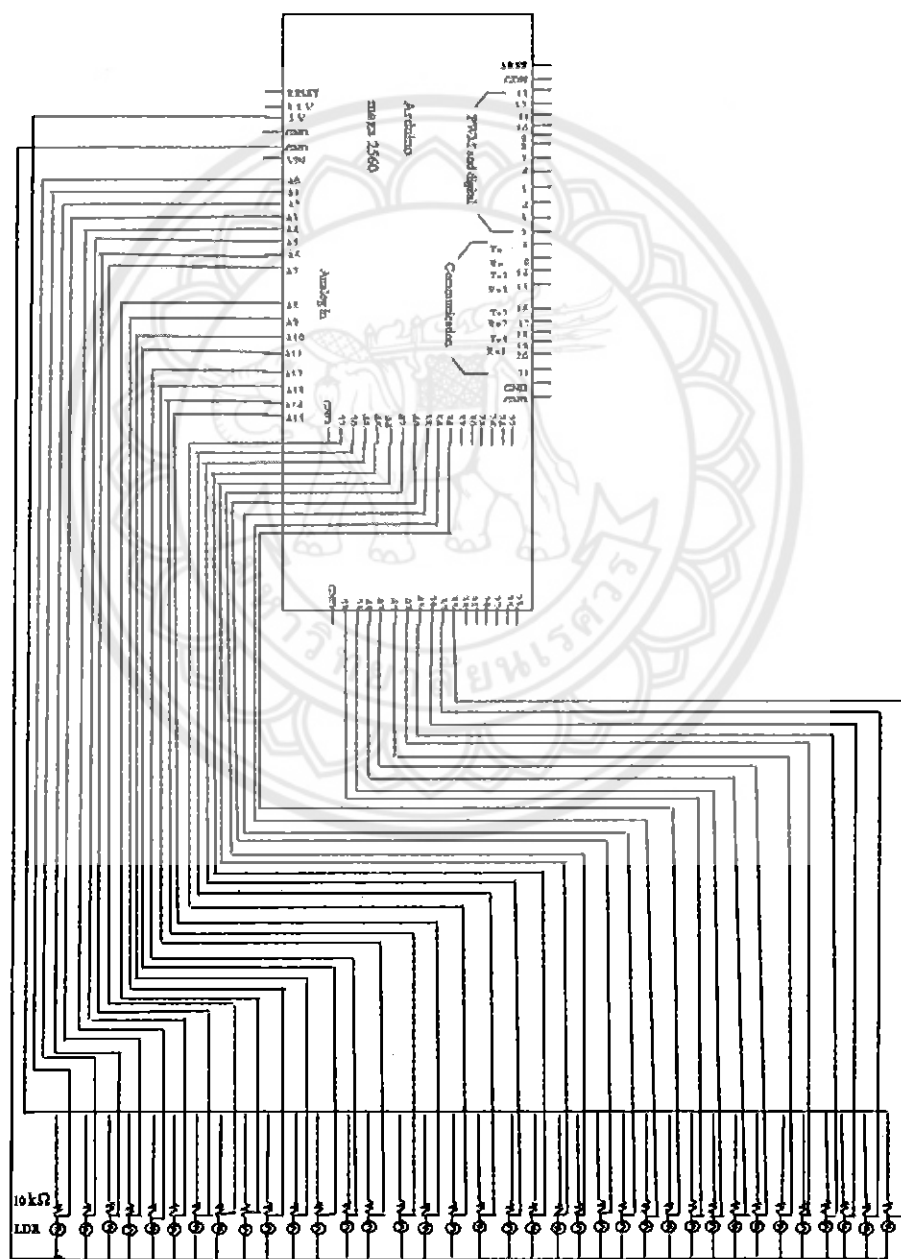
วงจรมานับที่ว่างของช่องจอดใช้ Arduino ATmega 2560 R3 1 บอร์ด ต่อกับตัวแสดงผลเจ็ดส่วน 2 หลัก 1 ตัวในการต่อนั้นแต่ละขาของตัวแสดงผลเจ็ดส่วนจะต่อกับตัวต้านทานขนาด 220 โอห์ม ซึ่งจะต่อที่ขาดีจิตอล 10 ขาคือ ขาที่ 16, 15, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 นอกจากนั้นแล้วก็จะต่อกับตัวต้านทานไวต่อแสง 30 ตัว ใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ในการต่อแต่ละตัวนั้นจะต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม ในการต่อตัวต้านทานไวต่อแสงจะใช้ขานาฬิกา A0 – A15 ซึ่งค่าที่วัดได้จากขานาฬิกาจะเป็นค่าบิตที่จะนำมาใช้เป็นเงื่อนไขการทำงานของระบบ ส่วนขาดีจิตอลนั้นใช้ขาที่ 48 – 53 ค่าที่วัดได้จากขาดีจิตอลคือ 0 กับ 1 ซึ่งก็จะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานเช่นเดียวกันและวงจรมานำไอซีเอ็มซีพี 3008 มาใช้ด้วยเพื่อเพิ่มขาอินพุตของการทำงานในการต่อไอซีเอ็มซีพี 3008 ซึ่งจะต่อเข้ากับบอร์ด Arduino ATmega 2560 R3 4 ขาคือขาที่ 10, 11, 12 และ 13 ต่อกับแรงดัน 5 โวลต์ที่ขา 15 และ 16 ต่อกับกราวด์ที่ขา 9 และ 14 ของไอซีเอ็มซีพี 3008 ส่วนเอาต์พุตจะต่อที่ขา 9, 10, 11, และ 12 ค่าที่วัดได้จากไอซีเอ็มซีพี 3008 เป็นค่าบิตก็สามารถนำมากำหนดเงื่อนไขการทำงานได้เช่นเดียวกับขานาฬิกา นอกจากนั้นแล้วยังต่อกับไดโอดเปล่งแสง 30 ตัวใช้แหล่งจ่ายไฟเดียวกับตัวต้านทานไวต่อแสงแต่ละตัวนั้นจะต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 220 โอห์ม



รูปที่ 3.8 วงจรนับที่ว่างของช่องจอด

3.3.4 วงจรทำงานของโปรแกรมแลปวิว

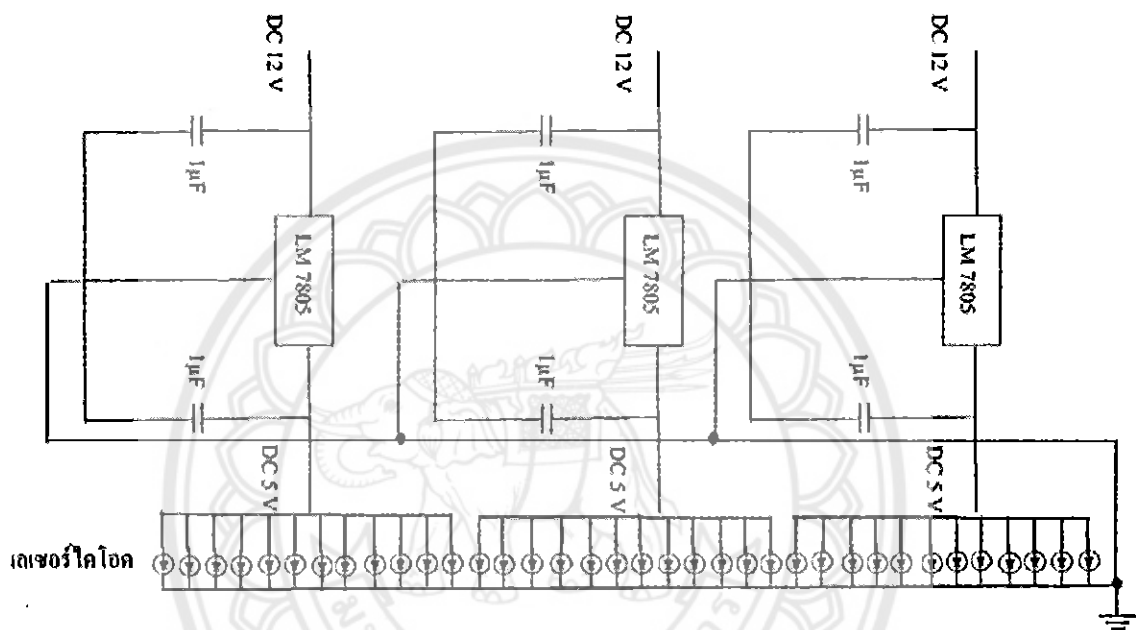
วงจรทำงานของโปรแกรมแลปวิวนั้น Arduino ทำงานจะร่วมกับโปรแกรมแลปวิวโดยที่ Arduino จะทำการส่งข้อมูลให้โปรแกรมแลปวิวประมวลผลและแสดงผลออกมา วงจรนี้ใช้ Arduino ATmega 2560 R3 1 บอร์ด ต่อกับตัวต้านทานไวต่อแสง 36 ตัวในการต่อแต่ละตัวนั้นจะต่อผ่านตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์มซึ่งค่าที่วัดได้จากขาของตัวต้านทานไวต่อแสงทั้ง 36 ตัวนั้นจะเป็นค่าของแรงดันจะนำค่าแรงดันนี้มากำหนดเงื่อนไขในการทำงานของระบบ แสดงตัวอย่างวงจรดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรทำงานของ โปรแกรมแลปวิว

3.3.5 วงจรเลเซอร์ไดโอด

วงจรเลเซอร์ไดโอดเป็นวงจรที่ต้องการกระแสมากจึงต้องใช้ 3 แหล่งจ่ายแต่ละแหล่งจ่ายใช้ไฟ 5 โวลต์ในการต่อและในแต่ละแหล่งจ่ายนั้นจะไอซีแอลเอ็ม 7805 มาต่อร่วมกับตัวเก็บประจุขนาด 1 ไมโครฟารัด 2 ตัวเพื่อแปลงแรงดันไฟตรง 12 โวลต์ให้เหลือ 5 โวลต์เพื่อให้เหมาะสมต่อการทำงานของวงจรแล้วนำมาต่อกับเลเซอร์ไดโอดไดโอด 36 ตัว ในแต่ละแหล่งจ่ายจะต่อกับเลเซอร์ไดโอดไดโอด 12 ตัวโอห์ม แสดงตัวอย่างวงจรดังรูปที่ 3.9



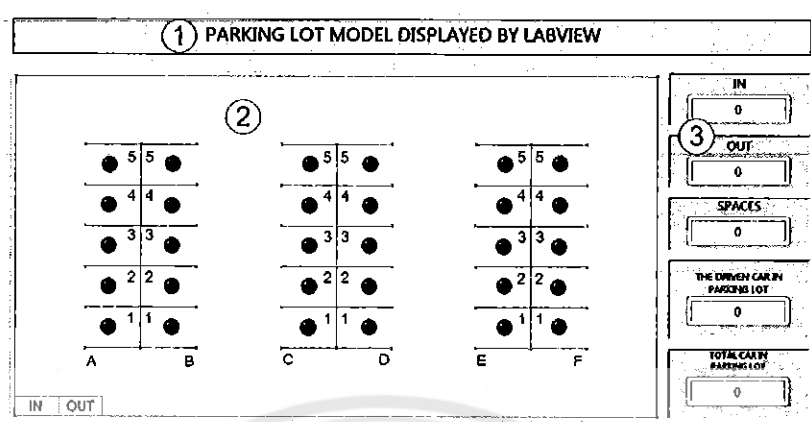
รูปที่ 3.10 วงจรเลเซอร์ไดโอด

3.4 การออกแบบหน้าต่างและการทำงานของโปรแกรมแลปวิว

ในการออกแบบหน้าต่างแลปวิวนั้นจะออกแบบให้ง่ายต่อการดูผลที่แสดงออกมาซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ชื่อของโปรเจก
2. แสดงสถานะของช่องจอดซึ่งมีทั้งหมด 30 ช่อง
3. แสดงรถที่ใช้งานลานจอดรถซึ่งแบ่ง 5 จำนวนดังนี้
 1. รถเข้า
 2. รถออก
 3. ที่จอดรถที่ว่าง
 4. รถวิ่งในลานจอด
 5. รถทั้งหมดในลานจอด

แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าต่างโปรแกรมแลปวิวแสดงสถานะลานจอดรถ

จากรูปที่ 3.11 เป็นแบบของโปรแกรมแสดงผลสถานะของลานจอดรถ ซึ่งมีส่วนประกอบของโปรแกรมดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 ชื่อของโปรแกรมแสดงผลสถานะของลานจอดรถ

หมายเลข 2 แผ่นผังของแบบจำลองลานจอดรถ ซึ่งจะแสดงตำแหน่งของที่จอดรถทั้งหมด 30 คัน โดยจะมีการทำงานตามการจอดรถ คือ เมื่อไม่มีรถมาจอด(ที่ว่าง) หลอดไดโอดเปล่งแสงสีเขียวก็จะติด และเมื่อมีรถมาจอด(ที่ไม่ว่าง)หลอดไดโอดเปล่งแสงนั้นก็จะดับ

หมายเลข 3 ส่วนแสดงจำนวนการใช้งานภายในแบบจำลองลานจอดรถ โดยจะแสดงจำนวนต่าง ๆ ดังนี้

IN คือ ส่วนที่แสดงจำนวนรถที่เข้าภายในแบบจำลองลานจอดรถ

OUT คือ ส่วนที่แสดงจำนวนรถที่ออกจากแบบจำลองลานจอดรถ

SPACES คือ ส่วนที่แสดงจำนวนที่จอดรถที่ว่างอยู่(สามารถจอดได้)

THE DRIVEN CAR IN PARKING LOT คือ ส่วนที่แสดงจำนวนรถที่กำลังวิ่ง(เคลื่อนที่)อยู่ในแบบจำลองลานจอดรถ

TOTAL CAR IN PARKING LOT คือ ส่วนที่แสดงจำนวนรถทั้งหมดที่อยู่ภายในแบบจำลองลานจอดรถ

การทำงานของหน้าต่างและระบบการทำงานของโปรแกรมแลปวิวนั้นจะรับค่ามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งค่าที่รับมานั้นจะใช้ค่าแรงดันที่ตัวต้านทานไวต่อแสงรับได้มาพิจารณาในการสร้างเงื่อนไขในการทำงาน สำหรับไดโอดเปล่งแสง 30 ดวง ภายในลานจอดเมื่อปล่อยแสงเลเซอร์ไดโอดค่าแรงดันจะอยู่ที่ 0.16 โวลต์ เมื่อเอารถมาบังค่าจะอยู่ที่ 2.5 โวลต์ โดยที่เราจะตั้งค่าให้อยู่

ระหว่าง 0.16-2.5 โวลต์ ในการสร้างเงื่อนไขในการทำงานในที่นี้จะใช้ค่า 1 โวลต์ คือถ้าค่าน้อยกว่า 1 โวลต์ ตัวต้านทานไวต่อแสงได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด แต่ถ้าค่ามากกว่า 1 โวลต์ แสดงว่าตัวต้านทานไวต่อแสงไม่ได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด อย่างไรก็ตามค่าของตัวต้านทานไวต่อแสงขึ้นอยู่กับแสงสว่างของแต่ละจุดด้วย ส่วนทางเข้า-ออกเมื่อปล่อยแสงเลเซอร์ไดโอดค่าแรงดันจะอยู่ที่ 0.32 โวลต์ เมื่อเอารถมาบังค่าจะอยู่ที่ 3.1 โวลต์ โดยที่เราจะตั้งค่าให้อยู่ระหว่าง 0.32-3.1 โวลต์ ในการสร้างเงื่อนไขในการทำงานในที่นี้จะใช้ค่า 2 โวลต์ คือถ้าค่าน้อยกว่า 2 โวลต์ ตัวต้านทานไวต่อแสงได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด แต่ถ้าค่ามากกว่า 2 โวลต์ แสดงว่าตัวต้านทานไวต่อแสงไม่ได้ได้รับแสงเลเซอร์ไดโอด การทำงานของทางเข้าก็จะทำงานเช่นกับระบบแสดงผลโดยป้าย

