คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3 1001 00382374 8

วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

GROUND STATUS MONITORING CIRCUIT

นายประวิทย์ กองเนตร รหัส 48380238

นายปรีชานนท์ โฉมเฉลา รหัส 48380353

นายพนาวุฒิ นารถบุญ รหัส 48380354

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 ต.ค. 2556
เลขทะเบียน 1 0879431
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายประวิทย์ กองเนตร รหัส 48380238

นายปรีชานนท์ โฉมเฉลา รหัส 48380353

นายพนาวุฒิ นารถบุญ รหัส 48380354

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายประวิทย์ กองเนตร รหัส 48380238
	นายปรีชานนท์ โฉมเฉลา รหัส 48380353
	นายพนาวุฒิ นารถบุญ รหัส 48380354
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอ วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยตรวจสอบและเฝ้าดูสถานะของผู้ปฏิบัติงานว่าได้อยู่ในสถานะที่ปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อชิ้นงาน โดยเมื่ออยู่ในสถานะที่ต่อถึงดิน วงจรจะแสดงผลออกมาเป็นแสงสีเขียวแสดงถึงสถานะปลอดภัย และเมื่ออยู่ในสถานะที่ไม่ต่อถึงดิน วงจรจะแสดงสถานะเป็นแสงสีแดง

Project title	Ground Status Monitoring Circuit		
Name	Mr. Prawit	Kongnet	ID. 48380238
	Mr. Preechanon	Chomchalao	ID. 48080353
	Mr. Panawut	Nartbun	ID. 48380354
Project advisor	Assistant Professor Akaraphunt Vongkunghae,Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2008		

Abstract

This project is presenting a ground monitoring circuit. The circuit turns on the green LED when the person is eletricaly connected to the ground otherwise the circuit turns on the red LED. This device consists of two main sub-circuit. The first is the electrons-flow-out detection circuit. The second is the microcontroller circuit for processing electrons-flow-out data(current).

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานเรื่อง วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์ ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย คณะผู้จัดทำโครงงานขอแสดงความขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำแนะนำในการดำเนินโครงงานและได้กรุณาตรวจแก้ไขรูปเล่มปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวสกุลทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษาในการทำโครงงานนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงงาน

นายประวิทย์ กองเนตร
นายปรีชานนท์ โฉมเฉลา
นายพนาวุฒิ นารถบุญ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน 1
1.4 แผนการดำเนินโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ 2
1.6 งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 3
2.1 ไฟฟ้าสถิตและประจุไฟฟ้า 3
2.1.1 ไฟฟ้าสถิต 3
2.1.2 ประจุไฟฟ้า 3
2.1.3 การเกิดประจุไฟฟ้าสถิต 4
2.1.4 ปรากฏการณ์การคายประจุไฟฟ้าสถิต 5
2.1.5 ทำไมไฟฟ้าสถิตจึงเป็นปัญหา 5
2.1.6 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริค 6
2.1.7 คุณสมบัติของวัสดุและวัสดุต่างกันมีผลต่อไฟฟ้าสถิตอย่างไร 8
2.1.8 ความเปราะบางของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อไฟฟ้าสถิตของอุปกรณ์ 9
2.2 หลักการพื้นฐานการควบคุมไฟฟ้าสถิต 10
2.2.1 การกราวด์ 11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 กระบวนการไอออไนเซชั่น 11
2.2.3 การระบุพื้นที่ที่เป็นปัญหา 12
2.2.4 บุคลากรและเครื่องมือ,เครื่องจักร 13
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 16
2.3.1 ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 ที่ใช้ในโครงงาน 18
2.3.2 การดาวน์โหลดโปรแกรมลง P89V51RD2 21

บทที่ 3 การออกแบบและอุปกรณ์ที่ใช้ 22
3.1 การออกแบบวงจร 22
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 24
3.2.1 ทรานซิสเตอร์ 24
3.2.2 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 25
3.2.3 ซีเนอร์ไดโอด 26
3.2.4 ตัวต้านทาน 26
3.2.5 ตัวเก็บประจุ 27
3.2.6 LED 27
3.2.7 Crystal 28
3.2.8 สวิทช์กดติดปล่อยดับ 28
3.2.9 ไอซี MAX232 29

บทที่ 4 การทดลองและผลการวิเคราะห์ 30
4.1 ชิ้นงานที่ได้จากการทดลอง 30
4.2 วิธีการทดลอง 30
4.3 การวิเคราะห์ 33
4.3.1 การวิเคราะห์ในส่วนของวงจร 33
4.3.2 การวิเคราะห์ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ 43

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์โครงงาน 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 วิเคราะห์และสรุป 44
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในโครงงาน 45

เอกสารอ้างอิง 46

ภาคผนวก ก การใช้งานโปรแกรม Keil และ Flash Magic 47
ภาคผนวก ข Code Program 58

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 63

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อนุกรมไทรโบอิเล็กทริค เมื่อวัตถุสองชนิดมาแตะหรือแยกกัน	9
2.2 แสดงความเปราะบางต่อ ESD ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ	10
2.3 แสดงพื้นที่ในโรงงานที่ต้องการการปกป้องจากไฟฟ้าสถิต	12

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการเหนี่ยวนำของวัตถุสองชนิด	4
2.2 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริกเกิดจากวัสดุสองชิ้นสัมผัสกัน	6
2.3 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริกเกิดจากวัสดุสองชิ้นแยกกัน	7
2.4 สัญลักษณ์จุดร่วมกราวด์	11
2.5 วงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2	18
2.6 Block Diagram ของ P89V51RD2	20
2.7 โครงสร้างหน่วยความจำทั้งภายในและภายนอก	20
2.8 วงจรติดต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232	21
2.9 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อสายสัญญาณ Serial	21
3.1 วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์	22
3.2 ลายวงจร	23
3.3 ส่วนของวงจร	23
3.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	24
3.5 ทรานซิสเตอร์	24
3.6 ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ P89V51RD2	25
3.7 วงจรภายในไมโครคอนโทรเลอร์ P98V51RD2	25
3.8 ซีเนอร์ไดโอด	26
3.9 ตัวต้านทาน	26
3.10 ตัวเก็บประจุ	27
3.11 LED	27
3.12 Crystal	28
3.13 สวิทช์กดติด ปล่อยดับ	28
3.14 ไอซี MAX232	29
4.1 วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์	30
4.2 ภาพที่แสดงให้เห็นถึงการแยกจากพื้นของผู้ปฏิบัติงาน	31
4.3 ภาพที่แสดงให้เห็นถึงการต่อลงพื้นของผู้ปฏิบัติงาน	32
4.4 รูปภายในของวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 สถานะ OFF ของทรานซิสเตอร์	34
4.6 วงจรภายในเมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ OFF	35
4.7 ค่าแรงดันที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	36
4.8 รูปวงจรอนุกรมหาค่าแรงดันและกระแส	36
4.9 ค่าแรงดันและกระแสที่คำนวณได้จากโปรแกรม	37
4.10 รูปภายในของวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์	38
4.11 สถานะ ON ของทรานซิสเตอร์	38
4.12 วงจรภายในเมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ ON	39
4.13 ค่าแรงดันที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	40
4.14 Q1และQ2 ต่อกันแบบดาริงตันรวมกันเป็นตัวเดียว	40
4.15 ช่วงที่สัญญาณลดลงสู่ศูนย์	41
4.16 ช่วงที่สัญญาณเพิ่มขึ้น 5 โวลต์	42
4.17 วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์	43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในสภาพแวดล้อมในการทำงานของเราไฟฟ้าสถิตเป็นสิ่งที่เราต้องให้ความสนใจนอกจากไฟฟ้าสถิตจะมีผลต่อคนเมื่อไปสัมผัสกับวัสดุประเภทตัวนำแล้วทำให้รู้สึกว่าถูกไฟช็อตแล้ว ไฟฟ้าสถิตยังส่งผลต่อกระบวนการในการผลิตด้วย

ปัจจุบันชิ้นงานอิเล็กทรอนิคส์นับวันจะมีขนาดเล็กลงและประสิทธิภาพที่สูงขึ้นการมีวงจรไฟฟ้ามากมายในขนาดของชิ้นงานที่เล็กลง จะส่งผลให้ชิ้นงานยิ่งไวต่อไฟฟ้าสถิตมากขึ้น ไฟฟ้าสถิตนั้นจะถูกส่งจากคนงานในสายการผลิต,เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ไปยังชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีผลทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงานเหล่านั้นเปลี่ยนไป อาจจะเป็นการลดคุณภาพลงหรือทำลายชิ้นงานได้

จากผลเสียที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น โดยโครงงานนี้นี้จะใช้หลักการของไฟฟ้าสถิต(การถ่ายเทประจุไฟฟ้า)ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับตัววงจร เพื่อช่วยตรวจสอบและเฝ้าดูสถานะของผู้ปฏิบัติงานว่าได้อยู่ในสถานะที่ปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อชิ้นงาน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อช่วยตรวจสอบสถานะกราวด์ของผู้ประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

1.2.2 เพื่อปกป้องชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์จากไฟฟ้าสถิต

1.2.3 เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้งานทางด้านอื่นต่อไป

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 เพื่อสร้างวงจรตรวจสอบการต่อลงกราวด์ของผู้ปฏิบัติงานทางอิเล็กทรอนิกส์

1.3.2 เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรตรวจสอบกราวด์

1.3.3 เพื่อพัฒนาวงจรตรวจสอบกราวด์ให้มีประสิทธิภาพ

1.4 แผนการดำเนินโครงงาน

รายละเอียด	ปี 2555					ปี 2556		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. เก็บรวบรวมข้อมูล	←	→						
2. ศึกษาการทำงานของทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ		←	→					
3. ศึกษาการทำงานของระบบกราวด์			←	→				
4. ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์				←	→			
5. ออกแบบวงจรและบัดกรี					←	→		
6. ทดสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน						←	→	
7. ปรับปรุง แก้ไขผลงาน							←	→
8. สรุปผลนำเสนอผลงาน								← →

หมายเหตุ: ช่วงเวลาดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

1.5 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้วงจรต้นแบบซึ่งตรวจจับการต่อถึงกราวด์ของผู้ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเฝ้าดูสถานะกราวด์ของผู้ทำงานตลอดเวลา

1.6 งบประมาณของโครงการ

1.6.1 ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	1,000 บาท
1.6.2 ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น(สองพันบาทถ้วน)	2,000 บาท

หมายเหตุ:ถัวเฉลยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ไฟฟ้าสถิตและประจุไฟฟ้า

2.1.1 ไฟฟ้าสถิต (Electrostatic)

ไฟฟ้าสถิตถูกนิยามว่าประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากความไม่สมดุลย์ของอิเล็กตรอนบนพื้นผิวของวัสดุ ความไม่สมดุลย์ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่สามารถวัดได้และสนามไฟฟ้านี้ก็จะมีผลหรือมีอิทธิพลต่อวัสดุที่อยู่รอบๆ

การคายประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge) ถูกนิยามว่าคือการถ่ายประจุระหว่างวัสดุหรือชิ้นส่วนของวัสดุที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกัน ไฟฟ้าสถิตสามารถเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำไม่ว่าจะทำให้มันแย่ลงหรือว่าทำลายให้เกิดความเสียหาย ESD อาจทำให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เสียหายทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดปกติหรือล้มเหลว [พูลพงษ์ บุญพราหมณ์, 2530]

2.1.2 ประจุไฟฟ้า (Electric Charge)

ประจุไฟฟ้าเป็นคุณสมบัติพื้นฐานถาวรหนึ่งของอนุภาคซึ่งเล็กกว่าอะตอมเป็นคุณสมบัติที่กำหนดปฏิกิริยาแม่เหล็กไฟฟ้า สสารที่มีประจุไฟฟ้านั้นจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในขณะเดียวกัน ก็จะได้รับผลกระทบจากสนามด้วยเช่นกัน ปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างประจุและสนาม แรงแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นหนึ่งในสี่ของแรงพื้นฐาน ได้แก่ แรงนิวเคลียร์อย่างเข้ม แรงนิวเคลียร์อย่างอ่อน แรงโน้มถ่วง และแรงแม่เหล็กไฟฟ้า

โดยปกติธรรมชาติของสสารจะประกอบด้วยหน่วยย่อยๆที่มีลักษณะและมีสมบัติเหมือนกันที่เรียกว่าอะตอมภายในอะตอมจะประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิดได้แก่ โปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน โดยที่โปรตอนมีประจุไฟฟ้าบวกกับนิวตรอนที่เป็นกลางทางไฟฟ้ารวมกันอยู่เป็นแกนกลางเรียกว่านิวเคลียส ส่วนอิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบซึ่งอยู่รอบๆนิวเคลียสตามปกติวัตถุจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า กล่าวคือในแต่ละอะตอมจะมีจำนวนอนุภาคโปรตอน (ประจุไฟฟ้าบวก) และจำนวนอนุภาคอิเล็กตรอน(ประจุไฟฟ้าลบ) เท่ากัน