3.5 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง

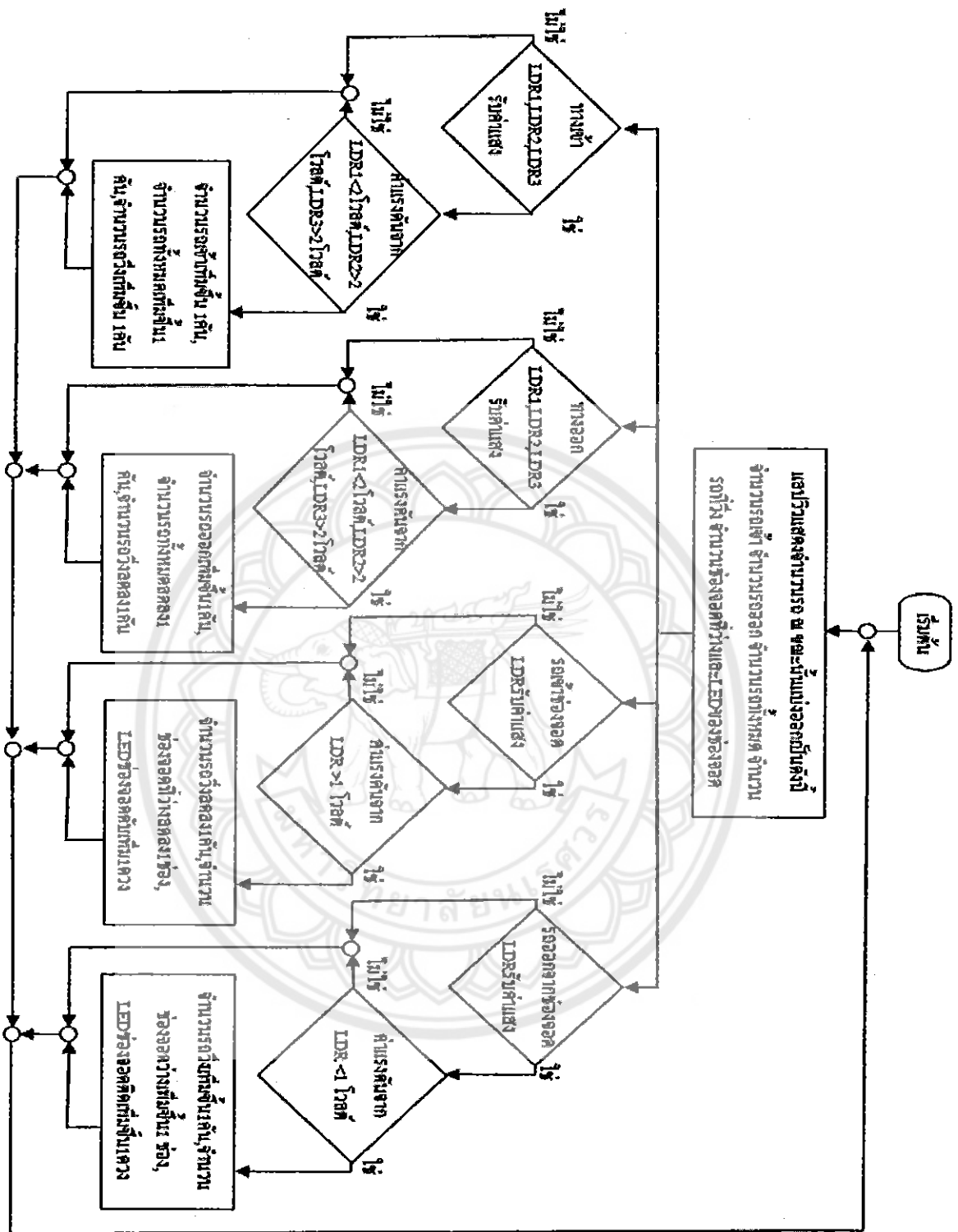
ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิวจะแบ่งการทำงานที่สำคัญออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. แสดงผลโดยโปรแกรมแลปวิว

ส่วนที่แสดงผลโปรแกรมแลปวิวนั้นจะแสดงสถานะของรถที่อยู่ในลานจอดทั้งหมด 5 จำนวนซึ่งจะประกอบไปด้วย

1. รถเข้า
2. รถออก
3. รถทั้งหมดในลาน
4. รถที่วิ่งในลาน
5. ช่องจอดที่ว่าง

ส่วนแสดงผลโดยแลปวิวนั้นใช้ค่าของแรงดันในการกำหนดเงื่อนไขการทำงานซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแถบวีว

จากรูปที่ 3.12 อธิบายการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแถบวิวดังนี้

1. หน้าต่างแถบวิวดisplayจำนวนรถ ณ ขณะนั้นแบ่งออกเป็นดังนี้ จำนวนรถเข้า จำนวนรถออก จำนวนรถทั้งหมด จำนวนรถที่วิ่ง จำนวนช่องจอดที่ว่างและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอด

2. ตัวด้านทานไวต่อแสงรับค่าในการรับค่านั้นจะทำงานแบบรอรับค่าตลอด ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนคือ

2.1 ทางเข้าจะมีตัวด้านทานไวต่อแสงอยู่ 3 ตัวและมีเลเซอร์ไดโอดเปล่งแสงให้ตัวด้านทานไวต่อแสงแต่ละตัวโดยโปรแกรมแถบวิวดตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงทั้ง 3 ตัวรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าแรงดันจากตัวด้านทานไวต่อแสง โดยกำหนดให้ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 2 โวลต์ ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 มีค่ามากกว่า 2 โวลต์ ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้หน้าจอต่างแถบวิวดแสดงจำนวนรถเข้าเพิ่มขึ้น 1 คัน จำนวนรถทั้งหมดเพิ่มขึ้น 1 คันและจำนวนรถวิ่งเพิ่มขึ้น 1 คัน

2.2 ทางออกจะมีตัวด้านทานไวต่อแสงอยู่ 3 ตัวและมีเลเซอร์ไดโอดเปล่งแสงให้ตัวด้านทานไวต่อแสงแต่ละตัวโดยโปรแกรมแถบวิวดตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงทั้ง 3 ตัวรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสง โดยกำหนดให้ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 2 โวลต์ ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 มีค่ามากกว่า 2 โวลต์ ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้หน้าจอต่างแถบวิวดแสดงจำนวนรถออกเพิ่มขึ้น 1 คัน จำนวนรถทั้งหมดลดลง 1 คันและจำนวนรถวิ่งลดลง 1 คัน

2.3 รถเข้าช่องจอดซึ่งมี 30 ช่องแต่ละช่องจะมีเลเซอร์ไดโอด 1 ตัวเปล่งแสงและมีตัวด้านทานไวต่อแสงช่องละ 1 ตัวโดยโปรแกรมแถบวิวดตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสง โดยกำหนดให้ค่าแรงดันจากมากกว่า 1 โวลต์ ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้หน้าจอต่างแถบวิวดแสดงจำนวนรถวิ่งลดลง 1 คัน ช่องจอดที่ว่างลดลง 1 ช่องและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอดดับ 1 ดวง

2.4 รถออกจากช่องจอดซึ่งมี 30 ช่องแต่ละช่องจะมีเลเซอร์ไดโอด 1 ตัวเปล่งแสงและมีตัวด้านทานไวต่อแสงช่องละ 1 ตัวโดยโปรแกรมแถบวิวดตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่หน้าจอต่างแถบวิวดตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าแรงดันที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสง โดยกำหนดให้ค่าแรงดันจากน้อยกว่า 1 โวลต์ ถ้าไม่เป็นไปตาม

เงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่หน้าต่างแถบวิวตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้หน้าต่างแถบวิวแสดงจำนวนรถวิ่งเพิ่มขึ้น 1 คัน ช่องจอดที่ว่างเพิ่มขึ้น 1 ช่องและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอดติดเพิ่มขึ้น 1 ดวง

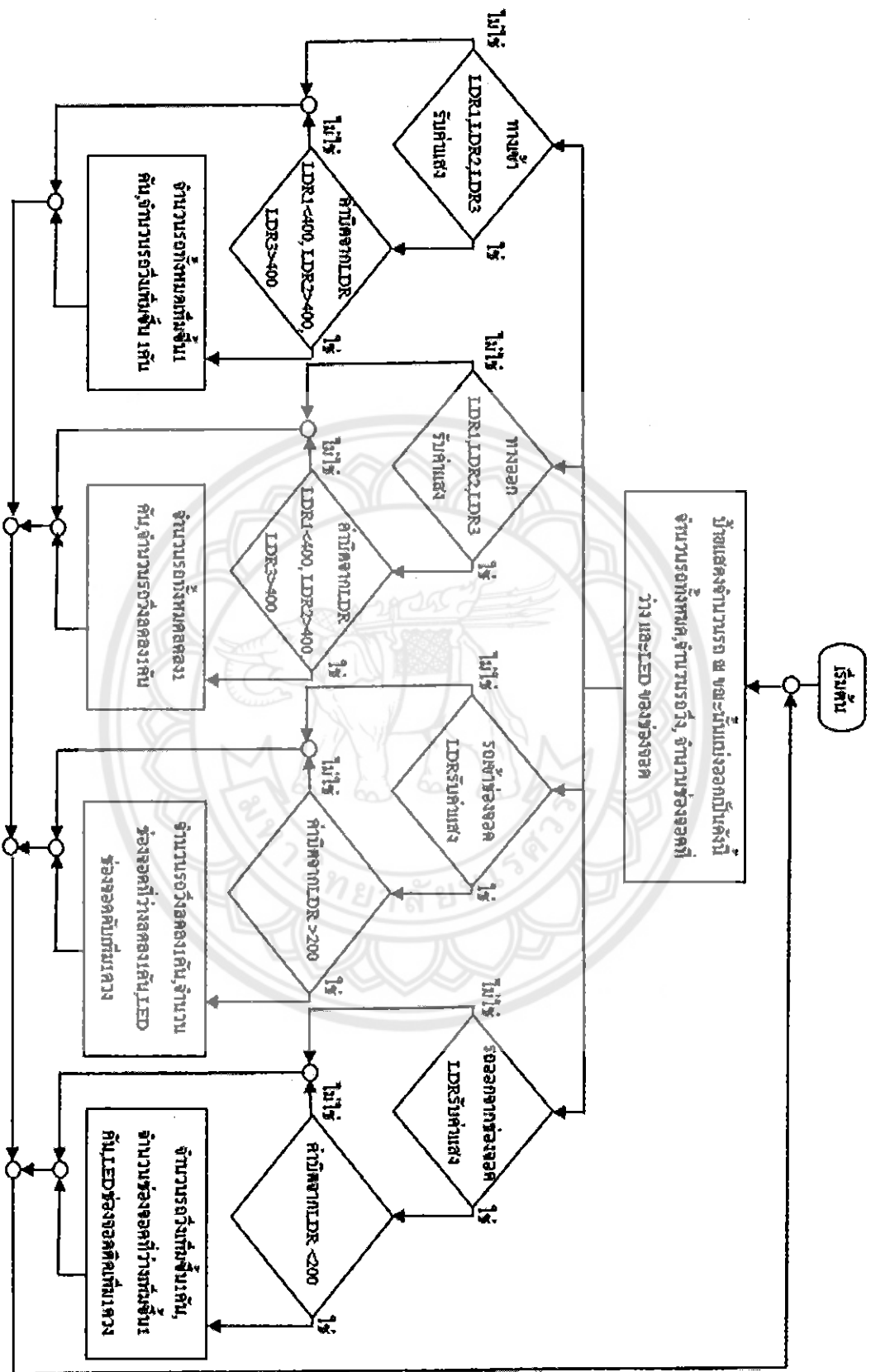
2. แสดงผลโดยป้าย

ส่วนที่แสดงผลโดยป้ายนั้นจะแสดงของรถที่อยู่ในลานจอดทั้งหมด 3 จำนวนซึ่งจะประกอบไปด้วย

1. จำนวนรถทั้งหมด
2. จำนวนรถที่วิ่ง
3. จำนวนช่องจอดที่ว่าง

ส่วนแสดงผลโดยป้ายแสดงสถานะนั้นใช้ค่าของบิตในการกำหนดเงื่อนไขการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.13





รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยป้าย

จากรูปที่ 3.13 อธิบายการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยป้ายได้ดังนี้

1. ป้ายแสดงจำนวนรถ ณ ขณะนั้นแบ่งออกเป็นดังนี้ จำนวนรถทั้งหมด จำนวนรถที่วิ่ง จำนวนช่องจอดที่ว่างและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอด

2. ตัวด้านทานไวต่อแสงรับค่าในการรับค่านั้นจะทำงานแบบรรับค่าตลอด ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนคือ

2.1 ทางเข้าจะมีตัวด้านทานไวต่อแสงอยู่ 3 ตัวและมีเลเซอร์ไดโอดเปล่งแสงให้ตัวด้านทานไวต่อแสงแต่ละตัวโดยฮาร์ดแวร์ตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงทั้ง 3 ตัวรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าบิตจากตัวด้านทานไวต่อแสงโดยกำหนดให้ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 400 ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 มีค่ามากกว่า 400 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้ป้ายแสดงจำนวนรถทั้งหมดเพิ่มขึ้น 1 คันและจำนวนรถวิ่งเพิ่มขึ้น 1 คัน

2.2 ทางออกจะมีตัวด้านทานไวต่อแสงอยู่ 3 ตัวและมีเลเซอร์ไดโอดเปล่งแสงให้ตัวด้านทานไวต่อแสงแต่ละตัวโดยฮาร์ดแวร์ตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงทั้ง 3 ตัวรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าบิตที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสงโดยกำหนดให้ตัวด้านทานไวต่อแสงตัวที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 400 ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 มีค่ามากกว่า 400 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้ป้ายแสดงจำนวนรถทั้งหมดลดลง 1 คันและจำนวนรถวิ่งลดลง 1 คัน

2.3 รถเข้าช่องจอดซึ่งมี 30 ช่องแต่ละช่องจะมีเลเซอร์ไดโอด 1 ตัวเปล่งแสงและมีตัวด้านทานไวต่อแสงช่องละ 1 ตัวโดยฮาร์ดแวร์ตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าบิตที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสงโดยกำหนดให้ค่าบิตมากกว่า 200 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้ป้ายแสดงจำนวนรถวิ่งลดลง 1 คัน ช่องจอดที่ว่างลดลง 1 ช่องและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอดดับ 1 ดวง

2.4 รถออกจากช่องจอดซึ่งมี 30 ช่องแต่ละช่องจะมีเลเซอร์ไดโอด 1 ตัวเปล่งแสงและมีตัวด้านทานไวต่อแสงช่องละ 1 ตัวโดยฮาร์ดแวร์ตรวจสอบว่าตัวด้านทานไวต่อแสงรับแสงหรือไม่ ถ้าไม่รับแสงก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้ารับแสงก็จะตรวจสอบค่าบิตที่วัดได้จากตัวด้านทานไวต่อแสงโดยกำหนดให้ค่าบิตน้อยกว่า 200 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็จะกลับไปแสดงที่ป้ายตามค่าเดิมที่แสดงไว้ แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขให้ป้ายแสดงจำนวนรถวิ่งเพิ่มขึ้น 1 คัน ช่องจอดที่ว่างเพิ่มขึ้น 1 ช่องและไดโอดเปล่งแสงของช่องจอดติดเพิ่มขึ้น 1 ดวง