สรุปได้ว่าประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวกและประจุลบ โดยวัตถุที่มีประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน ต่างกันจะดูดกัน โดยแรงกระทำระหว่างประจุทั้งสองมีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้าม [ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน,2554,หน้า 10-12]

2.1.3 การเกิดประจุไฟฟ้าสถิต [ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน,2554,หน้า 10-12]

การเกิดไฟฟ้าสถิตนั้น สามารถเกิดขึ้นได้ด้วยวิธีการหลักๆ 3 ทางคือ

2.1.3.1 การถูหรือการเสียดสี (Triboelectric charging)

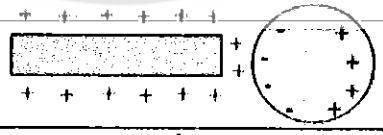
เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาถูหรือเสียดสีกัน พลังงานที่เกิดจากการเสียดสีจะทำให้เกิดการถ่ายเทประจุระหว่างวัตถุทั้งสอง ทำให้วัตถุหนึ่งมีปริมาณประจุบวกมากกว่าประจุลบ จึงมีประจุสุทธิเป็นบวกและอีกวัตถุหนึ่งมีปริมาณประจุลบมากกว่าประจุบวก จึงมีประจุสุทธิเป็นลบการแลกเปลี่ยนของประจุนี้จะเกิดกับวัสดุประเภทที่ไม่นำไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า ไดอิเล็กตริกหรือฉนวน ตัวอย่างเช่นยางพลาสติกและแก้ว

2.1.3.2 การแตะหรือการสัมผัส (Touching or Conductioncharging)

การแตะหรือสัมผัสโดยการนำวัตถุที่มีอำนาจทางไฟฟ้าไปแตะหรือสัมผัสกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้มีการถ่ายเทของอิเล็กตรอนจนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จึงหยุดการถ่ายเทหลังการสัมผัสหรือการแตะ จะทำให้วัตถุซึ่งเดิมเป็นกลางจะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกับประจุไฟฟ้าของวัตถุที่นำมาแตะ โดยขนาดของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า (เดิม) จะมีค่าเท่ากับขนาดประจุไฟฟ้าที่ลดลงของวัตถุที่นำมาแตะ

2.1.3.3 การเหนี่ยวนำ (Induction charging)

คือการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุที่เป็นกลางแล้วทำให้วัตถุที่เป็นกลางเกิดประจุชนิดตรงข้ามที่ด้านใกล้และประจุชนิดเดียวกันที่ด้านไกลออกไปดังแสดงตามรูปที่ 2.1 และเมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าออกห่างการกระจายตัวของประจุในวัตถุก็จะกลับมาเป็นเช่นเดิม



รูปที่ 2.1 แสดงการเหนี่ยวนำของวัตถุสองชนิด

แต่ถ้าต้องการทำให้วัตถุนั้นมีประจุไฟฟ้าถาวรด้วยวิธีการเหนี่ยวนำก็สามารถทำได้ โดยการต่อสายดินควบคู่ไปด้วยซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปเหนี่ยวนำวัตถุที่เป็นกลางแล้วต่อสายดินให้กับวัตถุที่เป็นกลางแล้วนำสายดินออก จากนั้นนำวัตถุที่เหนี่ยวนำออกจะทำให้วัตถุที่เป็นกลางมีประจุชนิดตรงข้ามกับวัตถุที่นำมาเหนี่ยวนำ

2.1.4 ปรากฏการณ์การคายประจุไฟฟ้าสถิต

การคายประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge;ESD) คือการถ่ายเทประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุ 2 ชนิดไม่เท่ากัน

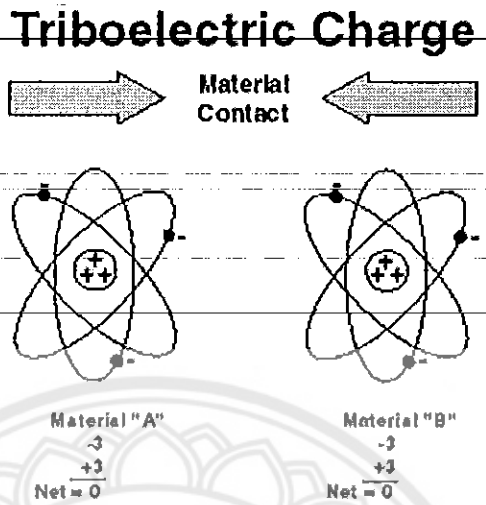
ยกตัวอย่าง เช่น เมื่อเราใส่รองเท้าหนังแล้วเดินไปบนพื้นที่ปูไปด้วยขนสัตว์หรือพรม แล้วเดินไปจับลูกบิดประตูจะมีความรู้สึกว่าโดนไฟช็อต ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่า เกิดประจุไฟฟ้าขึ้นจากการเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิด วัตถุใดเสียอิเล็กตรอนไปจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนใดที่ได้รับอิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุที่มาเสียดสีกัน ร่างกายของคนเราเป็นตัวกลางไฟฟ้าที่ดี เมื่อเราเดินผ่านพื้นที่ปูด้วยขนสัตว์หรือพรม รองเท้าหนังของเราจะเสียดสีกับพื้นขนสัตว์หรือพรม ทำให้อิเล็กตรอนถ่ายเทจากรองเท้าหนังไปยังพื้นพรม เมื่อเราเดินไปเรื่อยๆ อิเล็กตรอนจะถ่ายเทจากรองเท้าไปยังพื้นมากขึ้น จึงทำให้เรามีประจุไฟฟ้าเป็นบวกกระจายอยู่เต็มตัวเรา เมื่อเราไปจับลูกบิดประตู ซึ่งเป็นโลหะจะทำให้อิเล็กตรอนจากประตูถ่ายเทมายังตัวเรา ทำให้เรารู้สึกว่าคล้ายๆถูกไฟช็อต ในลักษณะเดียวกันถ้าเราใส่รองเท้ายาง รองเท้ายางจะรับอิเล็กตรอนจากผ้าขนสัตว์หรือพรม จะทำให้เรามีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เมื่อเราเข้าไปใกล้และจับลูกบิดประตูจะทำให้อิเล็กตรอนถ่ายเทจากเราไปยังลูกบิดประตู เราจะมีความรู้สึกว่าถูกไฟช็อต

2.1.5 ทำไมไฟฟ้าสถิตถึงเป็นปัญหา

ในสภาพแวดล้อมในการทำงานของเราไฟฟ้าสถิตเป็นสิ่งที่เราต้องให้ความสนใจนอกจากไฟฟ้าสถิตจะมีผลต่อคน เมื่อไปสัมผัสกับวัสดุประเภทตัวนำแล้วทำให้รู้สึกว่าถูกไฟช็อตแล้ว ไฟฟ้าสถิตยังส่งผลต่อกระบวนการในการผลิตด้วย

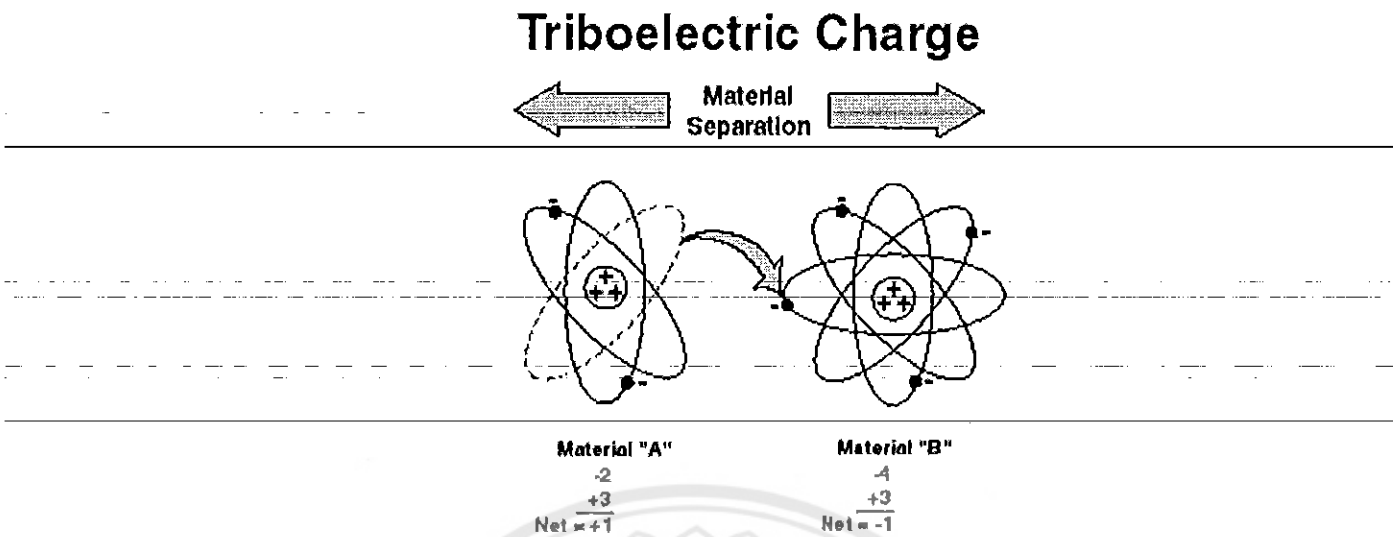
ปัจจุบันชิ้นงานอิเล็กทรอนิคส์นับวันจะมีขนาดเล็กลงและประสิทธิภาพที่สูงขึ้นการมีวงจรไฟฟ้ามากมายในขนาดของชิ้นงานที่เล็กลงจะส่งผลให้ชิ้นงานยิ่งไวต่อไฟฟ้าสถิตมากขึ้น ไฟฟ้าสถิตจะถูกส่งจากคนงานในสายการผลิต เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ ไปยังชิ้นงานอิเล็กทรอนิคส์ ซึ่งมีผลทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของชิ้นงานเหล่านั้นเปลี่ยนไป อาจจะเป็นการลดคุณภาพลงหรือทำลายชิ้นงาน มีการศึกษาและพบว่ามากกว่า50%ของชิ้นงานที่เสียหายล้วนมีผลมาจากไฟฟ้าสถิต [ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน,2554,หน้า 10-12]

2.1.6 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริค (Triboelectric) [พูลพงษ์ บุญพราหมณ์, 2530]



รูปที่ 2.2 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริควัสดุสองชิ้นสัมผัสกัน

จากหัวข้อ 2.1.3.1 การถูหรือการเสียดสี เหตุการณ์เหล่านี้จะเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัสดุทั้งสอง อะตอมของวัสดุที่ไม่มีประจุไฟฟ้าถือว่ามันมีจำนวนประจุบวกที่นิวเคลียสเท่ากับประจุลบ ซึ่งวิ่งรอบๆนิวเคลียสในรูปที่ 2.2 วัสดุชนิด A ประกอบไปด้วยอะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน วัสดุชนิด B ก็ประกอบด้วยอะตอมที่มีจำนวนของโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ดังนั้นวัสดุทั้งสองจึงถือว่าเป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อวัสดุทั้งสองถูกนำมาแตะแล้วแยกกัน ประจุลบหรืออิเล็กตรอนก็จะถูกย้ายจากผิวของวัสดุหนึ่งไปสู่ผิวของอีกวัสดุหนึ่งวัสดุใดจะสูญเสียอิเล็กตรอนหรือจะได้รับอิเล็กตรอนมาเพิ่ม ก็ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุทั้งสองวัสดุที่สูญเสียอิเล็กตรอนก็จะมีประจุบวก(เพราะมีประจุบวกมากกว่าประจุลบ) วัสดุที่ได้รับอิเล็กตรอนมาเพิ่มก็จะถือเป็นวัสดุประเภทประจุลบ ดังแสดงตามรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ประจุแบบไทรโบอิเล็กทริคเกิดจากวัสดุสองชิ้นแยกกัน

ระดับหรือความมากน้อยของประจุมีหน่วยเป็น คูลอมบ์ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปเราพูดถึงศักย์ไฟฟ้าสถิตบนวัสดุอยู่ในรูปหน่วย โวลต์เตจ หรือเรียกกันทั่วไปว่าโวลต์ จริงๆแล้วขบวนการที่วัสดุสัมผัสและแยกออกจากกัน อิเล็กตรอนมีการเคลื่อนย้ายเป็นกลไกที่มีความซับซ้อนมากกว่าที่อธิบายมาแล้วมาก จำนวนประจุที่เกิดจากขบวนการไทรโบอิเล็กทริคขึ้นกับขนาดของพื้นที่สัมผัส ความเร็วของการแยกออกจากกัน ความชื้นสัมพัทธ์ และองค์ประกอบอื่นอีกหลายอย่างทันทีที่มีประจุเกิดขึ้นบนวัสดุ ก็ถือได้ว่ามีประจุไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นแล้ว(ถ้าประจุยังอยู่บนวัสดุ) ประจุเหล่านี้จะเคลื่อนย้ายจากวัสดุไปสู่ที่อื่นเรียกว่าเกิดกระบวนการถ่ายเทของไฟฟ้าสถิต ประจุไฟฟ้าสถิตจะเกิดขึ้นบนวัสดุในขบวนการอื่นด้วยเช่น การเหนี่ยวนำ การระดมไอออนใส่ ซึ่งการสัมผัสแบบเสียดสีเป็นเหตุการณ์ที่เกิดบ่อยที่สุด

2.1.7 คุณสมบัติของวัสดุและวัสดุต่างกันมีผลต่อไฟฟ้าสถิตอย่างไร [ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการถ่ายเทของไฟฟ้าสถิต,(ออนไลน์),(2553)]

วัสดุทุกอย่างไม่ว่าเป็น น้ำเม็ดฝุ่นที่ลอยอยู่ในอากาศก็จะเกิดประจุแบบไทรโบอิเล็กทริคได้ ประจุจะเกิดมากหรือน้อย เกิดแล้วไปอยู่ที่ใด เกิดเร็วเท่าไรเป็นสิ่งที่ขึ้นกับคุณลักษณะทางไฟฟ้าของวัสดุนั้นๆ

2.1.7.1 ฉนวนไฟฟ้า

วัสดุที่กันหรือจำกัดการไหลหรือเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอนไปตามผิวหรือผ่านเนื้อในของวัสดุเรียกว่า ฉนวน ฉนวนมีความต้านทานทางไฟฟ้าสูงมาก ปริมาณประจุไฟฟ้าก็สามารถเกิดได้บนผิวของฉนวนเช่นกัน เพราะว่าฉนวนไม่ยอมให้อิเล็กตรอนไหลผ่านได้ง่ายๆ ทั้งประจุบวกและประจุลบก็สามารถอยู่บนผิวฉนวนได้ ในเวลาเดียวกันแม้ว่าอยู่คนละจุดกันจำนวนอิเล็กตรอนมากๆที่อยู่บนผิวที่เป็นประจุลบ ณ จุดใดจุดหนึ่งอาจวิ่งเข้าไปหาจุดที่เป็นบวกเพื่อทำให้เป็นกลาง ได้อย่างไรก็ตาม การไหลของอิเล็กตรอนเป็นไปได้ยากมากบนผิวที่เป็นฉนวน เพราะฉะนั้นทั้งประจุบวกและประจุลบอาจยังคงอยู่บนวัสดุนั้นได้เป็นเวลานานแม้ว่าจะอยู่คนละจุด

2.1.7.2 วัสดุตัวนำทางไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้าจะปล่อยให้อิเล็กตรอนวิ่งผ่านพื้นผิวหรือในตัวได้ง่าย เพราะว่ามีความต้านทานทางไฟฟ้าต่ำ เมื่อตัวนำไฟฟ้าตัวหนึ่งมีประจุประจุเหล่านั้นจะกระจัดกระจายไปอยู่ทั่วผิวของวัสดุตัวนำนั้น ถ้าวัสดุตัวนำนั้นไปสัมผัสกับวัสดุอื่นอิเล็กตรอนจะไหลผ่านพื้นของวัสดุที่เป็นตัวนำนั้นไปสู่วัสดุอีกชิ้นได้อย่างง่ายดาย ถ้าตัวนำตัวที่สองแตะหรือถูกต่อลงไปที่พื้นดินอิเล็กตรอนจะไหลไปที่ดินหรือกราวด์ แล้วประจุที่เกินบนตัวนำนั้นจะถูกทำให้เป็นวัสดุที่เป็นกลาง

ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถเกิดขึ้นในขบวนการไทรโบอิเล็กทริคบนวัสดุตัวนำในลักษณะเดียวกับที่เกิดบนวัสดุที่เป็นฉนวน ตราบใดที่วัสดุที่เป็นตัวนำถูกแยกไม่ให้สัมผัสกับตัวนำอื่นหรือกราวด์ประจุไฟฟ้านั้นก็ยังคงค้างอยู่บนวัสดุที่เป็นตัวนำตัวนั้น ถ้าวัสดุที่เป็นตัวนำตัวนั้นถูกกราวด์ประจุก็จะลงกราวด์ได้อย่างง่ายดาย ถ้าตัวนำที่มีประจุสัมผัสหรือเข้าใกล้ตัวนำอื่นประจุก็จะไหลหรือถ่ายเทระหว่างตัวนำทั้งสอง

2.1.7.3 วัสดุกระจายไฟฟ้าสถิต

วัสดุกระจายไฟฟ้าสถิต (Static Dissipative Materials) ที่มีคุณสมบัติกระจายไฟฟ้าสถิตจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ระหว่างฉนวนและตัวนำอิเล็กตรอนสามารถไหลไปตามพื้นผิวหรือวิ่งผ่านเนื้อในวัสดุประเภทถ่ายเทประจุ (Dissipative Materials)ได้เช่นเดียวกับฉนวนหรือตัวนำ สามารถเกิดประจุแบบไทรโบอิเล็กทริคได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามวัสดุประเภทนี้มีความเหมือนวัสดุ

ประเภทตัวนำตรงที่สามารถปล่อยให้มีการเคลื่อนย้ายประจุจากวัสดุนั้นไปลงดินหรือวัสดุที่เป็นตัวนำอื่นได้ แต่การเคลื่อนย้ายประจุของวัสดุที่เป็นประเภทถ่ายเทประจุจะใช้เวลานานกว่าวัสดุประเภทตัวนำหากว่ามีขนาดเท่ากันการเคลื่อนย้าย

2.1.7.4 อนุกรมไทรโบอิเล็กทริค

อนุกรมไทรโบอิเล็กทริคจะเป็นตารางแสดงว่าเมื่อวัสดุสองชิ้นมาเสียดสีและแยกกันจะมีการจับขั้วและขนาดของประจุต่างกัน เมื่อวัสดุสองอย่างแตะและแยกกันวัสดุตัวที่อยู่บนกว่าในตาราง 2.1 จะมีประจุบวกตัวที่อยู่ต่ำกว่าจะเป็นประจุลบ วัสดุในตารางยิ่งอยู่ห่างกันในตารางก็จะให้ประจุมากถ้าอยู่ใกล้กันในตารางจะให้ประจุน้อย

ตารางที่ 2.1 อนุกรมไทรโบอิเล็กทริค เมื่อวัสดุสองชิ้นมาแตะหรือแยกกัน

ประจุบวก	ประจุลบ
Acetate	Steel
Glass	Nickel
Nylon	Copper
Wool	Rubber
Lead	Polyester
Aluminum	PVC
Paper	Silicon
Cotton	Teflon
Wood	

2.1.8 ความเปราะบางของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อไฟฟ้าสถิตของอุปกรณ์

วิธีการทดสอบที่อาศัยรูปแบบของเหตุการณ์ ESD จะช่วยให้เรานิยามความเปราะบางของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อ ESD อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางอย่างถูกทำลายได้อย่างง่ายดาย จากการถ่ายเทของประจุในระหว่างขบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ ในขณะเดียวกันอุปกรณ์บางอย่างอาจเสียหายได้ง่ายกว่าเมื่อเกี่ยวข้องกับบุคคลหรือบุคลากร การนิยามความเปราะบางต่อ ESD ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นขั้นตอนแรกในการระบุหรือบ่งบอกหามาตรการในการป้องกันปัญหา ESD มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนไม่น้อยมีความเปราะบางต่อ ESD ในระดับโวลต์เตจต่ำๆ และก็มีไม่น้อยเลยที่เปราะบางต่อโวลต์เตจระดับ 100 โวลต์ ชิ้นส่วนของดิสไดร์มีความเปราะบางต่อ ESD ในระดับที่ต่ำกว่า 10 โวลต์แนวโน้มของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้วงจร

ขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ระดับความเปราะบางต่อ ESD สูงขึ้นหรือทนต่อโวลต์เพียงไม่กี่โวลต์ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงความเปราะบางต่อ ESD ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ

ประเภทของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	อัตราทนแรงดันจาก ESD (Volts)
VMOS	30-1,200
Mosfet,GaAsfet,EPROM	100-300
JFET	150-7,000
OP-AMP	190-2,500
Schottky Diodes	300-2,500
Film Resistors	300-3,000
Schottky TTL	1,000-2,500

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทมีอัตราการทนทานต่อการเกิด ESD ได้แตกต่างกันเช่น Film Resistors มีอัตราการทนทานต่อการเกิด ESD ได้มากที่สุดที่ 300-3,000 โวลต์ และ Mosfet,GaAsfet,EPROM มีอัตราการทนทานต่อการเกิด ESD ได้น้อยที่สุดที่ 100-300 โวลต์

2.2 หลักการพื้นฐานการควบคุมไฟฟ้าสถิต

การควบคุมไฟฟ้าสถิตจะง่ายและมีประสิทธิภาพถ้าเรามุ่งเน้นไปที่หลักการพื้นฐานการควบคุมไฟฟ้าสถิต 4 ข้อดังนี้ [พูลพงษ์ บุญพราหมณ์, 2530,จิตรยุทธจุณณะภาต, 2553]

1. การออกแบบที่สามารถต้านทานการถ่ายเทของไฟฟ้าสถิตเป็นอย่างดีและสมเหตุผล
2. กำจัดหรือลดวิธีการที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตโดย จัดการให้วัสดุที่ใช้ในการผลิตมีศักย์ไฟฟ้าเทียบเท่ากันและจัดการให้มีการกราวด์ที่เหมาะสม เพื่อลดการเกิดและการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต
3. ทำให้การถ่ายเทประจุเป็นไปอย่างช้าๆ และเป็นกลางโดยการกราวด์ การไอออไนเซชั่นและการใช้วัสดุที่เป็นตัวนำ
4. ป้องกันผลิตภัณฑ์จากไฟฟ้าสถิตโดยการกราวด์ที่เหมาะสมและใช้วัสดุที่ป้องกันไฟฟ้าสถิตได้

โดยทั่วไปตามสถานที่ต่างๆที่ต้องควบคุมไฟฟ้าสถิต เราจะเน้นไปที่หลักการ 3 ข้อสุดท้าย ต่อไปนี้เราจะกล่าวเน้นถึงวัสดุและวิธีการที่จะกำจัดและลดการเกิดไฟฟ้าสถิตการทำให้การถ่าย

ประจุเป็นไปอย่างช้าๆ และเป็นกลางหรือการปกป้องผลิตภัณฑ์ที่เปราะบางต่อไฟฟ้าสถิตจากไฟฟ้าสถิต

2.2.1 การกราวด์

การกราวด์ไฟฟ้าสถิตอย่างมีประสิทธิภาพเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งในการทำงานทุกขั้นตอนการกราวด์ไฟฟ้าสถิตควรที่ได้รับการนิยามและตรวจสอบอยู่เสมอ

มาตรฐานของสมาคม ESD (EOS/ESD) ในหัวข้อ Grounding ได้แนะว่ามี 2 ขั้นตอนในการกราวด์เพื่อป้องกันเครื่องมือจากไฟฟ้าสถิต [วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2545]

ทำการกราวด์ทุกส่วนของพื้นที่ที่ทำงานไม่ว่าจะเป็นพื้นผิวที่ทำงานตัวบุคคล เครื่องมือต่างๆ และอื่นๆ ลงไปที่จุดกราวด์ร่วม (จุดกราวด์ร่วมคือจุดที่ระบบงาน หรือวิธีการตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปเชื่อมต่อผ่านตัวนำมายังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน) จุดกราวด์ร่วมนี้ควรที่จะได้ทำการกำหนดสัญลักษณ์ให้ชัดเจนซึ่งมาตรฐานของสมาคม ESD (EOS/ESD S8.1-1993) ได้กำหนดสัญลักษณ์ของจุดกราวด์ร่วมแสดงดังรูป 2.4

รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ของจุดร่วมกราวด์

เชื่อมต่อจุดกราวด์ร่วมไปยังสายกราวด์ของเครื่องจักร (สายที่ 3 หรือสายสีเขียว) เพื่อทำให้ศักย์ไฟฟ้าของพื้นผิวที่ทำงาน ตัวบุคคล เครื่องมือต่างๆ เครื่องจักร และอื่นๆมีขนาดเท่ากันถ้าไม่ได้เชื่อมต่อจุดกราวด์ร่วมกับสายกราวด์ของเครื่องจักรเข้าด้วยกันแล้วอาจทำให้เกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากศักย์ไฟฟ้าไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดการประทุของไฟฟ้าสถิต

2.2.2 กระบวนการไอออไนเซชั่น

เราได้เห็นแล้วว่าพื้นฐานของการควบคุมไฟฟ้าสถิต คือ การเชื่อมต่อวัสดุกระจายไฟฟ้าสถิตและบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน แต่อย่างไรก็ตามแผนงานควบคุมไฟฟ้าที่สมบูรณ์จะต้องควบคุมไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นบนวัสดุตัวนำที่ไม่สามารถกราวด์หรือวัสดุประเภทฉนวนได้ มีบ้างเหมือนกันที่มีการใช้น้ำยาเคลือบบนผิวของวัสดุประเภทฉนวนเพื่อทำให้เกิดการควบคุมประจุไฟฟ้าสถิตแต่

ส่วนใหญ่ใช้กระบวนการไอออไนเซชั่นเพื่อทำให้ประจุที่อยู่บนพื้นผิววัสดุเป็นกลาง โดยการดึงประจุตรงข้ามเข้ามาหักล้าง ไม่ว่าประจุที่อยู่บนพื้นผิวจะเป็นประจุบวกหรือประจุลบก็ตาม เนื่องจากว่าอากาศมีอยู่ในที่ทำงานทุกแห่งระบบไอออไนเซชั่นที่ใช้อากาศจึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง รวมทั้งห้องสะอาดซึ่งการใช้สเปรย์ควบคุมไฟฟ้าสถิตไม่มีความเหมาะสม

ระบบไอออไนเซชั่นที่ใช้อากาศไม่ใช่สิ่งทดแทนการกราวด์ แต่เป็นเพียงส่วนหนึ่งของแผนงานควบคุมไฟฟ้าสถิต ไอออไนเซอร์หรือเครื่องทำไอออไนเซชั่นจะถูกนำมาใช้ก็ต่อเมื่อไม่สามารถกราวด์ทุกสิ่งในโรงงานได้ ในห้องสะอาดระบบไอออไนเซชั่นที่ใช้อากาศเป็นหนึ่งในหลายๆวิธีการที่จะควบคุมไฟฟ้าสถิต

2.2.3 การระบุพื้นที่ที่เป็นปัญหา

ในส่วนที่แล้วเราได้แนะนำว่ามีองค์ประกอบหลายประการที่สำคัญที่จะช่วยให้เราพัฒนาและจัดการควบคุมไฟฟ้าสถิตอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกใช้วัสดุที่ปลอดจากไฟฟ้าสถิตและการเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพเริ่มด้วยองค์ประกอบ 2 ข้อดังนี้

1. ระบุรายการชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิตที่ใช้ในโรงงานมาประเมิน
2. พื้นที่และกระบวนการต่างๆ ในโรงงานเพื่อกำหนดว่าพื้นที่ใดในโรงงานต้องการการปกป้องจาก ไฟฟ้าสถิตโดยหลักแล้วพื้นที่ที่ต้องการการปกป้องจากไฟฟ้าสถิตมี ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงพื้นที่ในโรงงานที่ต้องการการปกป้องจากไฟฟ้าสถิต

พื้นที่ในโรงงานที่ต้องการการปกป้องจากไฟฟ้าสถิต
บริเวณรับงาน
บริเวณที่แกะหีบห่อและทำการตรวจรับชิ้นงาน
พื้นที่เก็บวัสดุและสินค้า
พื้นที่ทำการประกอบชิ้นส่วน
ส่วนทำการวิจัยและพัฒนา
บริเวณบรรจุหีบห่อ
ส่วนซ่อมนอกสถานที่
สำนักงานและห้องทดลอง
ห้องสะอาด

2.2.4 บุคลากรและเครื่องมือ,เครื่องจักร

2.2.4.1 บุคลากรและเครื่องมือที่มีการเคลื่อนที่

ในโรงงานส่วนใหญ่สิ่งที่ก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตมากที่สุด คือ บุคลากรในโรงงานเองการเดินไปรอบๆของบุคลากรหรือผู้ที่กำลังซ่อมแผงวงจรสามารถที่จะก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตนับหลายพันโวลต์บนตัวของเขา ถ้าขาดการควบคุมที่ดีประจุไฟฟ้าจะประทุเข้าหาอุปกรณ์ที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิต

แม้กระทั่งในสายการผลิตที่เป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมด บุคลากรที่ทำงานก็ต้องมีการจับฉวยอุปกรณ์ที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิต ไม่ว่าจะเป็นห้องเก็บของ โกดัง ห้องซ่อม หรือในขณะขนย้าย ด้วยเหตุผลดังกล่าวแผนงานควบคุมไฟฟ้าสถิตจึงเน้นไปที่การควบคุมดูแลบุคลากรที่มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตและก่อให้เกิดการประทุของไฟฟ้าสถิต เช่นเดียวกันกับรถเข็นรถลากไม่ว่าจะมีล้อหรือไม่มีล้อก็ตามที่เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่โรงงาน ก็จะก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิตแล้ว ประจุเหล่านั้นก็จะประทุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่เคลื่อนที่ไปบนรถเข็นหรือรถลากเหล่านั้น

2.2.4.2 พื้น,แผ่นปูรองพื้นและวัสดุที่ใช้ทำพื้น

อีกวิธีหนึ่งของการควบคุมไฟฟ้าสถิตอันเกิดจากตัวบุคลากร คือ การใช้พื้นโรงงานที่มีการป้องกันไฟฟ้าสถิตแล้วผนวกกับการใส่รองเท้าหรืออุปกรณ์ยึดเท้าที่ช่วยควบคุมไฟฟ้าสถิตได้ การใช้คู่กันระหว่างพื้นโรงงานและอุปกรณ์ยึดเท้า จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้าสถิตลงสู่พื้นอย่างช้าๆ เป็นการลดการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิตที่จะสะสมบนตัวบุคคลและไม่ทำให้ระดับของไฟฟ้าสถิตสูงเกินกว่าค่าที่ปลอดภัย นอกจากจะช่วยเคลื่อนย้ายประจุแล้วพื้นโรงงานประเภทนี้ยังช่วยลดการเกิดไทรโบอิเล็กทริคได้อีก การเน้นไปที่การควบคุมพื้นโรงงานนี้จะมีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อการทำงานในพื้นโรงงานเจ้าหน้ามีการเคลื่อนที่หรือเดินกันมากๆ นอกจากนี้พื้นโรงงานดังกล่าวก็จะลดการสะสมของประจุบนเก้าอี้รถลากรถเข็นหรือสิ่งอื่นๆที่อยู่บนพื้น

2.2.4.3 เครื่องแต่งกาย

เมื่อใช้รองเท้าป้องกันไฟฟ้าสถิตล้อที่ปลอดภัยต่อไฟฟ้าสถิตร่วมกับพื้นที่เหมาะสมก็จะทำให้บุคลากรหรือสิ่งต่างๆที่อยู่บนพื้นสัมผัสกับพื้นได้ดีการกราวด์ก็จะมีประสิทธิภาพหากใช้วัสดุที่เป็นฉนวน เช่นรองเท้าที่เป็นฉนวนบุคคลผู้นั้นก็จะสะสมไฟฟ้าสถิตบนตัวเพราะไม่มีทางเดินไฟฟ้าที่จะให้ประจุลงพื้นไปได้

เสื้อผ้าที่สวมใส่เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องพิจารณาในบางพื้นที่ที่ต้องการการปกป้องจากไฟฟ้าสถิต โดยเฉพาะในห้องสะอาดและในที่มีอากาศแห้งมากๆวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้าสามารถก่อประจุไฟฟ้าสถิตได้เมื่อสัมผัสและแยกกับวัสดุอื่นๆ หรือแม้กระทั่งตัวเสื้อผ้าเองประจุเหล่านี้อาจประทุไปที่ชิ้นส่วนที่เปราะบางต่อไฟฟ้าสถิตหรือสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิตซึ่งจะนำให้เกิดประจุบนร่าง

การมนุษย์ แม้ว่าบุคคลนั้นจะมีการกราวด์นั่นก็ไม่ได้หมายความว่าใยผ้าที่เป็นฉนวนจะคลายประจุอย่างช้าๆ ไปสู่บุคคลนั้นและลงกราวด์ไปในที่สุดได้ ส่วนใหญ่เสื้อผ้าใช้วัสดุที่เป็นฉนวนดังนั้นเสื้อผ้าที่สามารถควบคุมไฟฟ้าสถิตจะทำให้เกิดผลกระทบของสนามไฟฟ้าสถิตหรือการประจุที่อาจเกิดขึ้นที่ตัวบุคคลน้อยลง

2.2.4.4 พื้นที่ที่ทำงานและพื้นผิวที่ทำงาน

พื้นที่ที่ทำงานและพื้นผิวที่ทำงานเป็นส่วนที่สำคัญของแผนงานป้องกันไฟฟ้าสถิต ซึ่งอุปกรณ์และกระบวนการที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิตต้องใช้ เช่น การประกอบหรือการซ่อมแซมผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ที่ทำงาน

พื้นที่ที่ทำงานที่ต้องได้รับการปกป้องจากไฟฟ้าสถิต หมายถึง พื้นที่เฉพาะบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่สร้างหรือบรรจุวัสดุหรือเครื่องมือที่ต้องกำหนดขอบเขตความเสียหายจากรายการที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิต อาจเป็นพื้นที่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับส่วนอื่นๆ ในห้องเก็บของโกดัง พื้นที่ประกอบชิ้นส่วนหรือพื้นที่ในลักษณะที่คล้ายๆกัน หรือเป็นพื้นที่ที่ต้องอยู่ในความควบคุมดูแล เช่น ห้องสะอาด

พื้นที่ทำงานต้องมีการจัดเตรียมการเชื่อมต่อระหว่างพื้นผิวที่ทำงาน เครื่องไม้เครื่องมือต่างๆ และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการกราวด์ไปยังจุดกราวด์ร่วม นอกจากนี้อาจเพิ่มการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กราวด์ส่วนบุคคล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง องค์ประกอบที่สำคัญในการควบคุมไฟฟ้าสถิตประกอบด้วย พื้นที่ที่ทำงานที่มีพื้นผิวที่ทำงานเป็นวัสดุกระจายไฟฟ้าสถิตอุ ปกรณ์กราวด์ส่วนบุคคล การเชื่อมต่อกราวด์ร่วมและการทำแผ่นป้ายที่เหมาะสมตัวอย่างของพื้นที่ที่ทำงาน

พื้นผิวที่ทำงานที่ต้องได้รับการปกป้องจากไฟฟ้าสถิตมีความต้านทานพื้นผิวที่ใช้ในการกราวด์อยู่ในช่วง 10^6ถึง 10^9 ซึ่งต้องมีศักย์ไฟฟ้าที่เท่าเทียมกันกับรายการที่ต้องได้รับการปกป้องจากไฟฟ้าสถิตอื่นๆ พื้นผิวที่ทำงานจะต้องจัดเตรียมเส้นทางการกราวด์ เพื่อที่จะควบคุมการประทุของประจุให้เป็นไปอย่างช้าๆและปลอดภัยบนวัสดุที่ต้องสัมผัสกับพื้นผิวที่ทำงานและพื้นผิวที่ทำงานต้องเชื่อมต่อกับจุดกราวด์ร่วม

2.2.4.5 เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและเครื่องทุ่นแรง

แม้ว่าโดยทั่วไปบุคคลจะเป็นผู้ก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิต แต่กระบวนการผลิตและการทดสอบแบบอัตโนมัติก็ทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าสถิตได้เช่นกันดังตัวอย่าง อุปกรณ์เกิดประจุไฟฟ้าสถิตจากการเลื่อนลงของตัวรางป้อนถ้าอุปกรณ์เหล่านั้นสัมผัสกับหัวใส่ หรือพื้นผิวตัวนำอื่นๆการถ่ายเทก็จะเกิดจากอุปกรณ์ไปสู่วัสดุที่เป็นโลหะ นอกจากนี้เครื่องทุ่นแรงต่างๆก็ทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าสถิตได้