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ในบทนี้จะเป็นการทดลองการทำงานของแบบจำลองลานจอดรถ โดยจะทดลองในเรื่องความแม่นยำในการนับจำนวนรถที่เข้า-ออกภายในลาน การแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ และการแสดงจำนวนภายในลานจอดรถ โดยจะแสดงผลที่ป้ายแสดงผลภายในลานจอดรถ และโปรแกรมแลปวิว ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 3 การทดลอง ดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองการนับจำนวนรถของทางเข้า และทางออก

4.2 การทดลองการแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ

4.3 การทดลองการแสดงผลจำนวนรถภายในลานจอดรถ

4.1 การทดลองการนับจำนวนรถของทางเข้า และทางออก

การทดลองนี้เป็นการทดลองวัดความแม่นยำในการนับจำนวนรถของทางเข้า และทางออกของแบบจำลองลานจอดรถ โดยวิธีการทดลองจะนำรถผ่านทางเข้าที่ละหนึ่งคันเป็นจำนวนทั้งหมด 10 คัน แล้วสังเกตผลจากป้ายแสดงผลภายในลานจอดรถและหน้าจอของโปรแกรมแลปวิว จากนั้นดำเนินการเดิมแต่เพิ่มจำนวนรถเป็น 20 คัน และ 30 คันตามลำดับ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนรถของทางเข้า

การทดลองครั้งที่	ส่วนที่แสดงผล	จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 10 คัน		จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 20 คัน		จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 30 คัน	
		จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน	จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน	จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	ป้ายในลาน	10	0%	10	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	18	10%	25	16.7%
2	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	9	10%	16	20%	26	13.3%
3	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	10	0%	15	25%	24	20%
4	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	20	0%	26	13.3%
5	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	16	20%	30	0%
6	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	10	0%	15	25%	25	16.7%
7	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	20	0%	26	13.3%
8	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	17	15%	30	0%
9	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	18	10%	26	13.3%
10	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	9	10%	18	10%	26	13.3%

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการนับจำนวนรถของทางออก

การทดลองครั้งที่	ส่วนที่แสดงผล	จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 10 คัน		จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 20 คัน		จำนวนรถที่ใช้ในการทดลอง 30 คัน	
		จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน	จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน	จำนวนรถที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	9	10%	16	20%	25	16.7%
2	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	16	20%	24	20%
3	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	17	15%	26	13.3%
4	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	10	0%	18	10%	26	13.3%
5	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	17	15%	26	13.3%
6	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	20	0%	27	10%
7	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	9	10%	18	10%	26	13.3%
8	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	17	15%	30	0%
9	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	7	30%	19	5%	27	10%
10	ป้ายในลาน	10	0%	20	0%	30	0%
	แลปวิว	8	20%	18	10%	29	3.3%

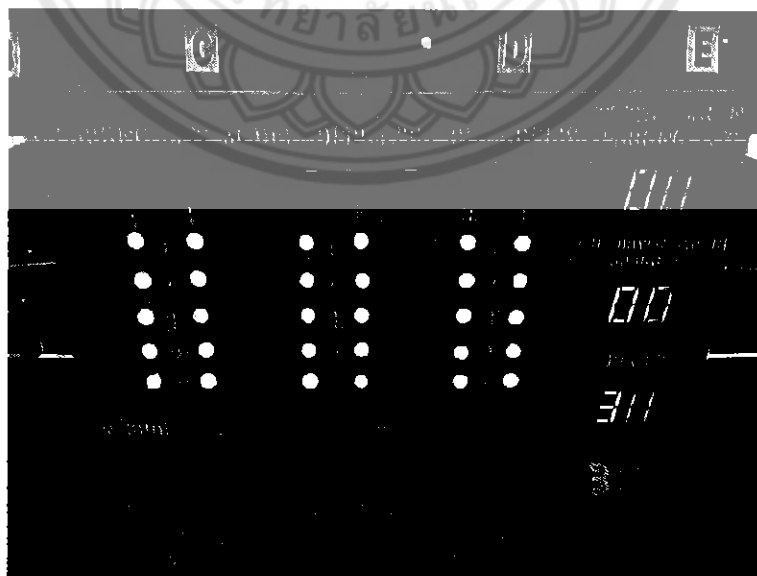
สูตรในการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน คือ

$$\frac{|\text{ค่าที่กำหนดไว้} - \text{ค่าที่วัดได้}|}{\text{ค่าที่กำหนดไว้}} \times 100$$

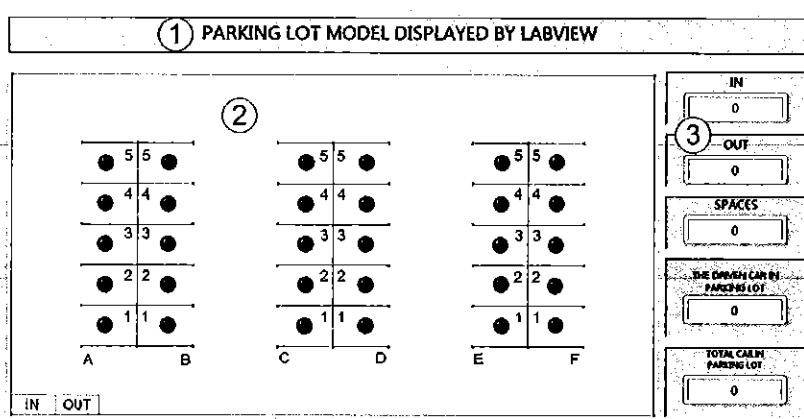
จากการทดลองตามตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าการนับจำนวนรถที่แสดงผลโดยป้ายในลานจอดรถนั้นมีความแม่นยำสูงมาก จนไม่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเมื่อสังเกตการแสดงผลของโปรแกรมแลปวิวจะไม่สามารถนับจำนวนรถที่เคลื่อนที่เร็วได้ทันจึงส่งผลให้การนับจำนวนรถที่แสดงผลด้วยโปรแกรมแลปวิวทั้งทางเข้าและทางออกเกิดความผิดพลาดขึ้นทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของทางเข้าและทางออกอยู่ที่ 13.3 ถึง 30% และ 3.3 ถึง 30% ตามลำดับ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเพราะการส่งข้อมูลของบอร์ดอาดูโน่กับ โปรแกรมแลปวิวช้า

4.2 การทดลองการแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ

การทดลองนี้เป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการทำงานของช่องจอดรถทั้งหมด 30 ช่องซึ่งมีทั้งหมด 6 แถว แถวละ 5 คัน โดยมีสัญลักษณ์คือ แถวที่ 1 A1-A5 แถวที่ 2 B1-B5 แถวที่ 3 C1-C5 แถวที่ 4 D1-D5 แถวที่ 5 E1-E5 และแถวที่ 6 F1-F5 แสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 โดยการทดลองจะนำรถเข้าไปจอดที่ช่องจอดรถทีละช่อง ช่องละ 10 ครั้ง แล้วสังเกตการทำงานของไดโอดเปล่งแสงในป้ายแสดงผลและในโปรแกรมแลปวิว กำหนดให้ไดโอดเปล่งแสงติด (สีเขียว) คือ ช่องจอดรถว่าง และไดโอดเปล่งแสงดับคือ ช่องจอดรถไม่ว่าง มีผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.1 ป้ายแสดงผลในลานที่แสดงตำแหน่งของที่จอดรถ



รูปที่ 4.2 หน้าจอโปรแกรมแลปวิวที่แสดงตำแหน่งของที่จอดรถ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการแสดงผลของช่องจอดรถภายในลานจอดรถ

ช่องจอดรถ	ทดลองจอดรถ(ครั้ง)	จำนวนครั้งที่ได้ออโต้แปลงแสง ดับ (ครั้ง)	
		ป้ายในลาน	แลปวิว
A1	10	10	10
A2	10	10	10
A3	10	10	10
A4	10	10	10
A5	10	10	10
B1	10	10	10
B2	10	10	10
B3	10	10	10
B4	10	10	10
B5	10	10	10
C1	10	10	10
C2	10	10	10
C3	10	10	10
C4	10	10	10
C5	10	10	10
D1	10	10	10

ช่องจอครบ	ทดลองจอครบ(ครั้ง)	จำนวนครั้งที่ได้อิโอดีเปล่งแสง ดับ(ครั้ง)	
		ป้ายในลาน	แลปวิว
D2	10	10	10
D3	10	10	10
D4	10	10	10
D5	10	10	10
E1	10	10	10
E2	10	10	10
E3	10	10	10
E4	10	10	10
E5	10	10	10
F1	10	10	10
F2	10	10	10
F3	10	10	10
F4	10	10	10
F5	10	10	10

จากการทดลองการแสดงผลของช่องจอครบภายในลานจอครบทั้งหมด 30 ช่องแสดงผลที่ป้ายแสดงผลในลานจอครบ และในโปรแกรมแลปวิวนั้นพบว่า การเปล่งแสงของไดโอดีเปล่งแสงทุกช่องจอครบนั้นมีความแม่นยำ 100% สามารถแสดงผลได้ถูกต้องและตรงตามช่องจอครบทุกครั้งที่มีการจอครบ

4.3 การทดลองการแสดงผลจำนวนรถภายในลานจอครบ

การทดลองนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงผลจำนวนรถที่วิ่งภายในลานจอครบ และจำนวนช่องจอครบที่ว่างที่แสดงบนป้ายแสดงผลและในโปรแกรมแลปวิว การทดลองจะแบ่งเป็น 2 กรณี ในกรณีที่ 1 ใช้รถในการทดลองทั้งหมด 30 คัน โดยวิธีการทดลองจะนำรถเข้าไปในลานจอครบทั้งหมด 30 คัน แล้วกำหนดให้จำนวนรถที่จอด จำนวนรถที่วิ่ง และจำนวนของช่องจอครบที่ว่างตามตารางการทดลอง จากนั้นสังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4 กรณีที่ 2 ใช้รถในการทดลองทั้งหมด 40 คันและทำการทดลองเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5 ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการแสดงจำนวนรถภายในลานจอด กรณีรถทั้งหมด 30 คัน

การทดลองครั้งที่	จำนวนรถ(คัน)			ป้ายแสดงผลในลานจอด		หน้าจอโปรแกรมแถบวีว	
	วิ่ง	จอด	ที่ว่าง	จำนวนรถ(คัน)		จำนวนรถ(คัน)	
				วิ่ง	ที่ว่าง	วิ่ง	ที่ว่าง
1	0	30	0	0	0	0	0
2	1	29	1	1	1	1	1
3	2	28	2	2	2	2	2
4	3	27	3	3	3	3	3
5	4	26	4	4	4	4	4
6	5	25	5	5	5	5	5
7	10	20	10	10	10	10	10
8	15	15	15	15	15	15	15
9	20	10	20	20	20	20	20
10	25	5	25	25	25	25	25
11	26	4	26	26	26	26	26
12	27	3	27	27	27	27	27
13	28	2	28	28	28	28	28
14	29	1	29	29	29	29	29
15	30	0	30	30	30	30	30

จากตารางการทดลองกรณีรถทั้งหมด 30 คันจะเห็นว่า ป้ายแสดงผล และโปรแกรมแถบวีว สามารถแสดงจำนวนรถที่วิ่ง และจำนวนที่ว่าง ได้อย่างถูกต้องตามจำนวนของรถที่กำหนดไว้ในตารางการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการแสดงผลจำนวนรถภายในลานจอดรถ กรณีรถทั้งหมด 40 คัน

การทดลองครั้งที่	จำนวนรถ(คัน)			ป้ายแสดงผลในลานจอด		หน้าจอโปรแกรมแถบวีว	
				จำนวนรถ(คัน)		จำนวนรถ(คัน)	
	วิ่ง	จอด	ที่ว่าง	วิ่ง	ที่ว่าง	วิ่ง	ที่ว่าง
1	10	30	0	10	0	10	0
2	11	29	1	11	1	11	1
3	12	28	2	12	2	12	2
4	13	27	3	13	3	13	3
5	14	26	4	14	4	14	4
6	15	25	5	15	5	15	5
7	20	20	10	20	10	20	10
8	25	15	15	25	15	25	15
9	30	10	20	30	20	30	20
10	35	5	25	35	25	35	25
11	36	4	26	36	26	36	26
12	37	3	27	37	27	37	27
13	38	2	28	38	28	38	28
14	39	1	29	39	29	39	29
15	40	0	30	40	30	40	30

จากตารางการทดลองกรณีรถทั้งหมด 40 คันพบว่า การแสดงผลจำนวนของป้ายแสดงผล และโปรแกรมแถบวีวนั้นแสดงผลจำนวนรถที่วิ่ง และจำนวนที่ว่างถูกต้องตามจำนวนของรถที่กำหนดในตารางการทดลอง แม้รถจะเข้ามาจอดในที่จอดรถทั้งหมด 30 คันแล้วรถที่เกินมานั้นก็จะขับวนได้ภายในลานจอดรถซึ่งจะแสดงอยู่ในจำนวนรถที่วิ่งนั่นเอง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะเป็นการสรุปผลการใช้งานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผล โดยแลปวิว ซึ่งจากการดำเนินโครงการสามารถสรุปผล ปัญหาและแนวทางแก้ไข รวมถึงข้อเสนอแนะ ในการนำโครงการพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

แบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผล โดยแลปวิวมีจำนวนที่จอดรถทั้งหมด 30 ช่อง และมีส่วนแสดงผล 2 ส่วน คือ ป้ายแสดงผลภายในลานจอดรถ และโปรแกรมแลปวิว ซึ่งป้ายแสดงผลสามารถแสดงจำนวนรถที่วิ่งภายในลานจอดรถ จำนวนที่ว่างของช่องจอดรถ และจำนวนรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ ส่วน โปรแกรมแลปวิวแสดงจำนวนรถที่เข้า-ออกภายในลานจอดรถ จำนวนรถที่วิ่งภายในลานจอดรถ จำนวนที่ว่างของช่องจอดรถ และจำนวนรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ ซึ่งทั้งป้ายแสดงผล และ โปรแกรมแลปวิวจะแสดงผลสถานะของช่องจอดรถ (ว่าง-ไม่ว่าง) และตำแหน่งของช่องจอดรถทั้งหมด 30 ช่อง

จากการทดลองการทำงานของแบบจำลองการแสดงผลสถานะของลานจอดรถแสดงผลโดยแลปวิวนั้น สามารถแสดงจำนวนรถที่เข้า-ออกภายในลานจอดรถ จำนวนรถที่วิ่งภายในลานจอดรถ จำนวนที่ว่างของช่องจอดรถ และจำนวนรถทั้งหมดภายในลานจอดรถ ได้อย่างถูกต้องตามจำนวนรถที่ทำการทดลอง และสามารถแสดงผลสถานะของช่องจอดรถได้ถูกต้องตามการจอดของรถอีกด้วย

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1. การส่งข้อมูลของบอร์ดอาดูโน่กับ โปรแกรมแลปวิวช้า หากรถเคลื่อนที่ผ่านทางเข้า-ออกเร็วเกินไปทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น วิธีแก้ปัญหาคือ ต้องควบคุมรถที่เข้า-ออกไม่ให้ช้าหรือเร็วจนเกินไป