2.2.4.6 การบรรจุและขนย้ายวัสดุ

การปกป้องผลิตภัณฑ์ที่มีความเปราะบางต่อไฟฟ้าสถิตโดยตรงได้แก่การจัดเตรียมวัสดุที่ใช้บรรจุ เช่น ถุง ลูกฟูกบรรจุภัณฑ์ชนิดแข็งหรือชนิดที่ไม่แข็งแต่คงรูปได้ เราจะใช้การบรรจุเพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์จากไฟฟ้าสถิต เมื่อเราต้องเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานโดยเฉพาะเมื่อส่งให้กับลูกค้า นอกจากนี้ บรรจุภัณฑ์อื่นๆที่ใส่ผลิตภัณฑ์ขณะเคลื่อนย้ายทั้งภายในโรงงานเองหรือระหว่างโรงงานก็ต้องมีการป้องกันไฟฟ้าสถิตเช่นกัน

หน้าที่หลักที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าสถิตของบรรจุภัณฑ์และวัสดุที่ใส่ผลิตภัณฑ์ คือ จำกัดความเป็นไปได้ของผลกระทบของไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากประจุแบบไทรโบอิเล็กทริค พิจารณาจากการใช้วัสดุที่มีการเกิดของประจุไฟฟ้าสถิตต่ำ ในการบรรจุชิ้นส่วนที่เปราะบางต่อไฟฟ้าสถิต เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุที่มีการเกิดของประจุไฟฟ้าสถิตต่ำจะสามารถควบคุมผลของประจุแบบไทรโบอิเล็กทริคจากการลื่นไถลไปบนแผ่นกระดานหรือตู้เก็บสินค้าได้ และพิจารณาว่าวัสดุที่ใช้ควรที่จะป้องกันผลิตภัณฑ์จากการถ่ายเทของไฟฟ้าสถิตได้โดยตรงดีกว่าที่จะป้องกันผลิตภัณฑ์จากสนามแม่เหล็ก

ชั้นในของวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ควรเป็นวัสดุที่มีการเกิดของประจุไฟฟ้าสถิตต่ำ แต่ชั้นนอกควรเป็นวัสดุที่มีช่วงความต้านทานเป็นวัสดุประเภทถ่ายเทประจุ การบ่งบอกว่าวัสดุใดมีคุณสมบัติของการเกิดประจุไฟฟ้าสถิตต่ำ ไม่สามารถบ่งบอกได้ด้วยค่าของความต้านทานแต่อย่างไรก็ตามค่าของความต้านทานช่วยให้เราแยกแยะว่าวัสดุใดมีความสามารถในการป้องกันไฟฟ้าสถิตหรือมีความสามารถในการถ่ายเทประจุอย่างช้าๆ และปลอดภัยการป้องกันไฟฟ้าสถิตจะช่วยลดความเข้มของสนามไฟฟ้าสถิตที่มีต่อพื้นผิวของวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ อันเป็นการป้องกันการเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายนอกกับภายในบรรจุภัณฑ์ การป้องกันไฟฟ้าสถิตทำได้โดยการใช้วัสดุที่มีความต้านพื้นผิวไม่เกิน 1.0×10^{3} เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EOS/ESD-S11.11 หรือใช้วัสดุที่มีความต้านทานเชิงปริมาตรไม่เกิน 1.0×10^{3} โอห์มต่อเซนติเมตร เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EIA 541

วัสดุประเภทถ่ายเทประจุจะมีความต้านทานพื้นผิวระหว่าง 1.0×10^{4} ถึง 1.0×10^{11} เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EOS/ESD-S11.11 หรือมีความต้านทานเชิงปริมาตรระหว่าง 1.0×10^{5} ถึง 1.0×10^{12} โอห์มต่อเซนติเมตร เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EIA 541 [วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2545]

จากที่กล่าวมา โดยทั่วไปแล้ววัสดุทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นตัวนำ สามารถทำให้มีประจุแบบไทรโบอิเล็กทริคได้ ระดับของประจุขึ้นกับลักษณะของวัตถุ เนื้อวัตถุ ความเร็วของการสัมผัสและการแยกวัสดุ ความชื้น และองค์ประกอบอื่นๆอีกหลายอย่าง การถ่ายเทของไฟฟ้าสถิต อาจทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เสียหายทันที หรือเสียหายแบบแอบแฝง การถ่ายเทของประจุไฟฟ้าสถิตเกิดได้ทุกส่วนของไฟฟ้าสถิต ขบวนการทดสอบ การขนส่ง การขนย้าย การจับต้อง หรือแม้กระทั่งใน

ระหว่างที่อุปกรณ์เหล่านั้นกำลังถูกใช้งาน ความเสียหายอาจเกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับประจุเข้ามา หรือมีการถ่ายเทประจุออกจากอุปกรณ์นั้นเอง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มีความไวหรือความเปราะบางต่อ ESD ต่างกันไป

การป้องกันปัญหาไฟฟ้าสถิตทำลายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะเริ่มจากการที่เราเข้าใจเรื่องไฟฟ้าสถิตเป็นอย่างดี เมื่อเราเข้าใจเรื่องราวเหล่านี้ เราก็จะสามารถที่จะพัฒนาวิธีป้องกันและควบคุมไฟฟ้าสถิตได้

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 [ทดลองเล่นไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 ด้วย P89V51RD2, (ออนไลน์),(2551)]

ถ้าพูดถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 หรือ MCS-51 ก็คงปฏิเสธไม่ได้ว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากตระกูลหนึ่ง ถึงแม่ว่าปัจจุบันจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่ๆ ที่มีคุณภาพสูงออกมามากมายแต่ยังไงก็ตาม MCS-51 ก็ยังมีการใช้งานที่แพร่หลายอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกใช้งานกันอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถหาข้อมูลสนับสนุนเพื่อใช้ในการพัฒนาได้สะดวก ราคาที่ถูก อีกทั้งผู้ผลิตได้พัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 รุ่นใหม่ๆ ออกมาให้มีความสามารถที่สูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 รุ่นใหม่ๆก็ยังสามารถทำงานรองรับงานควบคุมส่วนใหญ่ได้เกือบทั้งหมด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เริ่มแรกได้ถูกพัฒนาขึ้นจากบริษัทอินเทล (Intel Corporation) และได้มีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่ปี 1980 ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีบริษัทผู้ผลิตหลายบริษัท เช่น Dallas, Philips, Atmel ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิต และจำหน่าย จากบริษัทอินเทลและบริษัทต่างๆ ก็ได้พัฒนาความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 รุ่นใหม่ๆ ให้มีความสามารถและมีความเร็วเพิ่มขึ้น แต่ยังคงโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

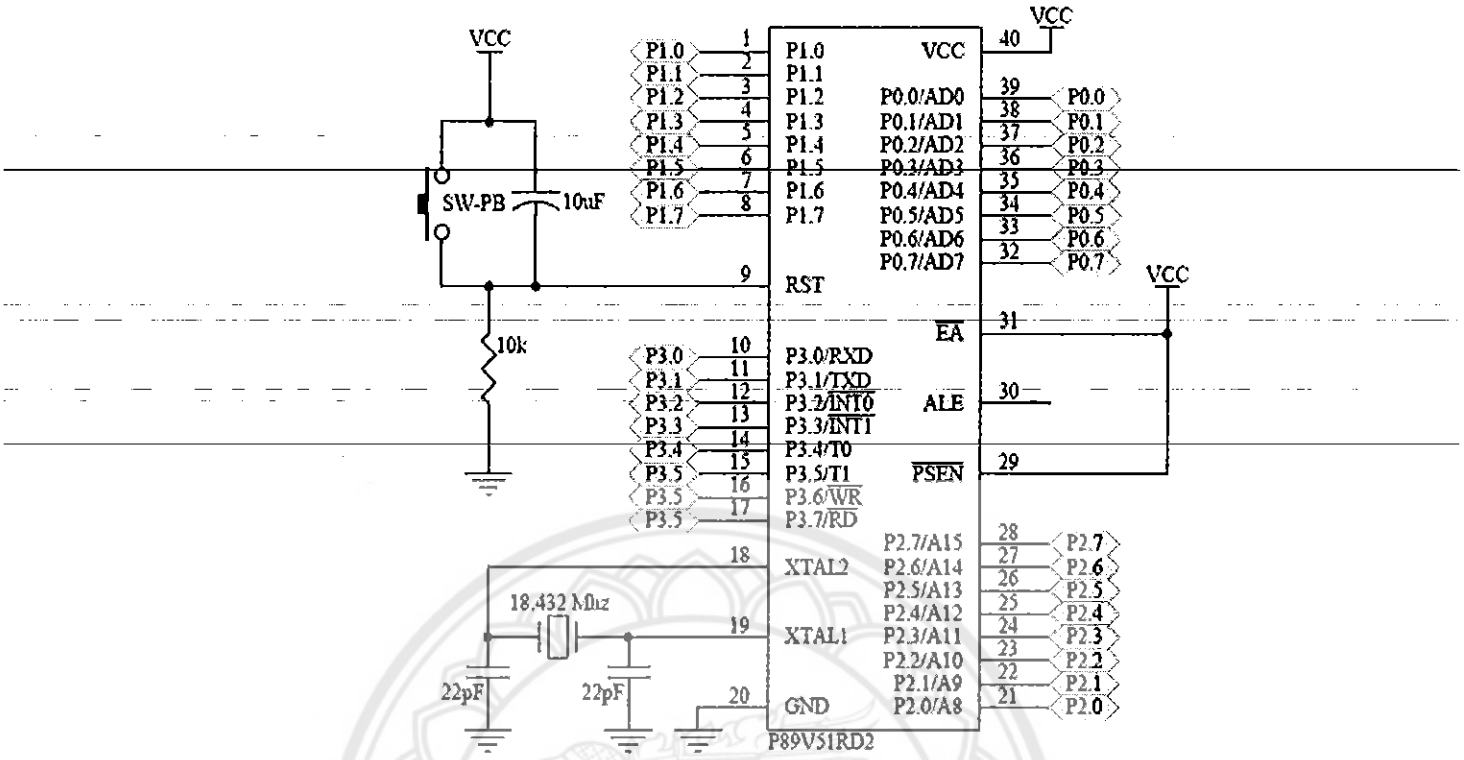
1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ 8 บิต
2. มีคำสั่งคำนวณทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ (Boolean Processor)
3. มีแอดเดรสบัสขนาด 16 บิตทำให้สามารถอ้างตำแหน่งหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้ 64 กิโลไบต์
4. มีหน่วยความจำ (RAM) ภายในขนาด 128 ไบต์ (8051/8031) หรือ 256 ไบต์ (8052/8032)
5. มีพอร์ตอนุกรมทำงานแบบดูเพล็กซ์เต็ม (Full Duplex) 1 พอร์ต
6. มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนานจำนวน 32 บิต
7. มีไทเมอร์ 2 ตัว (8051/8031) หรือ 3 ตัว (8052/8032)

8. มีวงจรควบคุมการเกิดอินเตอร์รัปต์ 5 ประเภท (8051/8031) หรือ 6 ประเภท (8052/8032)

9. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายในตัว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน ดังนั้นในการใช้งานจึงสามารถต่อ Crystal และตัวเก็บประจุเข้ากับ Crystal ได้โดยตรงโดยความถี่ของ Crystal ที่ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวระบุความเร็วในการทำงานโดยตรงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปกติ 1 แมชชีนไซเคิลจะใช้สัญญาณนาฬิกาจำนวน 12 ลูกและในการทำงานแต่ละคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้เวลาในการทำงาน 1-4 แมชชีนไซเคิล ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของคำสั่งนั้น ในปัจจุบันผู้ผลิตได้พัฒนาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้เร็วขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการรองรับ Crystal ความถี่ที่สูงขึ้นรวมไปถึงการปรับปรุงการทำงานภายในให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้จำนวนสัญญาณนาฬิกาในการสร้างแมชชีนไซเคิลน้อยลงโดยในบางรุ่น 1 แมชชีนไซเคิลใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงแค่ 1 ลูกเท่านั้น

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นเป็นรุ่น P89V51RD2 ของบริษัท Philips ที่เลือกรุ่นนี้เนื่องจากเป็นรุ่นที่สามารถรองรับการดาวน์โหลดโปรแกรมแบบ ISP (In System Programming) ผ่านพอร์ตอนุกรมได้โดยตรง ไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือวงจรเพิ่มเติมในการดาวน์โหลดโปรแกรม จึงทำให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกรวมถึงราคาของ P89V51RD2 ที่ไม่แพง เมื่อเทียบกับความสามารถ และประสิทธิภาพของมัน P89V51RD2 สามารถทำงานในโหมด X2 ซึ่ง จะทำให้สามารถทำงานได้เร็วกว่า MCS-51 พื้นฐาน 2 เท่า (1 แมชชีนไซเคิล ใช้สัญญาณนาฬิกา 6 ลูก) เมื่อใช้คริสตอลความถี่ที่เท่ากันในการทำงานในโหมด X2 นี้ P89V51RD2 สามารถใช้ Crystal ความถี่สูงสุด 20MHz ส่วนในการทำงานในโหมด X1 สามารถใช้ Crystal ความถี่สูงสุด 40 MHz ภายใน P89V51RD2 มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชขนาด 64 กิโลไบต์ นอกจากนั้นยังมีหน่วยความจำข้อมูลภายนอกเพิ่มเติมขนาด 1 กิโลไบต์ อยู่ภายในตัวชิพด้วย