2. เมื่อรถจอดค้างในบริเวณทางเข้า-ออกจะเกิดการนับรถคันเดิมซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่ารถจะเคลื่อนที่ออกจากบริเวณทางเข้า-ออก เนื่องจากโปรแกรมอาดูโน่และ โปรแกรมแลปวิวนั้นจะตรวจสอบเงื่อนไขที่ตั้งไว้ซ้ำ วิธีแก้ปัญหาคือ ต้องอาศัยหลักการทำงานของดีฟลิปฟล็อป (D flip-flop) เพื่อควบคุมข้อมูลให้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่เข้า-ออกของรถก่อนที่จะส่งข้อมูลให้กับ โปรแกรมอาดูโน่และ โปรแกรมแลปวิว

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

1. การตรวจสอบการเข้า-ออกของรถยนต์ภายในลานจอดรถนั้นควรตั้งระยะห่างของระบบเซ็นเซอร์ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการนับจำนวนรถไม่ให้เกิดความผิดพลาด ทั้งนี้อาจเพิ่มระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับโลหะเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการตรวจสอบและการนับจำนวนของรถยนต์
2. สามารถพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแสดงสถานะของลานจอดรถในระบบออนไลน์ หรือสร้างแอปพลิเคชันช่วยในการแสดงผลเพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจให้กับผู้ใช้งานในการหาที่จอดรถ



เอกสารอ้างอิง

- [1] ภาณุพงศ์ คงประเสริฐ,พิชามณูชู้ บุญประกอบ,ศุภลักษณ์ ศรีสมบัติ,พรเทพ แจ็ก คอ.(2556).งานวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมLabVIEW(DSIGN AND CONSTRUCTION OF ELECTRICAL MEASUREMENT USINGLABVIEW PROGRAM).มหาวิทยาลัยสยาม.วิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย
- [2] รายละเอียดของวงจร Arduino ATmega2560 R3,สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2558
จาก: <http://www.ebay.com/itm/ATMEL-ATMEGA2560-16AU-arduino-mega-2560-IC-TQFP-100-UNO-R3-AVR-STM32-/121271777576>
- [3] รายละเอียด Arduino Uno R3 ,สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2558
จาก: <http://eee-geeker.blogspot.com/2014/04/schematic-and-inputoutput-pins-explain.html>,
- [4] รายละเอียดไดโอดเปล่งแสง ,สืบค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน2558
จาก: http://electronics.se-ed.com/contents/112s096/112s096_p07.asp
- [5] รายละเอียดตัวต้านทานไวต่อแสง ,สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2558
จาก: <http://www.oocities.org/sutadet/ldr.html>
- [6] รายละเอียดเลเซอร์ไดโอด ,สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2558
จาก: <http://www.vcharkarn.com/lesson/1370>
- [7] รายละเอียดตัวแสดงผลเจ็ดส่วน,สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน2558
จาก: http://semi-shop.com/knowledge/boardqur_ans.php?tq_id=23



ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลของ AVR ATMEGA2560

มหาวิทยาลัยสุรินทร์


Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V
8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash
DATASHEET
Features

- High Performance, Low Power Atmel AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 133 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 10 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 64K/128/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4Kbytes EEPROM
 - 32Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 100,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data Retention: 20 years at 65°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-Chip Boot Processor
 - Two Read-Only Memory Operations
 - Programming Lock for Software Security
 - Advantages Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® Library support
 - Capacitive Touch Buttons, Sliders and Wheels
 - QTouch and QTouchX Acquisition
 - Up to 64 touch channels
- JTAG (IEEE® Std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary Scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - In-System On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timers/Counters with Separate Prescaler and Compare Modes
 - Four 16-bit Timers/Counters with Separate Prescaler, Compare, and Capture Modes
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six-Terminal PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/1280, ATmega640/2560)
 - Output Compare Modules
 - 10-Bit Analog, 10-bit ADC (ATmega1281/1280, ATmega104/2560)
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/1280, ATmega104/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte/Word Parallel Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with 8-bit On-Chip Oscillator
 - On-Chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-down, Power-down 2 (timer), and Extended Standby
- I/O and Packaging
 - 51MHz Programmable I/O Lines (ATmega1281/1280, ATmega104/2560)
 - 64-pin QFN/MLP, 64-pin TQFP (ATmega1281/1280)
 - 100-pin PQFP, 100-pin BGA (ATmega104/2560)
 - Pin-to-Pin Compatibility
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
 - Active Modes: 100µA to 1.2mA (640µA)
 - Power-down Modes: 0.1µA to 1.0µA
- Speed Grades:
 - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V
 - 0 - 8MHz @ 1.8V - 5.5V @ 0.1mA @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega104V/ATmega2560V
 - 0 - 8MHz @ 1.8V - 5.5V @ 0.1mA @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega104V/ATmega2560V
 - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V @ 1.0mA @ 4.0V - 5.5V
 - ATmega104V/ATmega2560V
 - 0 - 8MHz @ 4.0V - 5.5V

1. Pin Configurations

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640V/1280V/2560

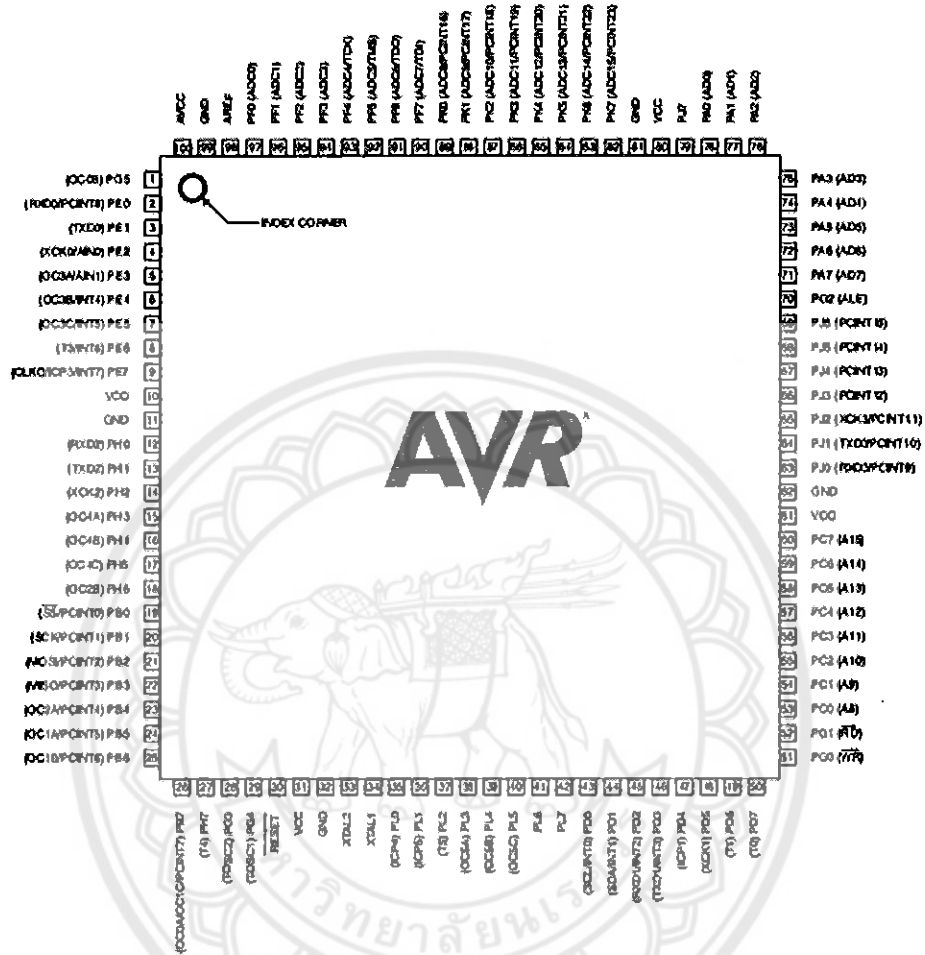


Figure 1-2. CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

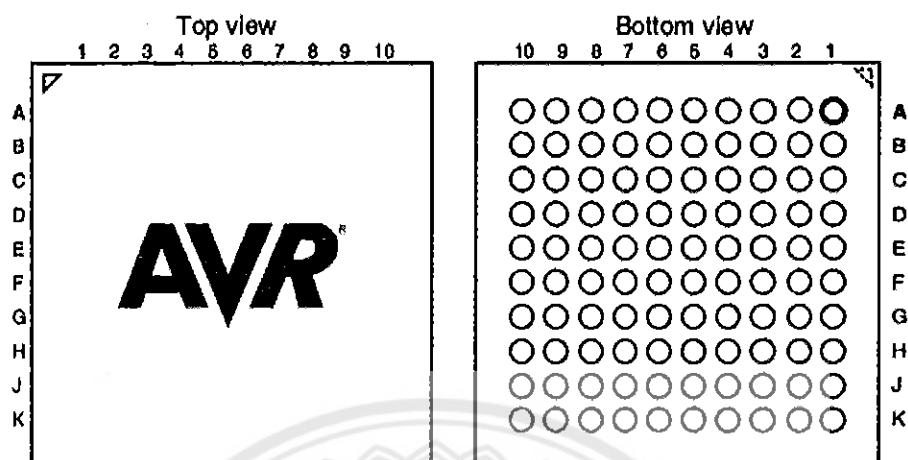
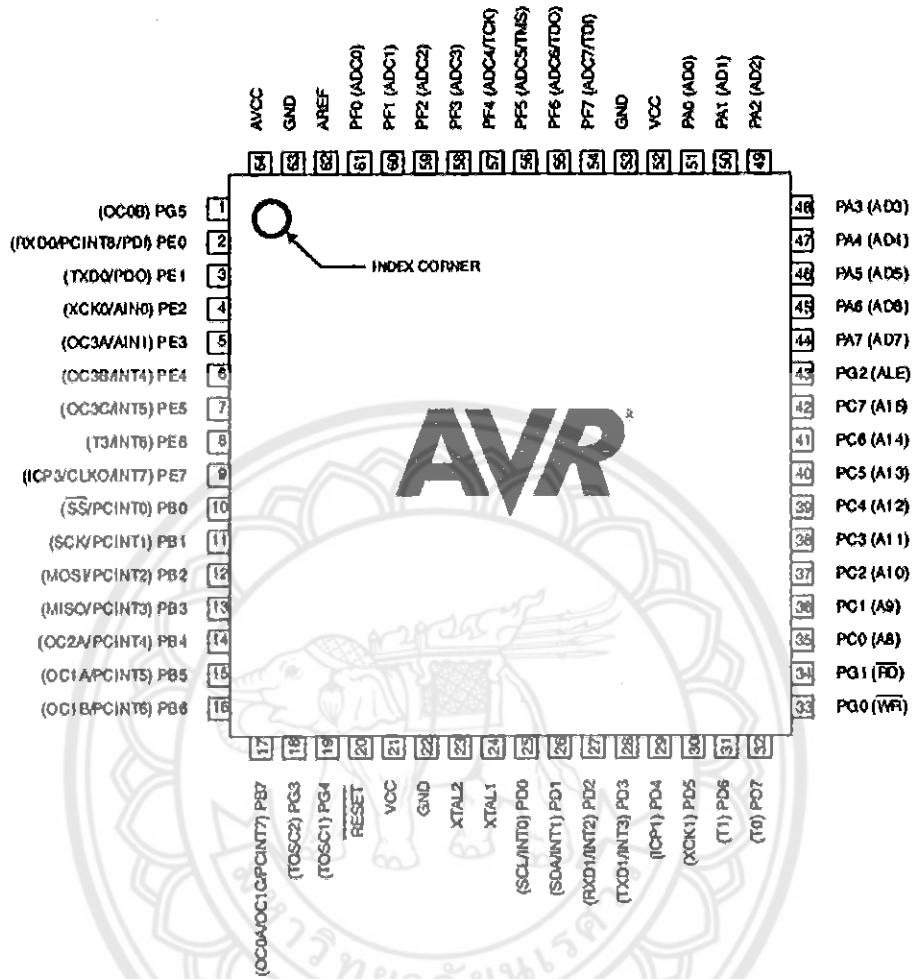


Table 1-1. CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	GND	AREF	PF0	PF2	PF5	PK0	PK3	PK6	GND	VCC
B	AVCC	PG5	PF1	PF3	PF6	PK1	PK4	PK7	PA0	PA2
C	PE2	PE0	PE1	PF4	PF7	PK2	PK5	PJ7	PA1	PA3
D	PE3	PE4	PE5	PE6	PH2	PA4	PA5	PA8	PA7	PG2
E	PE7	PH0	PH1	PH3	PH5	PJ6	PJ5	PJ4	PJ3	PJ2
F	VCC	PH4	PH6	PB0	PL4	PD1	PJ1	PJ0	PC7	GND
G	GND	PB1	PB2	PB5	PL2	PD0	PD5	PC5	PC6	VCC
H	PB3	PB4	RESET	PL1	PL3	PL7	PD4	PC4	PC3	PC2
J	PH7	PG3	PB6	PL0	XTAL2	PL6	PD3	PC1	PC0	PG1
K	PB7	PG4	VCC	GND	XTAL1	PL5	PD2	PD6	PD7	PG0

Note: The functions for each pin is the same as for the 100 pin packages shown in Figure 1-1 on page 2.

Figure 1-3. Pinout ATmega1281/2561

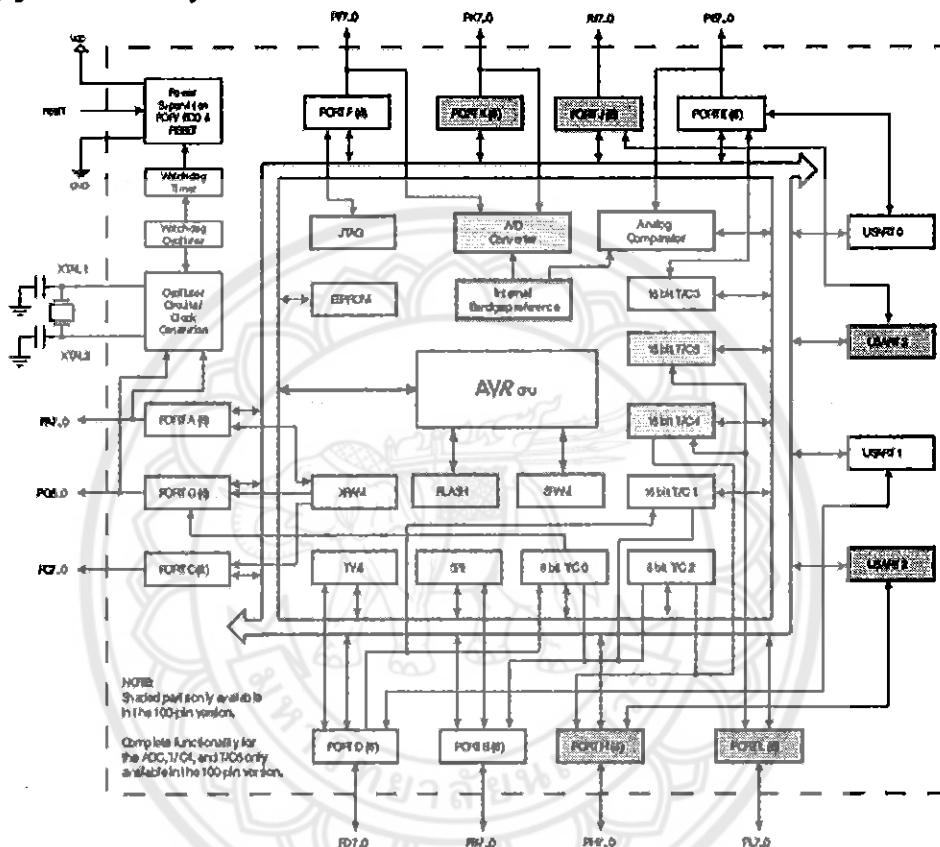


2. Overview

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The Atmel® AVR® core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 provides the following features: 64K/128K/256K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 4Kbytes EEPROM, 8Kbytes SRAM, 54/86 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, Real Time Counter (RTC), six flexible Timer/Counters with compare modes and PWM, four USARTs, a byte oriented 2-wire Serial Interface, a 16-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain, programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, IEEE® std. 1149.1 compliant JTAG test interface, also used for accessing the On-chip Debug system and programming and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the Crystal/Resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

Atmel offers the QTouch® library for embedding capacitive touch buttons, sliders and wheels functionality into AVR microcontrollers. The patented charge-transfer signal acquisition offers robust sensing and includes fully debounced reporting of touch keys and includes Adjacent Key Suppression® (AKS®) technology for unambiguous detection of key events. The easy-to-use QTouch Suite toolchain allows you to explore, develop and debug your own touch applications.