รูปที่ 2.5 วงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2

2.3.1 ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2ที่ใช้ในโครงงาน มีดังต่อไปนี้

2.3.1.1 RST (RESET) Pin 9

ไว้สำหรับรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยถ้าขา RST นี้มีสถานะเป็นลอจิกสูง นานกว่าช่วงเวลา 2 แมชชีนไซเคิลจะเป็นการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นเราจึงต่อขา RST ของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับสวิทช์และตัวเก็บประจุขนาด 10 uF ดังแสดงในรูป 2.5

2.3.1.2 P3.3/INT1 Pin 13

เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณลอจิก "0" หรือ "1" จากวงจรเข้ามาแล้วทำหน้าที่สั่งให้หลอด LED แสดงสถานการณ์ทำงาน

2.3.1.3 P3.4/To Pin 14, P3.7/RD Pin 17

เป็นขาที่ต่อเข้ากับหลอด LED สีแดงเพื่อแสดงผลเมื่ออยู่ในสถานะกราวด์

2.3.1.4 P3.5/T1 Pin 15

เป็นขาที่ต่อเข้ากับหลอด LED สีเขียวเพื่อแสดงผลเมื่อไม่ได้อยู่ในสถานะกราวด์

2.3.1.5 XTAL1 Pin 19,XTAL2 Pin 18

เป็นขาสำหรับต่อ Crystal เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ Crystal ความถี่ 11.0592 MHz เนื่องจากเป็นความถี่ที่สามารถนำไปสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้อย่างลงตัว (2,400, 4,800, 9,600, 14,400, 19,200, 28,800, 38,400 บิตต่อวินาที) และในกรณีที่ต้องการให้ P89V51RD2 ทำในโหมด X2 ก็สามารถทำได้โดยการเลือกตอนโหลดโปรแกรม

2.3.1.6 GND Pin 20

เป็นขากราวด์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.1.7 PSEN (Program store enable) Pin 29

ใช้ส่งสัญญาณเพื่อร้องขอการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกสำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่นแล้ว ขาของ PSEN นี้จะใช้ในการควบคุมสภาวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการโหลดโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

2.3.1.8 ALE (Address Latch Enable) Pin 30

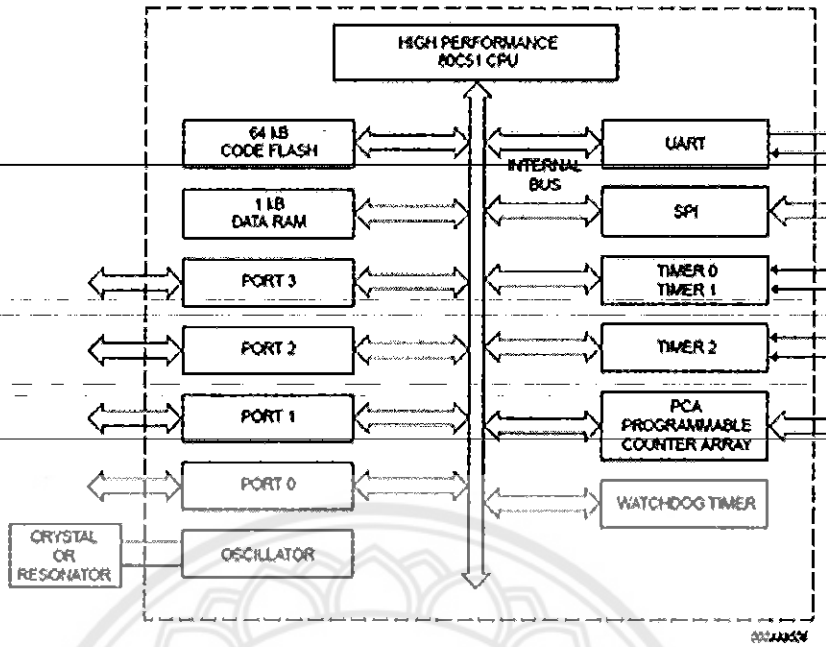
เป็นขาที่ใช้ควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการต่อใช้งานหน่วยความจำภายนอกแต่เนื่องจากเรายังไม่ได้ต่อใช้งานหน่วยความจำภายนอก ดังนั้นเราจึงปล่อยลอยขา ALE ไว้

2.3.1.9 EA (External Access Enable) Pin 31

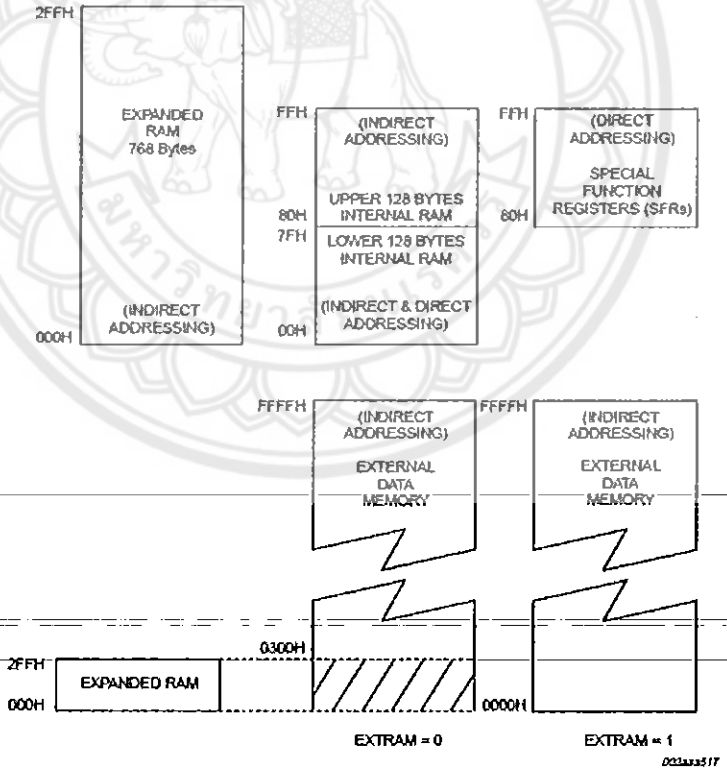
ใช้เลือกการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าจะใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายใน กรณีเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกขา EA ต้องเป็นลอจิก "0" ส่วนในกรณีใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในขา EA ต้องเป็นลอจิก "1" สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 นั้นมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบแฟลชขนาด 64 Kbytes ดังนั้นเราจึงเลือกให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน ซึ่งต้องต่อกับไฟ 5 V ให้เป็นลอจิก "1" ดังแสดงในรูป 2.5

2.3.1.10 Vcc Pin 40

เป็นขาที่ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

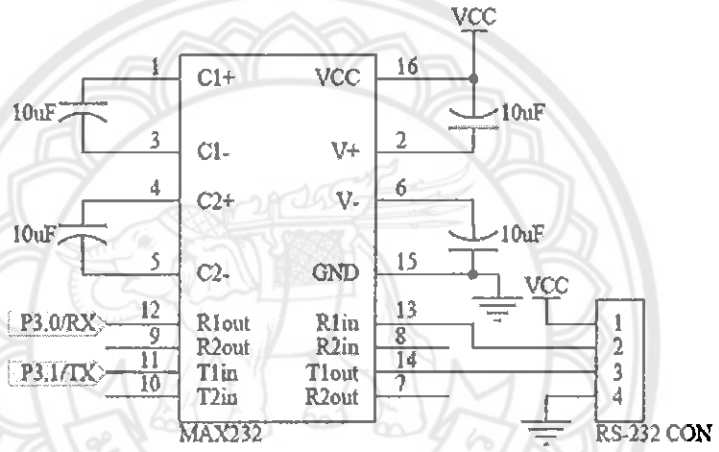


รูปที่ 2.6 Block Diagram ของ P89V51RD2



รูปที่ 2.7 โครงสร้างหน่วยความจำทั้งภายในและภายนอก

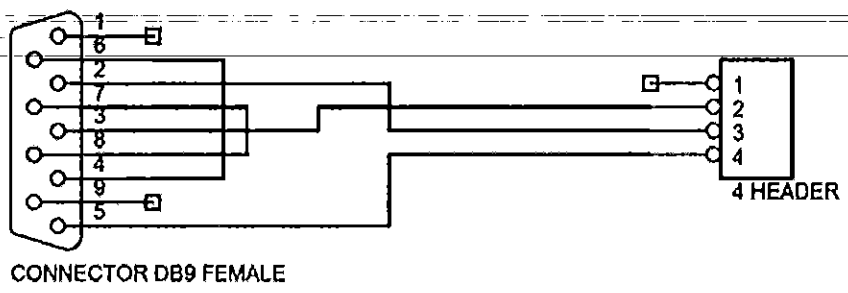
P89V51RD2 มีพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้รับส่งข้อมูลตามมาตรฐานของ MCS-51 ทั่วไป ซึ่งนอกจากจะใช้สำหรับรับส่งมูลตามปกติแล้ว พอร์ตอนุกรมของ P89V51RD2 ยังสามารถใช้ดาวน์โหลดโปรแกรมลงหน่วยความจำโปรแกรมหรือที่เรียกว่าการโหลดโปรแกรมแบบ ISP ได้อีกด้วย พอร์ตอนุกรมของ P89V51RD2 อยู่ที่พอร์ต 3.0 (Rx) Pin 10 และ 3.1 (Tx) Pin 11 สัญญาณที่ออกมาจากพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นสัญญาณระดับ TTL ซึ่งมีระดับสัญญาณอยู่ที่ 0-5V แต่ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 นั้นสัญญาณลอจิก "0" ต้องมีระดับสัญญาณอยู่ที่ 3-15 V และลอจิก "1" ต้องมีระดับสัญญาณอยู่ที่ (-3)-(-15V) ดังนั้นในการใช้งานสื่อสารตามมาตรฐาน RS-232 เราจึงต้องใช้วงจรสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมซึ่งใช้ IC MAX232 เป็นตัวปรับระดับสัญญาณจากระดับ TTL ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ RS-232



รูปที่ 2.8 วงจรติดต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232

2.3.2 การดาวน์โหลดโปรแกรมลง P89V51RD2

ในการดาวน์โหลดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 ผ่านพอร์ตอนุกรมนั้น เราต้องมีสายสัญญาณ Serial ซึ่งสามารถทำเองได้โดยเชื่อมต่อตามไดอะแกรมดังรูป 2.9

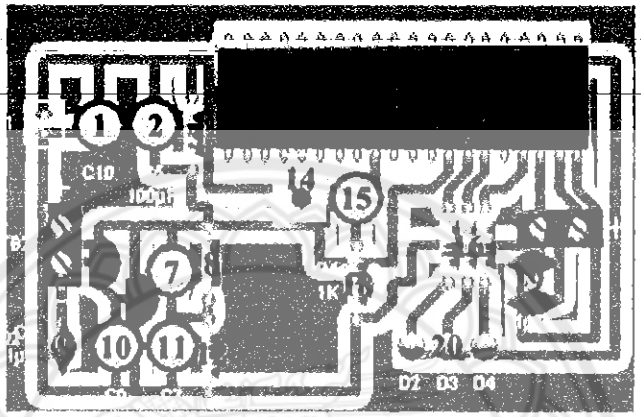


รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมการเชื่อมต่อสายสัญญาณ Serial