The device is manufactured using the Atmel high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulator, in-circuit emulators, and evaluation kits.

2.2 Comparison Between ATmega1281/2561 and ATmega640/1280/2560

Each device in the ATmega640/1280/1281/2560/2561 family differs only in memory size and number of pins. Table 2-1 summarizes the different configurations for the six devices.

Table 2-1. Configuration Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	64KB	4KB	8KB	88	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	88	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	6	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	88	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	6	2	8

2.3 Pin Descriptions

2.3.1 VCC

Digital supply voltage.

2.3.2 GND

Ground.

2.3.3 Port A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 75.

2.3.4 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B has better driving capabilities than the other ports.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 76.

2.3.5 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 79.

2.3.6 Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 80.

2.3.7 Port E (PE7..PE0)

Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 82.

2.3.8 Port F (PF7..PF0)

Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

2.3.9 Port G (PG6..PG0)

Port G is a 6-bit I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 86.

2.3.10 Port H (PH7..PH0)

Port H is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port H output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port H pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port H pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port H also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 88.

2.3.11 Port J (PJ7..PJ0)

Port J is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port J output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port J pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port J pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on page 90.

2.3.12 Port K (PK7..PK0)

Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port K is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port K output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port K pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port K pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port K also serves the functions of various special features of the ATmega640V/1280V/2560V as listed on page 92.

2.3.13 Port L (PL7..PL0)

Port L is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port L output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port L pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port L pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port L also serves the functions of various special features of the ATmega640V/1280V/2560V as listed on page 94.

2.3.14 RESET

Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on page 360. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

2.3.15 XTAL1

Input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the Internal clock operating circuit.

2.3.16 XTAL2

Output from the Inverting Oscillator amplifier.

2.3.17 AVCC

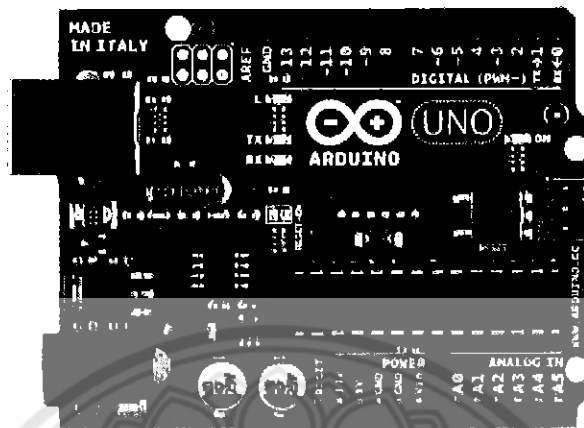
AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

2.3.18 AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.



Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform, for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specification

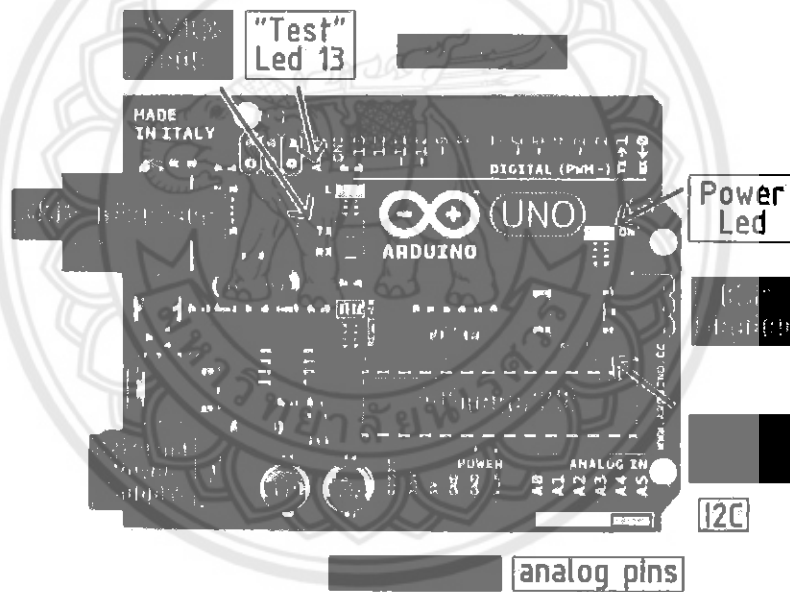


EAGLE files: arduino-duemilanove-uno-design.zib Schematic: arduino-uno-schematic.pdf

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares RADIONICS



Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); it has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an Input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. (These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.)
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



radiospares

RADIONICS



The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- AREF. Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an *.inf file is required.

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available. The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



radiospares RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

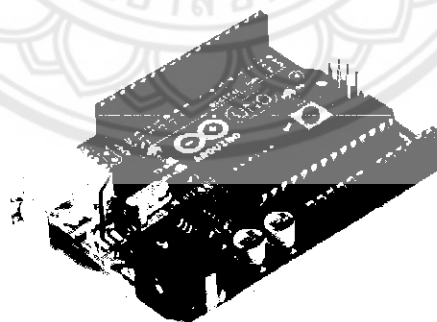
The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



Radiospares RADIONICS



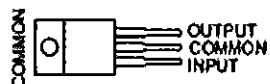


μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

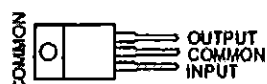
SLVS095J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

- 3-Terminal Regulators
- High Power-Dissipation Capability
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Internal Thermal-Overload Protection
- Output Transistor Safe-Area Compensation

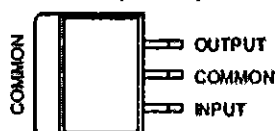
KC (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KCS (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KTE PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

T_J	$V_O(NOM)$ (V)	PACKAGE		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7810CKCS	
	12	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
15	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	μA7815C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKC	μA7815C	
	TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7815CKCS		
24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRECISION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. This data sheet processing does not necessarily include testing of all parameters.

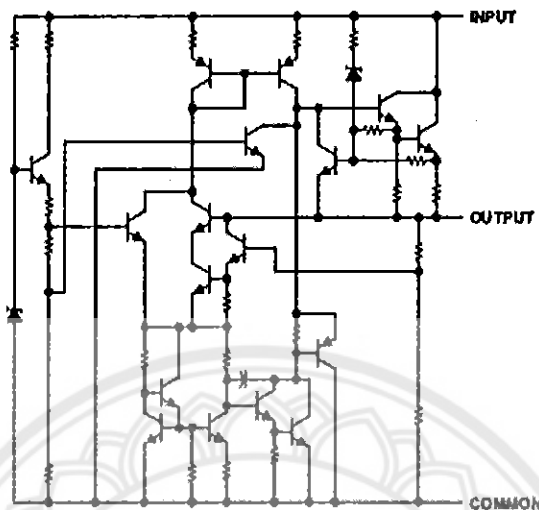
**TEXAS
INSTRUMENTS**
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

**μA7800 SERIES
POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS**

SLVS005J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

schematic



absolute maximum ratings over virtual junction temperature range (unless otherwise noted)†

Input voltage, V_I : μA7824C	40 V
All others	35 V
Operating virtual junction temperature, T_J	160°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	280°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

†Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

package thermal data (see Note 1)

PACKAGE	BOARD	θ _{JC}	θ _{JA}
POWER-FLEX (NTE)	High K, JESD 51-9	3°C/W	23°C/W
TO-220 (MC/KCS)	High K, JESD 51-8	3°C/W	19°C/W

NOTE 1: Maximum power dissipation is a function of $T_J(\text{max})$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 160°C can affect reliability.

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLYS066J - MAY 1975 - REVISED MAY 2003

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT	
V_I	Input voltage	μA7805C	7	25	V
		μA7809C	10.5	25	
		μA7810C	12.5	28	
		μA7812C	14.5	30	
		μA7815C	17.5	30	
		μA7824C	27	38	
I_O	Output current		1.5	A	
T_J	Operating virtual junction temperature	μA7800C series	0	125	°C

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 10$ V, $I_O = 500$ mA (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7805C			UNIT	
			MIN	TYP	MAX		
Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_D \leq 15$ W, $V_I = 7$ V to 20 V	25°C 0°C to 125°C	4.8 4.75	5 5.25	5.2	V	
Input voltage regulation	$V_I = 7$ V to 25 V	25°C	3			100	mV
	$V_I = 8$ V to 12 V		1				
Ripple rejection	$V_I = 8$ V to 18 V, $f = 120$ Hz	0°C to 125°C	62	78		dB	
Output voltage regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A	25°C	15			100	mV
	$I_O = 250$ mA to 750 mA		5				
Output resistance	$f = 1$ kHz	0°C to 125°C	0.017			Ω	
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5$ mA	0°C to 125°C	-1.1			mV/°C	
Output noise voltage	$f = 10$ Hz to 100 kHz	25°C	40			μV	
Dropout voltage	$I_O = 1$ A	25°C	2			V	
Quiescent current		25°C	4.2			mA	
Quiescent current change	$V_I = 7$ V to 25 V	0°C to 125°C	1.3			mA	
	$I_O = 5$ mA to 1 A		0.5				
Short-circuit output current		25°C	750			mA	
Peak output current		25°C	2.2			A	

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



POST OFFICE BOX 655301 • DALLAS, TEXAS 75265

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLV5056J—MAY 1978—REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 14\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7800C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 10.5\text{ V to }23\text{ V}$	25°C	7.7	8	8.3	V
		0°C to 125°C	7.6		8.4	
Input voltage regulation	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		6	160	mV
	$V_I = 11\text{ V to }17\text{ V}$			2	80	
Ripple rejection	$V_I = 11.5\text{ V to }21.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	72		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	100	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	80	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.018		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-0.8		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		52		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		450		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

† Pulse testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 17\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J †	μA7810C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 12.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C	9.8	10	10.4	V
		0°C to 125°C	9.5	10	10.5	
Input voltage regulation	$V_I = 12.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		7	200	mV
	$V_I = 14\text{ V to }20\text{ V}$			2	100	
Ripple rejection	$V_I = 13\text{ V to }23\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	200	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	100	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.018		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		70		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 12.5\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		400		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

† Pulse testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



POST OFFICE BOX 655001 • DALLAS, TEXAS 75265

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLV5026J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_{J,T}$	μA7812C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 14.5\text{ V to }27\text{ V}$	25°C	11.5	12	12.5	V
		0°C to 125°C	11.4		12.6	
Input voltage regulation	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C	10			mV
	$V_I = 16\text{ V to }22\text{ V}$		3			
Ripple rejection	$V_I = 15\text{ V to }25\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C	12			mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$		4			
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.018			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	75			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$ $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$	25°C	4.3			mA
			8			
Bias current change		0°C to 125°C	0.5			
Short-circuit output current		25°C	350			mA
Peak output current		25°C	2.2			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 23\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_{J,T}$	μA7815C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C	14.4	15	15.6	V
		0°C to 125°C	14.28		15.75	
Input voltage regulation	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	25°C	11			mV
	$V_I = 20\text{ V to }26\text{ V}$		3			
Ripple rejection	$V_I = 18.5\text{ V to }28.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	54	70		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C	12			mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$		4			
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.019			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C	-1			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C	90			μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C	2			V
Bias current	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$ $I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$	25°C	4.4			mA
			8			
Bias current change		0°C to 125°C	0.5			
Short-circuit output current		25°C	230			mA
Peak output current		25°C	2.1			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



POST OFFICE BOX 685303 • DALLAS, TEXAS 75268

μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLV9029J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 33$ V, $I_O = 500$ mA (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T _J	μA7800C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A, $P_D \leq 15$ W, $V_I = 27$ V to 38 V,	25°C	23	24	25	V
		0°C to 125°C	22.5		25.2	
Input voltage regulation	$V_I = 27$ V to 38 V	25°C	18			mV
	$V_I = 30$ V to 38 V		8			
Ripple rejection	$V_I = 28$ V to 38 V, $f = 120$ Hz	0°C to 125°C	50	66		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A	25°C	12			mV
	$I_O = 250$ mA to 750 mA		4			
Output resistance	$f = 1$ kHz	0°C to 125°C	0.028			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5$ mA	0°C to 125°C	-1.5			mV/°C
Output noise voltage	$f = 10$ Hz to 100 kHz	25°C	170			μV
Dropout voltage	$I_O = 1$ A	25°C	2			V
Quiescent current		25°C	4.6			mA
Quiescent current change	$V_I = 27$ V to 38 V	0°C to 125°C	1			mA
	$I_O = 5$ mA to 1 A		0.5			
Short-circuit output current		25°C	150			mA
Peak output current		25°C	2.1			A

† Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

**μA7800 SERIES
POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS**

SLV5050J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

APPLICATION INFORMATION

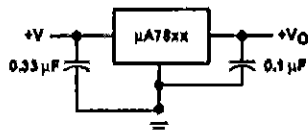


Figure 1. Fixed-Output Regulator

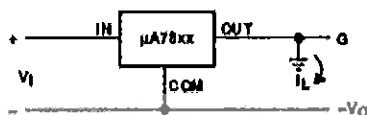
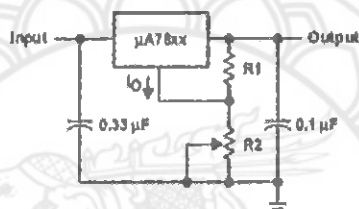


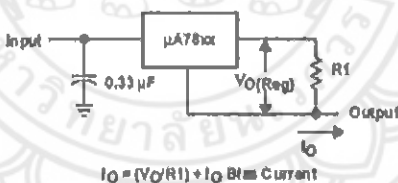
Figure 2. Positive Regulator In Negative Configuration (V₁ Must Float)



NOTE A: The following formula is used when V_{xx} is the nominal output voltage (output to common) of the fixed regulator:

$$V_O = V_{xx} + \left(\frac{V_{xx}}{R1} + I_O \right) R2$$

Figure 3. Adjustable-Output Regulator



$$I_O = (V_O/R1) + I_O \text{ Btm Current}$$

Figure 4. Current Regulator

μ A7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLV8059J - MAY 1978 - REVISED MAY 2003

APPLICATION INFORMATION

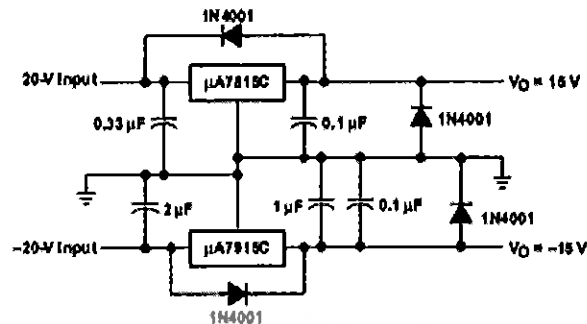


Figure 5. Regulated Dual Supply

operation with a load common to a voltage of opposite polarity

In many cases, a regulator powers a load that is not connected to ground but, instead, is connected to a voltage source of opposite polarity (e.g., operational amplifiers, level-shifting circuits, etc.). In those cases, a clamp diode should be connected to the regulator output as shown in Figure 6. This protects the regulator from output polarity reversals during startup and short-circuit operation.

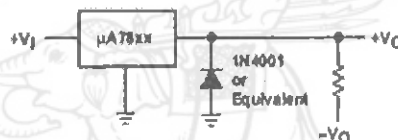


Figure 6. Output Polarity-Reversal-Protection Circuit

reverse-bias protection

Occasionally, the input voltage to the regulator can collapse faster than the output voltage. This can occur, for example, when the input supply is crowbarred during an output overvoltage condition. If the output voltage is greater than approximately 7 V, the emitter-base junction of the series-pass element (internal or external) could break down and be damaged. To prevent this, a diode shunt can be used as shown in Figure 7.

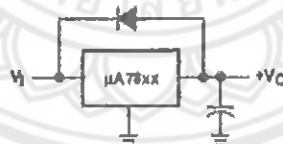


Figure 7. Reverse-Bias-Protection Circuit

 TEXAS
INSTRUMENTS

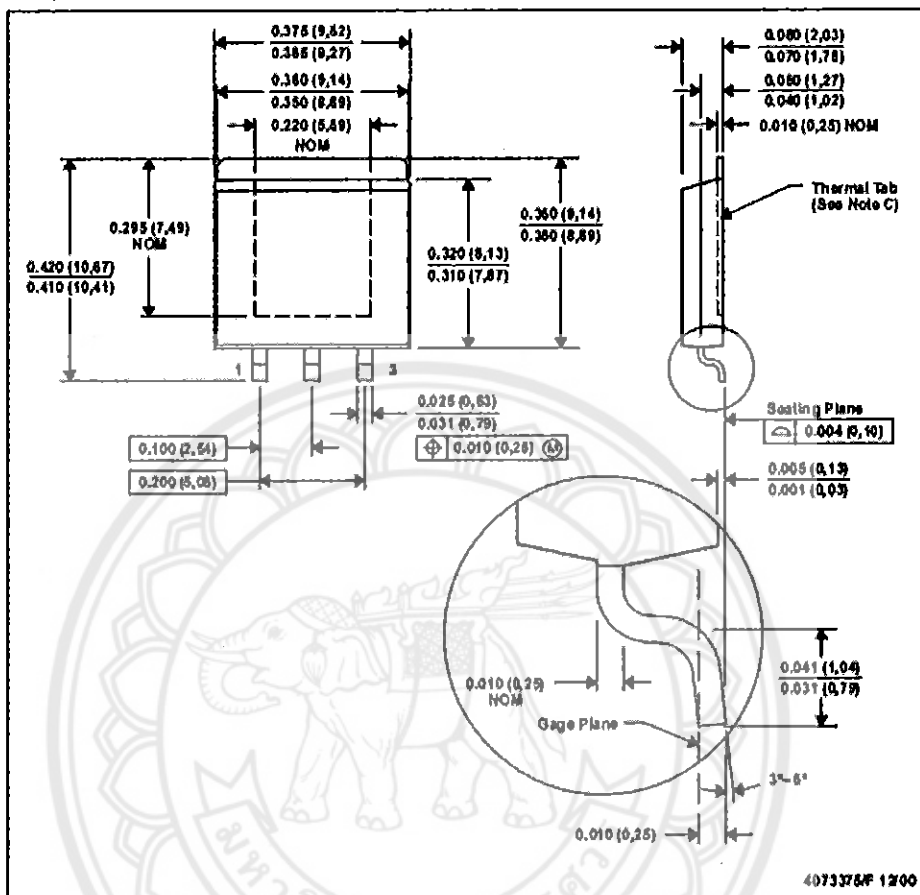
POST OFFICE BOX 456205 • DALLAS, TEXAS 75265

MECHANICAL DATA

APPL001E - OCTOBER 1994 - REVISED JANUARY 2001

KTE (R-PSFM-Q3)

PowerFLEX™ PLASTIC FLANGE-MOUNT



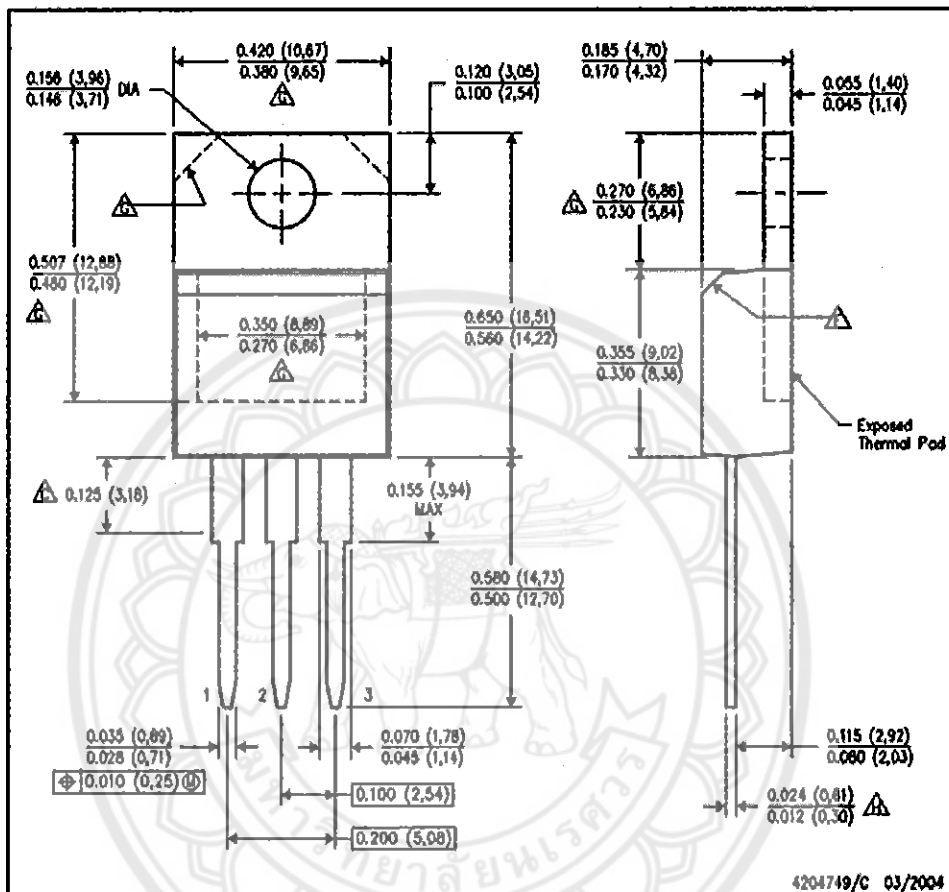
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. The center lead is in electrical contact with the thermal tab.
 D. Dimensions do not include mold protrusions, not to exceed 0.008 (0,15).
 E. Falls within JED EC IAO-160

PowerFLEX is a trademark of Texas Instruments.

MECHANICAL DATA

KCS (R-PSFM-T3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE

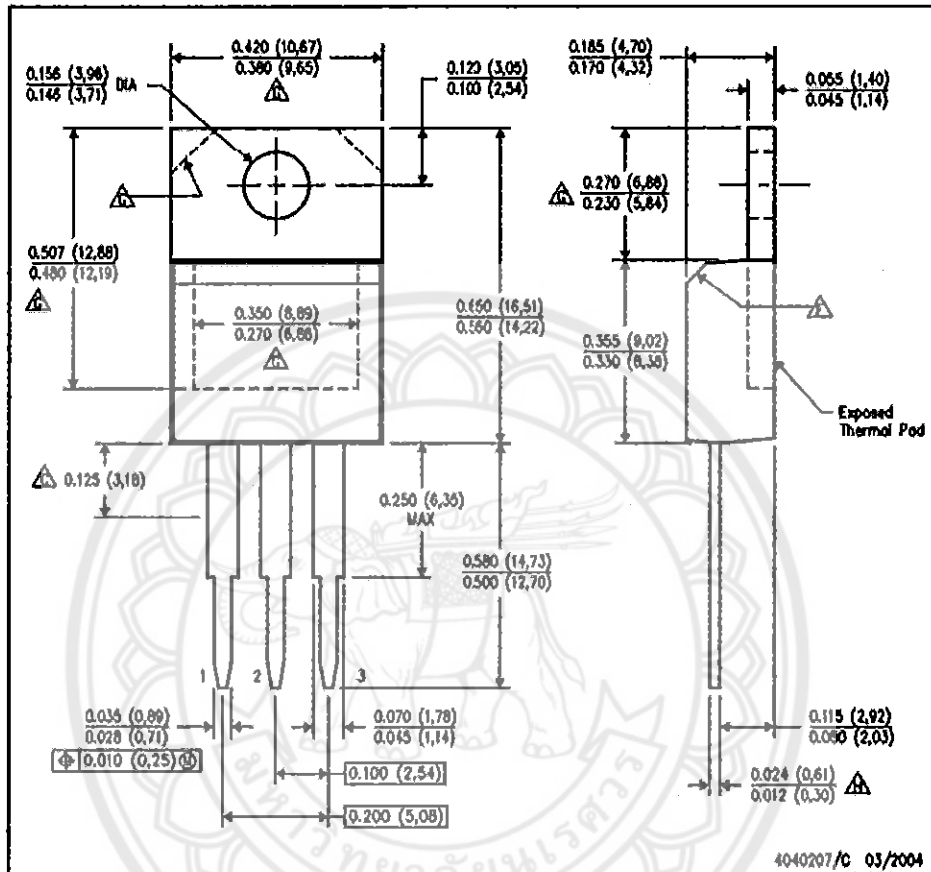


- NOTES:
- All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - This drawing is subject to change without notice.
 - Lead dimensions are not controlled within this area.
 - All lead dimensions apply before solder dip.
 - The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - The chamfer is optional.
 - Thermal pod contour optional within these dimensions.
 - Falls within JEDEC 10-220 variation AB, except minimum lead thickness.

MECHANICAL DATA

KC (R-PSFM-T3)

PLASTIC FLANGE-MOUNT PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - Lead dimensions are not controlled within this area.
 - D. All lead dimensions apply before solder dip.
 - E. The center lead is in electrical contact with the mounting tab.
 - The chamfer is optional.
 - Thermal pod contour optional within these dimensions.
 - Falls within JEDEC TO-220 variation AB, except minimum lead thickness.





MCP3004/3008

2.7V 4-Channel/8-Channel 10-Bit A/D Converters with SPI Serial Interface

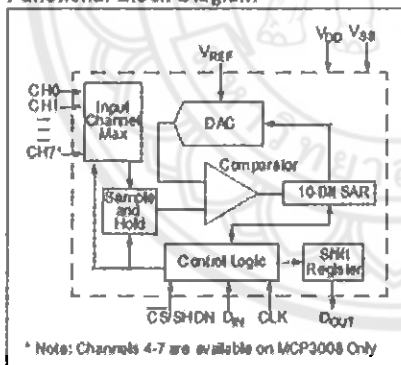
Features

- 10-bit resolution
- ± 1 LSB max DNL
- ± 1 LSB max INL
- 4 (MCP3004) or 8 (MCP3008) input channels
- Analog inputs programmable as single-ended or pseudo-differential pairs
- On-chip sample and hold
- SPI serial interface (modes 0,0 and 1,1)
- Single supply operation: 2.7V - 5.5V
- 200 ksp/s max. sampling rate at $V_{DD} = 5V$
- 75 ksp/s max. sampling rate at $V_{DD} = 2.7V$
- Low power CMOS technology
- 5 nA typical standby current, 2 μA max.
- 500 μA max. active current at 5V
- Industrial temp range: $-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$
- Available in PDIP, SOIC and TSSOP packages

Applications

- Sensor Interface
- Process Control
- Data Acquisition
- Battery Operated Systems

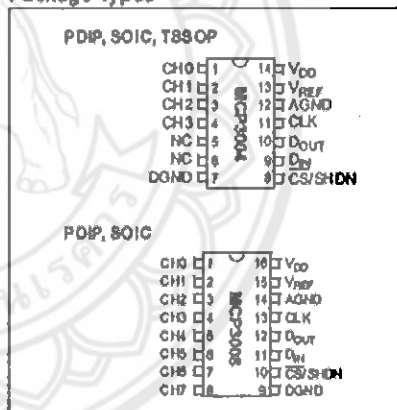
Functional Block Diagram



Description

The Microchip Technology Inc. MCP3004/3008 devices are successive approximation 10-bit Analog-to-Digital (A/D) converters with on-board sample and hold circuitry. The MCP3004 is programmable to provide two pseudo-differential input pairs or four single-ended inputs. The MCP3008 is programmable to provide four pseudo-differential input pairs or eight single-ended inputs. Differential Nonlinearity (DNL) and Integral Nonlinearity (INL) are specified at ± 1 LSB. Communication with the devices is accomplished using a simple serial interface compatible with the SPI protocol. The devices are capable of conversion rates of up to 200 ksp/s. The MCP3004/3008 devices operate over a broad voltage range (2.7V - 5.5V). Low-current design permits operation with typical standby currents of only 5 nA and typical active currents of 320 μA . The MCP3004 is offered in 14-pin PDIP, 16-pin SOIC and TSSOP packages, while the MCP3008 is offered in 16-pin PDIP and SOIC packages.

Package Types



MCP3004/3008

1.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Absolute Maximum Ratings †

V_{DD}	7.0V
All Inputs and Outputs wrt. V_{SS}	-0.6V to $V_{DD} + 0.6V$
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Ambient temperature with power applied.....	-65°C to +150°C
Soldering (temperature of leads (10 seconds)).....	+300°C
ESD Protection On All Pins (HBM).....	≥ 4 kV

† Notice: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those indicated in the operational listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Electrical Characteristics: Unless otherwise noted, all parameters apply at $V_{DD} = 5V$, $V_{REF} = 5V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, $f_{SAMPLE} = 200$ kbps and $f_{CLK} = 18 \cdot f_{SAMPLE}$. Unless otherwise noted, typical values apply for $V_{DD} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$.

Parameter	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Conversion Rate						
Conversion Time	t_{CONV}	—	—	10	clock cycles	
Analog Input Sample Time	t_{SAMPLE}	—	1.5	—	clock cycles	
Throughput Rate	f_{SAMPLE}	—	—	200 75	kbps kbps	$V_{DD} = V_{REF} = 5V$ $V_{DD} = V_{REF} = 2.7V$
DC Accuracy						
Resolution			10		bits	
Integral Nonlinearity	INL	—	±0.5	±1	LSB	
Differential Nonlinearity	DNL	—	±0.25	±1	LSB	No missing codes over temperature
Offset Error		—	—	±1.5	LSB	
Gain Error		—	—	±1.0	LSB	
Dynamic Performance						
Total Harmonic Distortion		—	-76		dB	$V_{IN} = 0.1V$ to $4.9V$ @ 1 kHz
Signal-to-Noise and Distortion (SINAD)		—	81		dB	$V_{IN} = 0.1V$ to $4.9V$ @ 1 kHz
Spurious Free Dynamic Range		—	78		dB	$V_{IN} = 0.1V$ to $4.9V$ @ 1 kHz
Reference Input						
Voltage Range		0.25	—	V_{DD}	V	Note 2
Current Drain		—	100 0.001	150 3	μA μA	$\overline{CS} = V_{DD} = 5V$
Analog Inputs						
Input Voltage Range for CH0 or CH1 in Single-Ended Mode		V_{SS}	—	V_{REF}	V	
Input Voltage Range for IN+ in pseudo-differential mode		IN-	—	$V_{REF} + IN-$		
Input Voltage Range for IN- in pseudo-differential mode		$V_{SS} + 100$	—	$V_{SS} + 100$	mV	

Note 1: This parameter is established by characterization and not 100% tested.

2: See graphs that relate linearity performance to V_{REF} levels.

3: Because the sample cap will eventually lose charge, effective clock rates below 10 kHz can affect linearity performance, especially at elevated temperatures. See Section 6.2 "Maintaining Minimum Clock Speed", "Maintaining Minimum Clock Speed", for more information.

MCP3004/3008

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (CONTINUED)

Electrical Characteristics: Unless otherwise noted, all parameters apply at $V_{DD} = 5V$, $V_{REF} = 5V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, $f_{SAMPLE} = 200$ kps and $f_{CLK} = 18 \times f_{SAMPLE}$. Unless otherwise noted, typical values apply for $V_{DD} = 5V$, $T_A = +25^{\circ}C$.

Parameter	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Leakage Current		—	0.001	±1	µA	
Switch Resistance		—	1000	—	Ω	See Figure 4-1
Sample Capacitor		—	20	—	pF	See Figure 4-1
Digital Input/Output						
Data Coding Format		Straight Binary				
High Level Input Voltage	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
Low Level Input Voltage	V_{IL}	—	—	$0.3 V_{DD}$	V	
High Level Output Voltage	V_{OH}	4.1	—	—	V	$I_{OH} = -1$ mA, $V_{DD} = 4.5V$
Low Level Output Voltage	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1$ mA, $V_{DD} = 4.5V$
Input Leakage Current	I_{II}	-10	—	10	µA	$V_{IN} = V_{SS}$ or V_{DD}
Output Leakage Current	I_{LO}	-10	—	10	µA	$V_{OUT} = V_{SS}$ or V_{DD}
Pin Capacitance (All Inputs/Outputs)	C_{IN} , C_{OUT}	—	—	10	pF	$V_{DD} = 5.0V$ (Note 1) $T_A = 25^{\circ}C$, $f = 1$ MHz
Timing Parameters						
Clock Frequency	f_{CLK}	—	—	3.6 1.35	MHz	$V_{DD} = 5V$ (Note 3) $V_{DD} = 2.7V$ (Note 3)
Clock High Time	t_{H1}	125	—	—	ns	
Clock Low Time	t_{L0}	125	—	—	ns	
CS Fall To First Rising CLK Edge	t_{CFS}	100	—	—	ns	
CS Fall To Falling CLK Edge	t_{CSF}	—	—	0	ns	
Data Input Setup Time	t_{SU}	50	—	—	ns	
Data Input Hold Time	t_{HD}	50	—	—	ns	
CLK Fall To Output Data Valid	t_{D0}	—	—	125 200	ns	$V_{DD} = 5V$, See Figure 1-2 $V_{DD} = 2.7V$, See Figure 1-2
CLK Fall To Output Enable	t_{EN}	—	—	125 200	ns	$V_{DD} = 5V$, See Figure 1-2 $V_{DD} = 2.7V$, See Figure 1-2
CS Rise To Output Disable	t_{DS}	—	—	100	ns	See Test Circuits, Figure 1-2
CS Disable Time	t_{CSS}	270	—	—	ns	
D_{OUT} Rise Time	t_r	—	—	100	ns	See Test Circuits, Figure 1-2 (Note 1)
D_{OUT} Fall Time	t_f	—	—	100	ns	See Test Circuits, Figure 1-2 (Note 1)

- Note 1: This parameter is established by characterization and not 100% tested.
 2: See graphs that relate linearity performance to V_{REF} levels.
 3: Because the sample cap will eventually lose charge, effective clock rates below 10 kHz can affect linearity performance, especially at elevated temperatures. See Section 6.2 "Maintaining Minimum Clock Speed", "Maintaining Minimum Clock Speed", for more information.

MCP3004/3008

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (CONTINUED)

Electrical Characteristics: Unless otherwise noted, all parameters apply at $V_{DD} = 5V$, $V_{REF} = 5V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, $f_{SAMPLE} = 200$ kSPS and $f_{CLK} = 18^{\circ}f_{SAMPLE}$. Unless otherwise noted, typical values apply for $V_{DD} = 5V$, $T_A = +25^{\circ}C$.

Parameter	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Power Requirements						
Operating Voltage	V_{DD}	2.7	—	5.5	V	
Operating Current	I_{DD}	—	425 225	550	μA	$V_{DD} = V_{REF} = 5V$, D_{OUT} unloaded $V_{DD} = V_{REF} = 2.7V$, D_{OUT} unloaded
Standby Current	I_{DS}	—	0.005	2	μA	$CS = V_{DD} = 5.0V$

Note 1: This parameter is established by characterization and not 100% tested.

2: See graphs that relate linearity performance to V_{REF} levels.

3: Because the sample cap will eventually lose charge, effective clock rates below 10 kHz can affect linearity performance, especially at elevated temperatures. See Section 6.2 "Maintaining Minimum Clock Speed", "Maintaining Minimum Clock Speed", for more information.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = +2.7V$ to $+5.5V$, $V_{SS} = GND$.

Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Temperature Ranges						
Specified Temperature Range	T_A	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
Operating Temperature Range	T_A	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
Storage Temperature Range	T_A	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
Thermal Package Resistances						
Thermal Resistance, 14L-PDIP	θ_{JA}	—	70	—	$^{\circ}C/W$	
Thermal Resistance, 14L-SOIC	θ_{JA}	—	108	—	$^{\circ}C/W$	
Thermal Resistance, 14L-TSSOP	θ_{JA}	—	100	—	$^{\circ}C/W$	
Thermal Resistance, 16L-PDIP	θ_{JA}	—	70	—	$^{\circ}C/W$	
Thermal Resistance, 16L-SOIC	θ_{JA}	—	90	—	$^{\circ}C/W$	

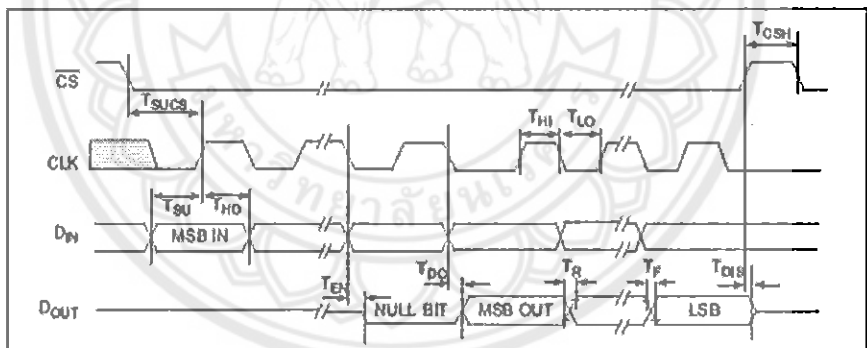


FIGURE 1-1: Serial Interface Timing.

MCP3004/3008

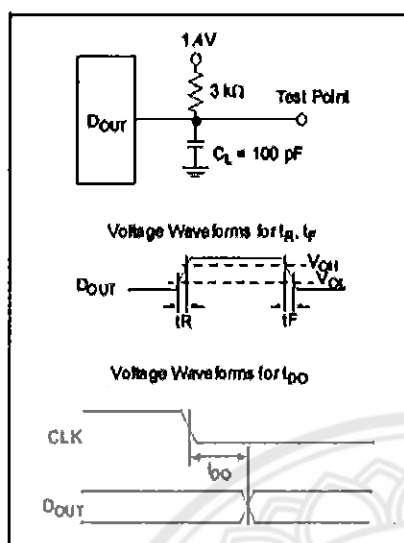


FIGURE 1-2: Load Circuit for I_R , t_R , t_F , t_{PO} .

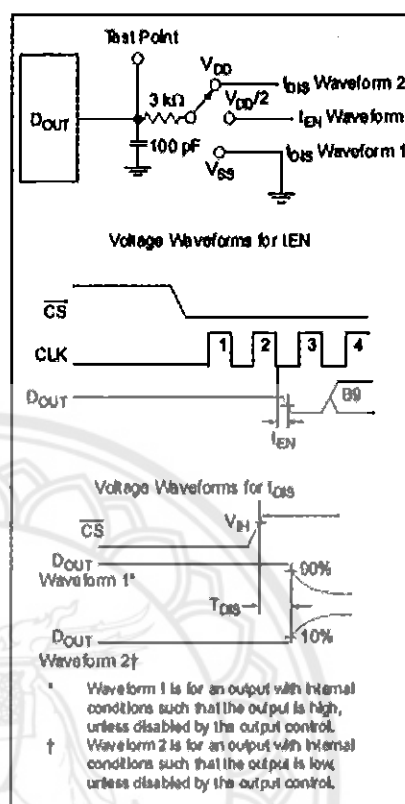


FIGURE 1-3: Load circuit for I_{OIS} and I_{EN} .

MCP3004/3008

2.0 TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Note: The graphs and tables provided following this note are a statistical summary based on a limited number of samples and are provided for informational purposes only. The performance characteristics listed herein are not tested or guaranteed. In some graphs or tables, the data presented may be outside the specified operating range (e.g., outside specified power supply range) and therefore outside the warranted range.

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 18^{\circ}f_{SAMPLE}$, $T_A = +25^{\circ}C$.

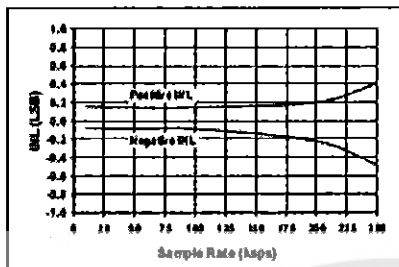


FIGURE 2-1: Integral Nonlinearity (INL) vs. Sample Rate.

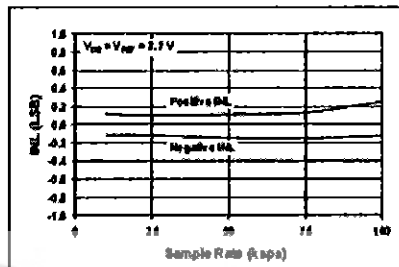


FIGURE 2-4: Integral Nonlinearity (INL) vs. Sample Rate ($V_{DD} = 2.7V$).

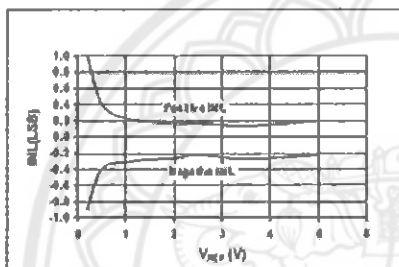


FIGURE 2-2: Integral Nonlinearity (INL) vs. V_{REF} .

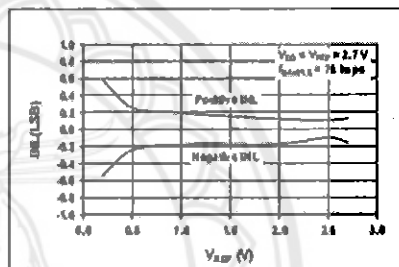


FIGURE 2-5: Integral Nonlinearity (INL) vs. V_{REF} ($V_{DD} = 2.7V$).

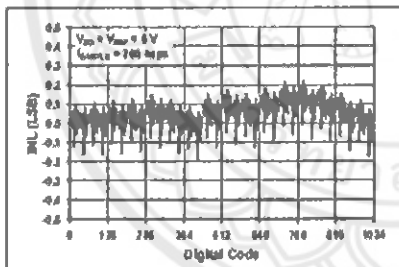


FIGURE 2-3: Integral Nonlinearity (INL) vs. Code (Representative Part).

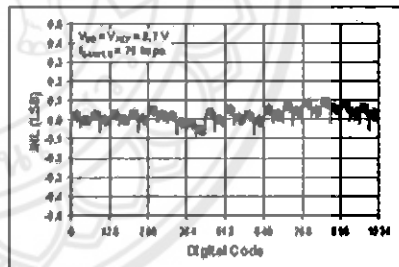


FIGURE 2-6: Integral Nonlinearity (INL) vs. Code (Representative Part, $V_{DD} = 2.7V$).

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 18^{\circ}$ SAMPLE, $T_A = +25^{\circ}C$.

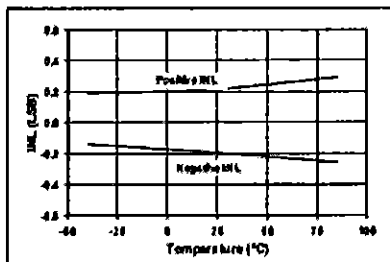


FIGURE 2-7: Integral Nonlinearity (INL) vs. Temperature.

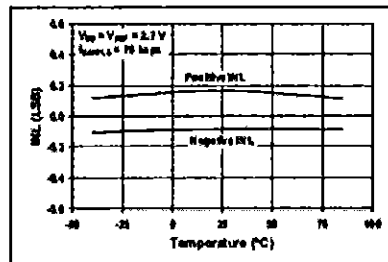


FIGURE 2-10: Integral Nonlinearity (INL) vs. Temperature ($V_{DD} = 2.7V$).

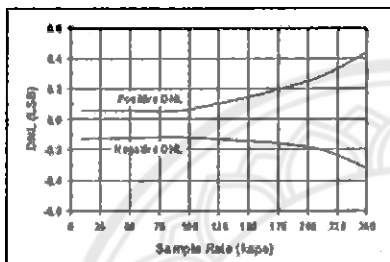


FIGURE 2-8: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Sample Rate.

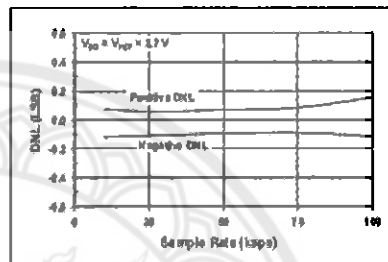


FIGURE 2-11: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Sample Rate ($V_{DD} = 2.7V$).

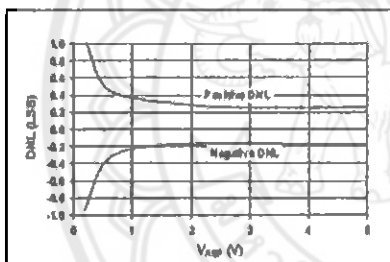


FIGURE 2-9: Differential Nonlinearity (DNL) vs. V_{REF}

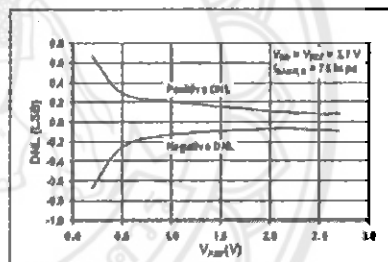


FIGURE 2-12: Differential Nonlinearity (DNL) vs. V_{REF} ($V_{DD} = 2.7V$).

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 18^{\circ}$ SAMPLE, $T_A = +25^{\circ}C$.

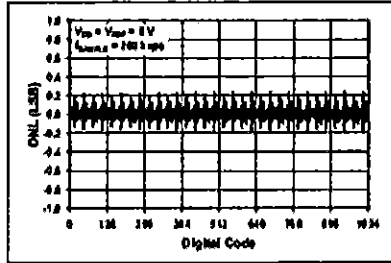


FIGURE 2-13: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Code (Representative Part).

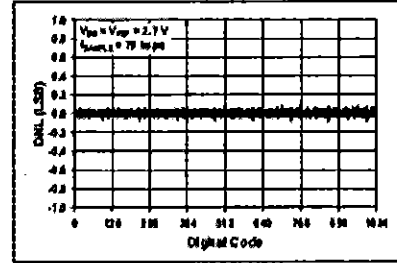


FIGURE 2-16: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Code (Representative Part, $V_{DD} = 2.7V$).

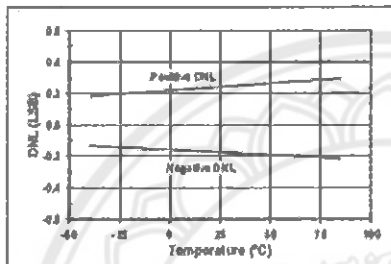


FIGURE 2-14: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Temperature.

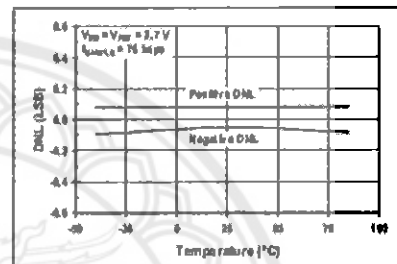


FIGURE 2-17: Differential Nonlinearity (DNL) vs. Temperature ($V_{DD} = 2.7V$).

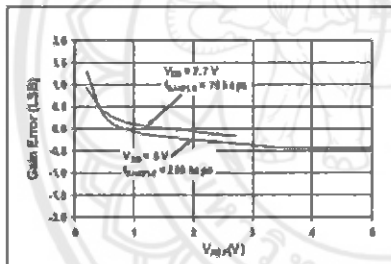


FIGURE 2-15: Gain Error vs. V_{REF}

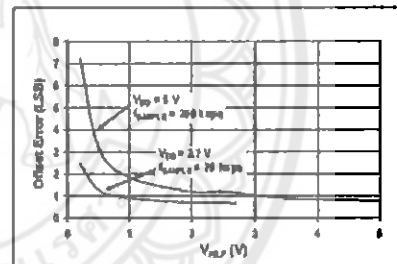


FIGURE 2-18: Offset Error vs. V_{REF}

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 10 \cdot f_{SAMPLE}$, $T_A = +25^\circ C$.

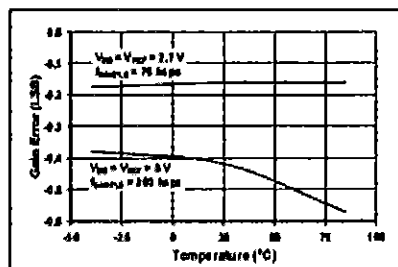


FIGURE 2-19: Gain Error vs. Temperature.

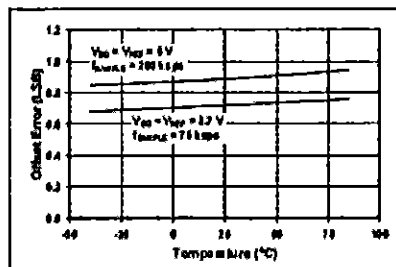


FIGURE 2-22: Offset Error vs. Temperature.

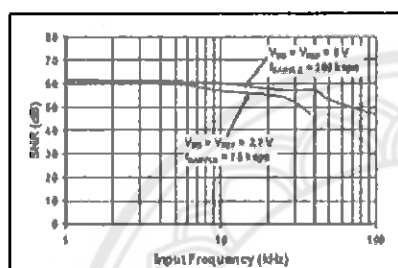


FIGURE 2-20: Signal-to-Noise (SNR) vs. Input Frequency.

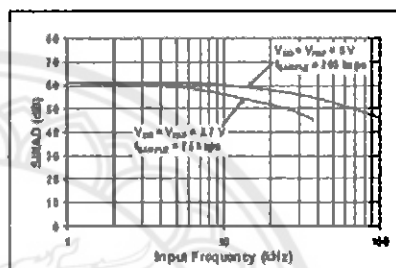


FIGURE 2-23: Signal-to-Noise and Distortion (SINAD) vs. Input Frequency.

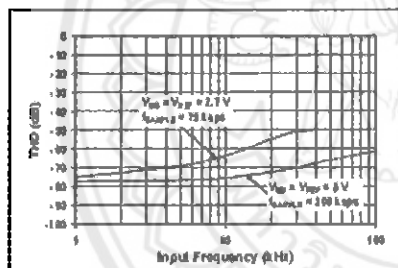


FIGURE 2-21: Total Harmonic Distortion (THD) vs. Input Frequency.

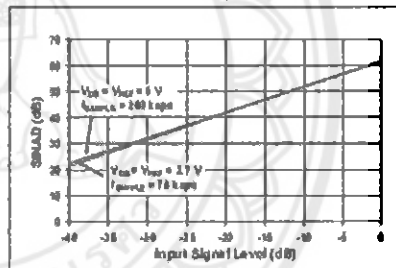


FIGURE 2-24: Signal-to-Noise and Distortion (SINAD) vs. Input Signal Level.

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 18^{\circ}$ SAMPLE, $T_A = +25^{\circ}C$.

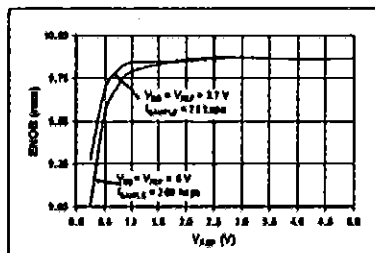


FIGURE 2-25: Effective Number of Bits (ENOB) vs. V_{REF}

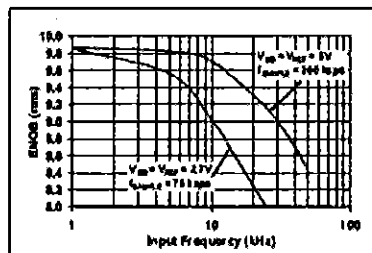


FIGURE 2-26: Effective Number of Bits (ENOB) vs. Input Frequency.

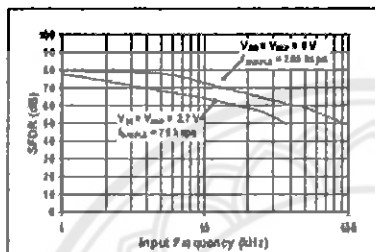


FIGURE 2-27: Spurious Free Dynamic Range (SFDR) vs. Input Frequency.

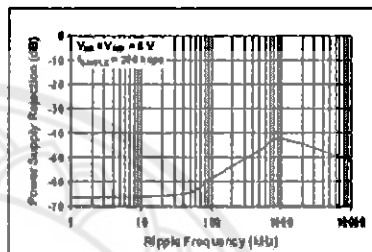


FIGURE 2-28: Power Supply Rejection (PSR) vs. Ripple Frequency.

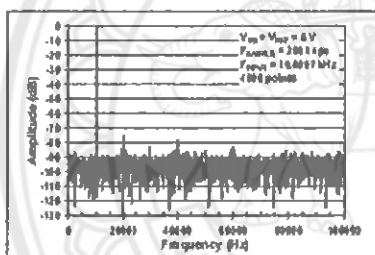


FIGURE 2-29: Frequency Spectrum of 10 kHz Input (Representative Part).

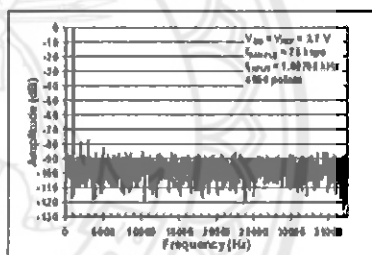


FIGURE 2-30: Frequency Spectrum of 1 kHz Input (Representative Part, $V_{DD} = 2.7V$).

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $f_{CLK} = 18^{\circ}$ (SAMPLE), $T_A = +25^{\circ}C$.

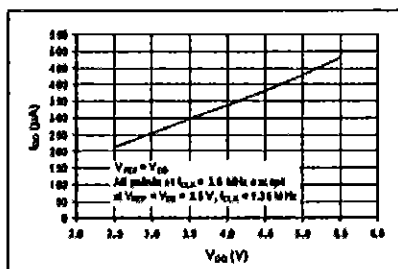


FIGURE 2-31: I_{DD} vs. V_{DD}

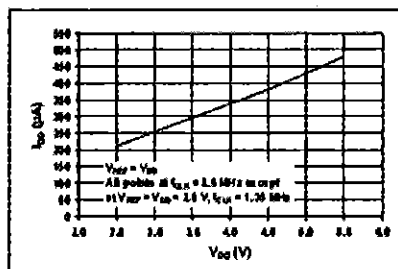


FIGURE 2-34: I_{REF} vs. V_{DD}

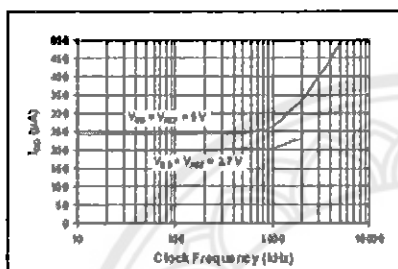


FIGURE 2-32: I_{DD} vs. Clock Frequency.

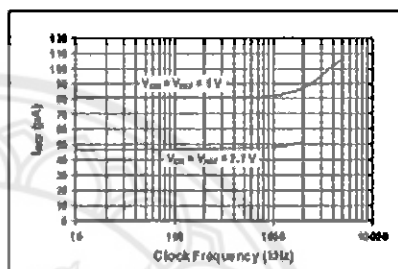


FIGURE 2-35: I_{REF} vs. Clock Frequency.

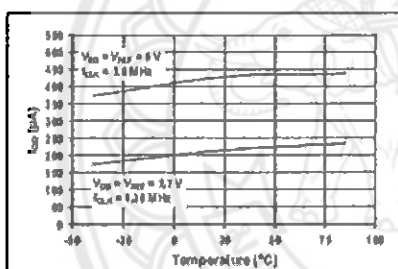


FIGURE 2-33: I_{DD} vs. Temperature.

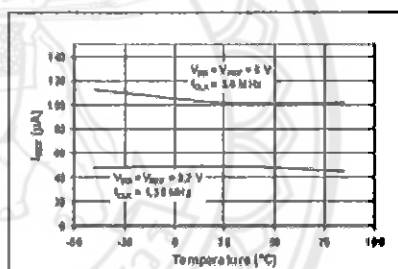


FIGURE 2-36: I_{REF} vs. Temperature.

MCP3004/3008

Note: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = V_{REF} = 5V$, $CLK = 18^{\circ}$ SAMPLE, $T_A = +25^{\circ}C$.

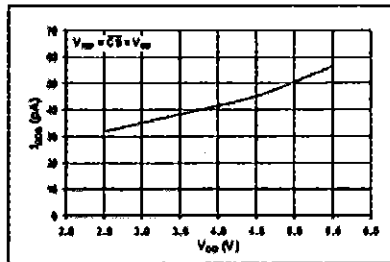


FIGURE 2-37: I_{DS} vs. V_{DD}

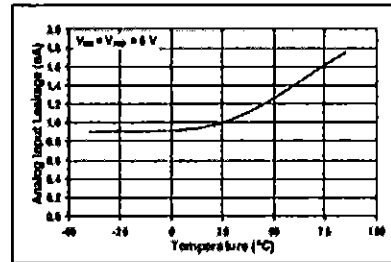


FIGURE 2-39: Analog Input Leakage Current vs. Temperature.

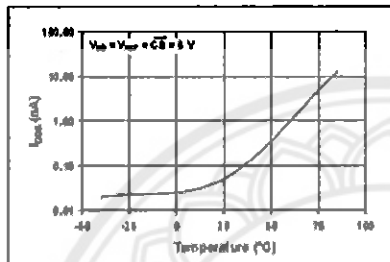


FIGURE 2-38: I_{DS} vs. Temperature.

MCP3004/3008

3.0 PIN DESCRIPTIONS

The descriptions of the pins are listed in Table 3-1. Additional descriptions of the device pins follows.

TABLE 3-1: PIN FUNCTION TABLE

MCP3004	MCP3008	Symbol	Description
PDIP, SOIC, TSSOP	PDIP, SOIC		
1	1	CH0	Analog Input
2	2	CH1	Analog Input
3	3	CH2	Analog Input
4	4	CH3	Analog Input
–	5	CH4	Analog Input
–	6	CH5	Analog Input
–	7	CH6	Analog Input
–	8	CH7	Analog Input
7	9	DGND	Digital Ground
8	10	$\overline{CS}/SHDN$	Chip Select/Shutdown Input
9	11	D _{IN}	Serial Data In
10	12	D _{OUT}	Serial Data Out
11	13	CLK	Serial Clock
12	14	AGND	Analog Ground
13	15	V _{REF}	Reference Voltage Input
14	16	V _{DD}	+2.7V to 5.5V Power Supply
5,6	–	NC	No Connection

3.1 Digital Ground (DGND)

Digital ground connection to internal digital circuitry.

3.2 Analog Ground (AGND)

Analog ground connection to internal analog circuitry.

3.3 Analog Inputs (CH0 - CH7)

Analog inputs for channels 0 - 7, respectively, for the multiplexed inputs. Each pair of channels can be programmed to be used as two independent channels in single-ended mode or as a single pseudo-differential input where one channel is IN+ and one channel is IN-. See Section 4.1 "Analog Inputs", "Analog Inputs", and Section 8.0 "Serial Communication", "Serial Communication", for information on programming the channel configuration.

3.4 Serial Clock (CLK)

The SPI clock pin is used to initiate a conversion and clock out each bit of the conversion as it takes place. See Section 6.2 "Maintaining Minimum Clock Speed", "Maintaining Minimum Clock Speed", for constraints on clock speed.

3.5 Serial Data Input (D_{IN})

The SPI port serial data input pin is used to load channel configuration data into the device.

3.6 Serial Data Output (D_{OUT})

The SPI serial data output pin is used to shift out the results of the A/D conversion. Data will always change on the falling edge of each clock as the conversion takes place.

3.7 Chip Select/Shutdown ($\overline{CS}/SHDN$)

The $\overline{CS}/SHDN$ pin is used to initiate communication with the device when pulled low. When pulled high, it will end a conversion and put the device in low-power standby. The $\overline{CS}/SHDN$ pin must be pulled high between conversions.

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายธนชัย กลาหงษ์
 ภูมิลำเนา 37/4 หมู่ 4 ต.บึงบัว อ.วชิรบุรี จ.พิจิตร
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามง่าม
 ชนูปถัมภ์
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้น
 ปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
 Email:thanachaik55@email.nu.ac.th



ชื่อ นายประพันธ์ มารดาวงศ์
 ภูมิลำเนา 23/3 หมู่ 12 ต.แม่เหาะ อ.แม่สะเรียง
 จ.แม่ฮ่องสอน
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่สะ-
 เรียงบริพัตรศึกษา
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้น
 ปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
 Email:prapanm55@email.nu.ac.th