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์

3.1 การออกแบบวงจร



รูปที่ 3.1 วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

อุปกรณ์ที่ใช้ภายในวงจรประกอบด้วยหมายเลขดังต่อไปนี้

(1) ตัวเก็บประจุขนาด 22 µF

(2) ตัวเก็บประจุขนาด 1 µF

(3) ตัวต้านทานขนาด 50 kΩ

(4) ตัวรับสัญญาณ input

(5,6) ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC548B

(7,10) ตัวเก็บประจุขนาด 0.1 µF

(8) ซีเนอร์ไดโอด ขนาด 3.9 V

(9) ตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วขนาด 102 pF

(11,15) ตัวเก็บประจุขนาด 10µF

(12) ตัวต้านทานขนาด 1 MΩ

(13) ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2

(14) สวิทช์กดติดปล่อยดับ

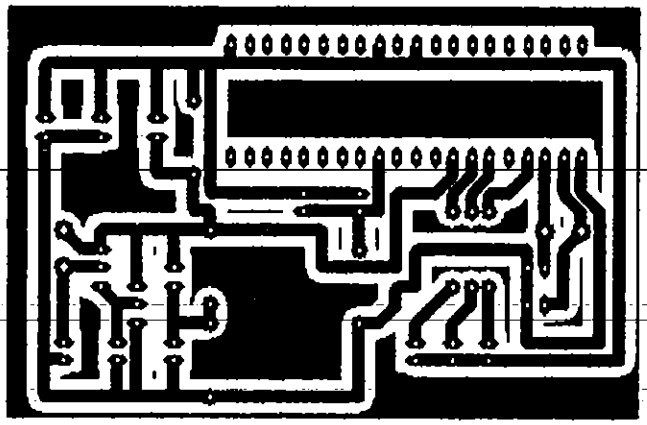
(16) ตัวต้านทาน 3 ตัวขนาด 500 Ω

(17) Crystal ความถี่ 11.0592 MHz

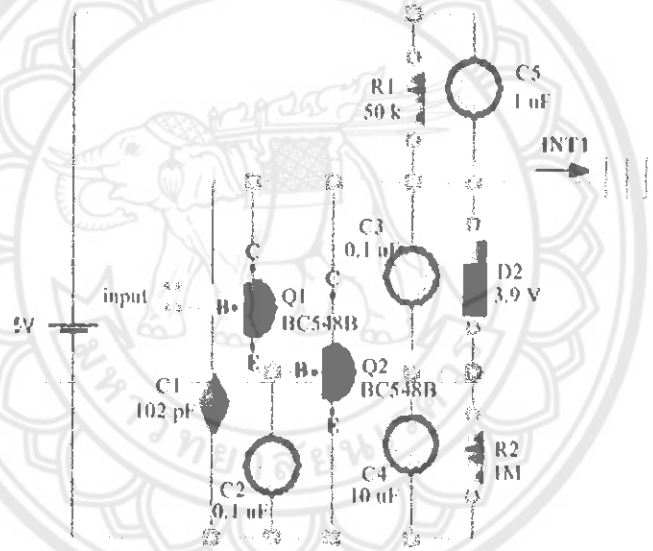
(18) ตัวต้านทานขนาด 10 kΩ

(19) ตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วขนาด 22 pF

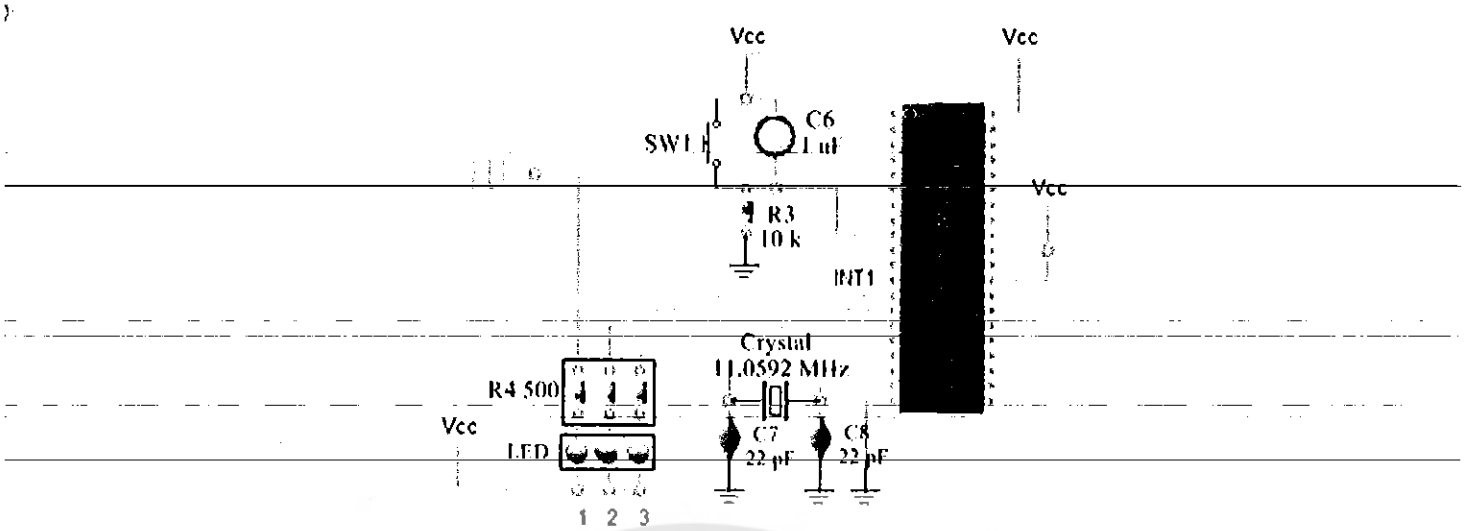
(20) หลอด LED (แดง,เขียว,แดง)



รูปที่ 3.2 ลายวงจร



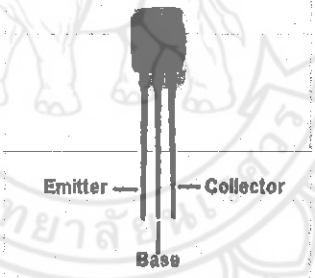
รูปที่ 3.3 แสดงรูปในส่วนของวงจร



รูปที่ 3.4 แสดงรูปในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 ทรานซิสเตอร์

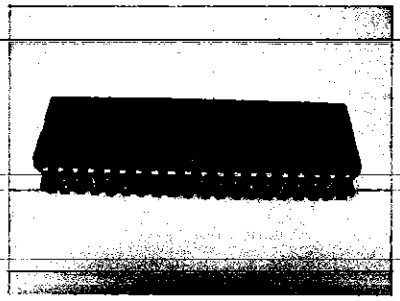


รูปที่ 3.5 ทรานซิสเตอร์

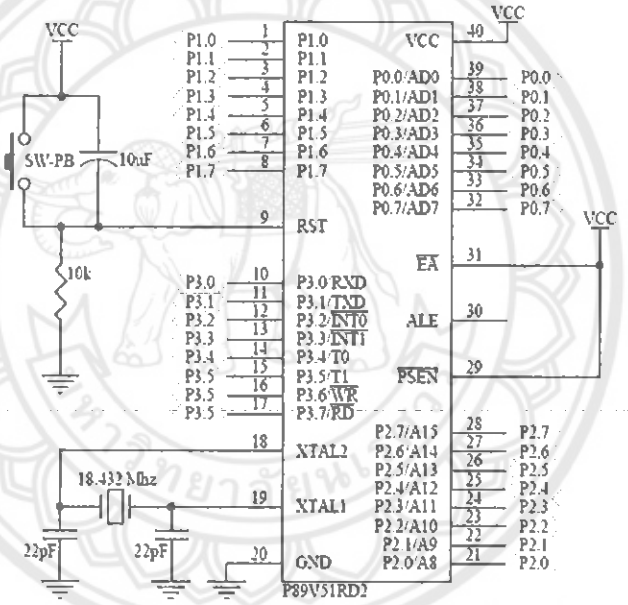
เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ) ชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทรานซิสเตอร์แบ่งได้ 2 ประเภทคือไบโพล่าทรานซิสเตอร์ และ ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า คือ ทรานซิสเตอร์พวก FET,MOSFET เป็นต้น โครงสร้างภายในของไบโพล่าทรานซิสเตอร์นั้น จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ P และ N มาต่อกัน 3 ตัว และมีรอยต่อ 2 รอยต่อมีขา 3 ขา ยื่นมาจากสารกึ่งตัวนำนั้นๆ โดยเราจะเรียกชนิดทรานซิสเตอร์ตามโครงสร้างนั้นๆ พื้นฐานในการทำงานของทรานซิสเตอร์คือ ทรานซิสเตอร์จะทำงานได้ต่อเมื่อมีกระแสไหลเข้ามาที่ขา B เท่านั้นหากไม่มีกระแสไหลเข้ามาทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.2.2 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2



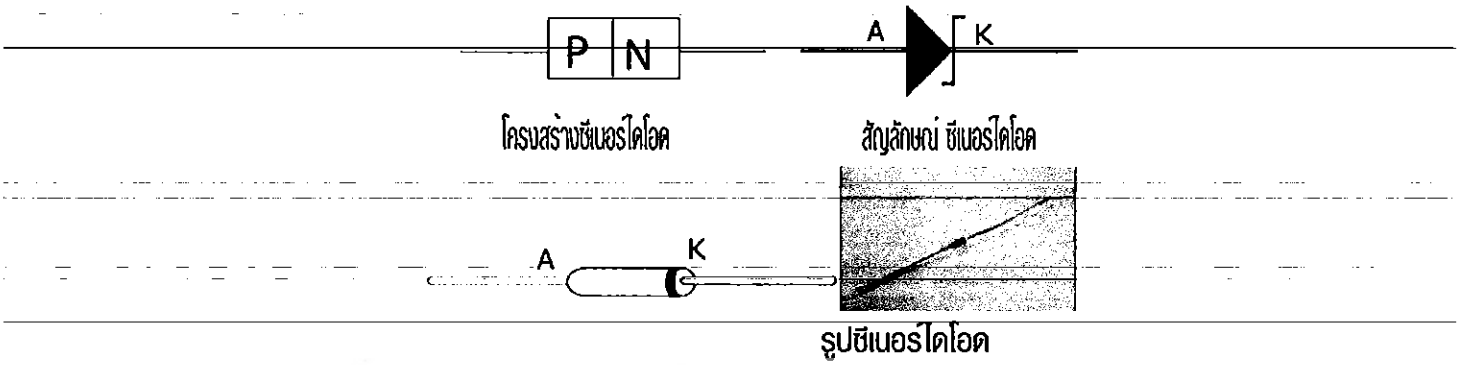
รูปที่ 3.6 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2



รูปที่ 3.7 วงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2

รับสัญญาณลอจิก “0” หรือ “1” จากวงจรเข้ามาแล้วทำหน้าที่ประมวลผลแล้วสั่งให้ หลอด LED แสดงสถานะการทำงาน

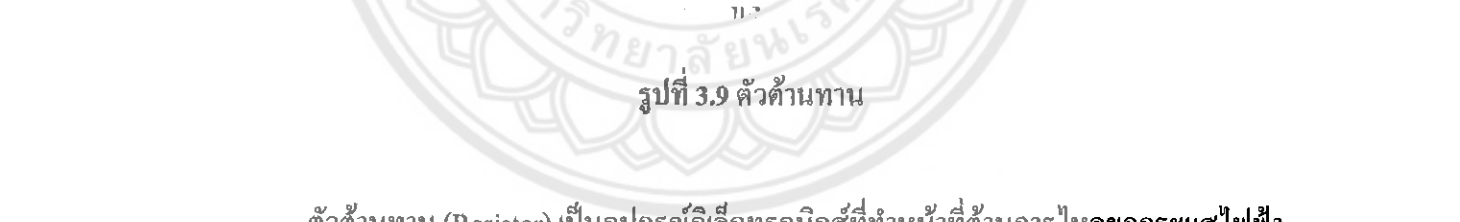
3.2.3 ซีเนอร์ไดโอด



รูปที่ 3.8 ซีเนอร์ไดโอด

ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) เป็นซิลิกอนชนิดพิเศษที่กระแสย้อนกลับนั้นสามารถไหลเฉลี่ยทั่วพื้นที่รอยต่อของไดโอด จึงสามารถทนกระแสย้อนกลับได้สูงมาก ดังนั้นซีเนอร์ไดโอดจึงสามารถใช้ควบคุมแรงดันโดยใช้แรงดันที่ตกคร่อมตัวมันเองเป็นตัวควบคุม

3.2.4 ตัวต้านทาน



รูปที่ 3.9 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะใช้งานได้ที่กระแสไฟฟ้าระดับหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นจึงใช้ตัวต้านทานป้องกันไม่ให้มีกระแสไหลเข้าไปยังอุปกรณ์ดังกล่าวเกินความจำเป็น

3.2.5 ตัวเก็บประจุ

รูปที่ 3.10 ตัวเก็บประจุ

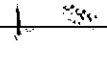
ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าและคายประจุไฟฟ้าเมื่อแรงดันภายในวงจรลดลง ตัวเก็บประจุทำหน้าที่คล้ายกับแบตเตอรี่ แต่จะเก็บกระแสไฟฟ้าได้น้อยกว่าและจะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เร็วกว่าและยังมีหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนภายในวงจร

3.2.6 LED

รูปที่ 3.11 LED

LED จะแสดงสถานะการทำงานของวงจรว่าอยู่ในสถานะที่ปลอดภัยหรือไม่

3.2.7 Crystal



รูปที่ 3.12 Crystal

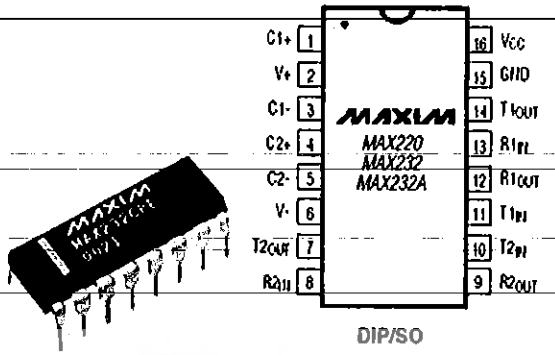
Crystal ขนาด 11.0592 MHz ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.8 สวิทช์กดติด ปล่อยดับ

รูปที่ 3.13 สวิทช์กดติด ปล่อยดับ

เป็นสวิทช์ Reset ทำหน้าที่ในการโหลดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.9 ไอซี MAX232



รูปที่ 3.14 ไอซี MAX232

ไอซี MAX232 ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และในทำนองเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232

บทที่ 4

การทดลองและผลการวิเคราะห์

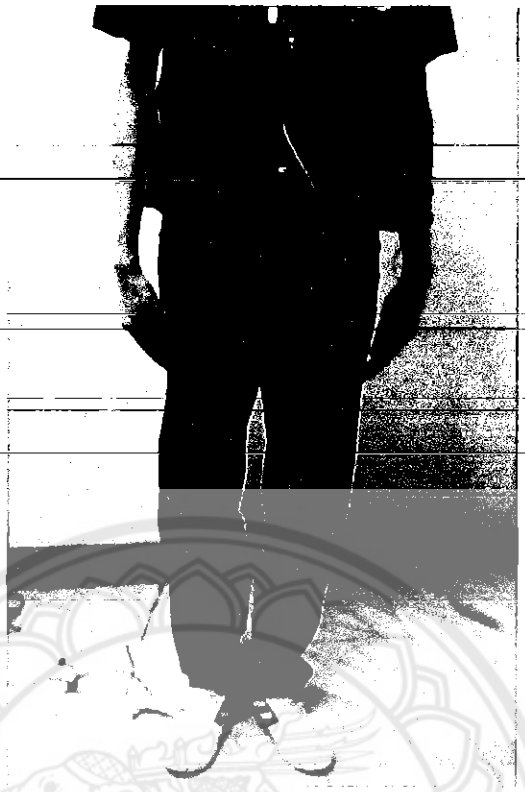
4.1 ชิ้นงานที่ได้จากการทดลอง

จากการออกแบบชิ้นงานในบทที่ 3 เราจะได้ชิ้นงานที่นำอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวมาในบทที่ 3 มาประกอบเข้าก้นจะได้อุปกรณ์ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 วงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

4.2 วิธีการทดลอง

ทำการติดตั้งวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์เข้าที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ทำการเปิดสวิทช์ที่ด้านบนของตัววงจรแล้ววงจรจะมีหน้าที่ตรวจสอบและแจ้งเตือนว่า ผู้ปฏิบัติงานนั้นได้อยู่ในสถานะกราวด์หรือไม่ ถ้าผู้ปฏิบัติงานได้อยู่ในสถานะกราวด์ LED สีเขียวจะติด แต่ถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่ได้อยู่ในสถานะกราวด์ LED สีแดงจะติด ดังรูป



รูปที่ 4.2 ภาพที่แสดงให้เห็นถึงการแยกจากพื้นของผู้ปฏิบัติงาน

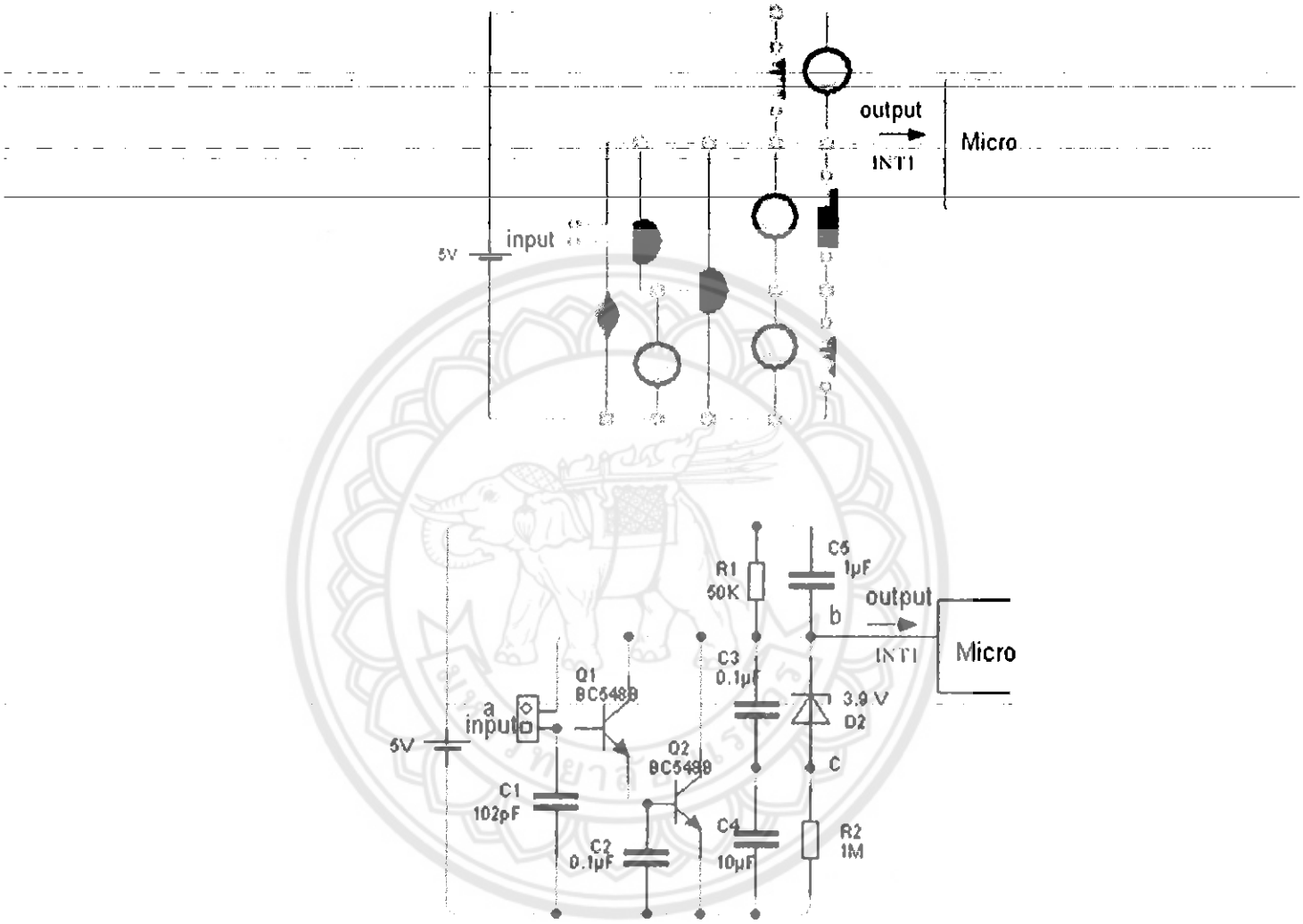
จากรูปที่ 4.2 เป็นภาพที่แสดงให้เห็นถึงการแยกจากพื้นของผู้ปฏิบัติงาน **จะสังเกตได้ว่าเมื่อผู้ปฏิบัติงานสวมรองเท้าผ้าใบ ตัวของผู้ปฏิบัติงานจะไม่อยู่ในสถานะกราวด์ วงจรจะแสดงสถานะโดย ให้**หลอด LED สีแดงติด

รูปที่ 4.3 ภาพที่แสดงให้เห็นถึงการต่อลงพื้นของผู้ปฏิบัติงาน

จากรูปที่ 4.3 เป็นภาพที่แสดงให้เห็นถึงการต่อลงพื้นของผู้ปฏิบัติงาน **จะสังเกตได้ว่าเมื่อผู้ปฏิบัติงานไม่ได้สวมรองเท้าผ้าใบ ตัวผู้ปฏิบัติงานจะอยู่ในสถานะกราวด์ วงจรจะแสดงสถานะโดยให้**หลอด LED สีเขียวติด

4.3 การวิเคราะห์

4.3.1 การวิเคราะห์ในส่วนของวงจร



รูปที่ 4.4 รูปภายในของวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

จากรูปที่ 4.4 เป็นรูปภายในของวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์ ซึ่งประกอบด้วย

- แหล่งจ่าย 5 โวลต์
- ตัวต้านทาน R1,R2 ทำหน้าที่ต้านทานการไหลของกระแส
- ตัวเก็บประจุ C3,C4 ทำหน้าที่เก็บประจุและคายประจุ
- ตัวเก็บประจุ C1 ทำหน้าที่หน่วงสัญญาณ
- ตัวเก็บประจุ C2,C5 ทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวน

- ซีเนอร์ไดโอดขนาด 3.9 โวลต์ ใช้ควบคุมแรงดันโดยแรงดันที่ตกคร่อมตัวมันเองเป็นตัวควบคุม

- ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิด-เปิด วงจร โดยมี input ที่จุด a และมี output ที่จุด b เป็นตัวเชื่อมต่อสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานของวงจรจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

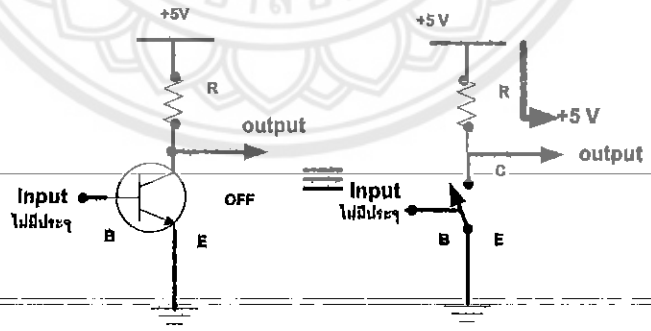
1. ช่วงที่ไม่มีการจ่าย input ให้กับวงจร(ทรานซิสเตอร์ OFF)

2. ช่วงที่มีการจ่าย input ให้กับวงจร(ทรานซิสเตอร์ ON)

ทรานซิสเตอร์จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิด-เปิด วงจร

การนำทรานซิสเตอร์ไปใช้งานเป็นสวิทช์ ปิด-เปิด วงจรของทรานซิสเตอร์นั้นจะถูกควบคุมโดยขา input(a) หรือ ขาเบส นั่นคือ เมื่อมีการจ่าย input ให้กับขาเบส(B)ของทรานซิสเตอร์แล้วเมื่อทรานซิสเตอร์ได้รับไบอัสตรง ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสถานะ ON แต่ถ้าขาเบส(B)ได้รับไบอัสกลับ ทรานซิสเตอร์ก็จะอยู่ในสถานะ OFF

4.3.1.1 ช่วงที่ไม่มีการจ่าย input ให้กับวงจร(ทรานซิสเตอร์ OFF)

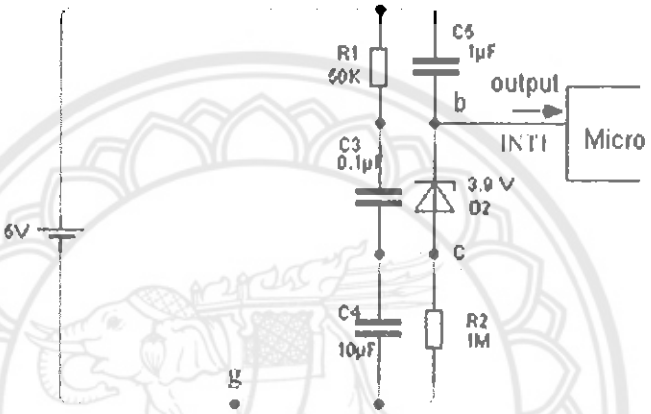


รูปที่ 4.5 สถานะ OFF ของทรานซิสเตอร์

เมื่อไม่มีการจ่าย input ให้กับวงจรทรานซิสเตอร์จะไม่สามารถทำงานเป็นสวิทช์ได้ เนื่องจากกระแสคอลเลคเตอร์(Ic) จะไม่สามารถไหลผ่านรอยต่อไปสู่อิมิตเตอร์ได้ทำให้ (Ic = 0) ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะคัตออฟ เปรียบได้ว่าสวิทช์ระหว่างจุด C และ E เปิดสวิทช์

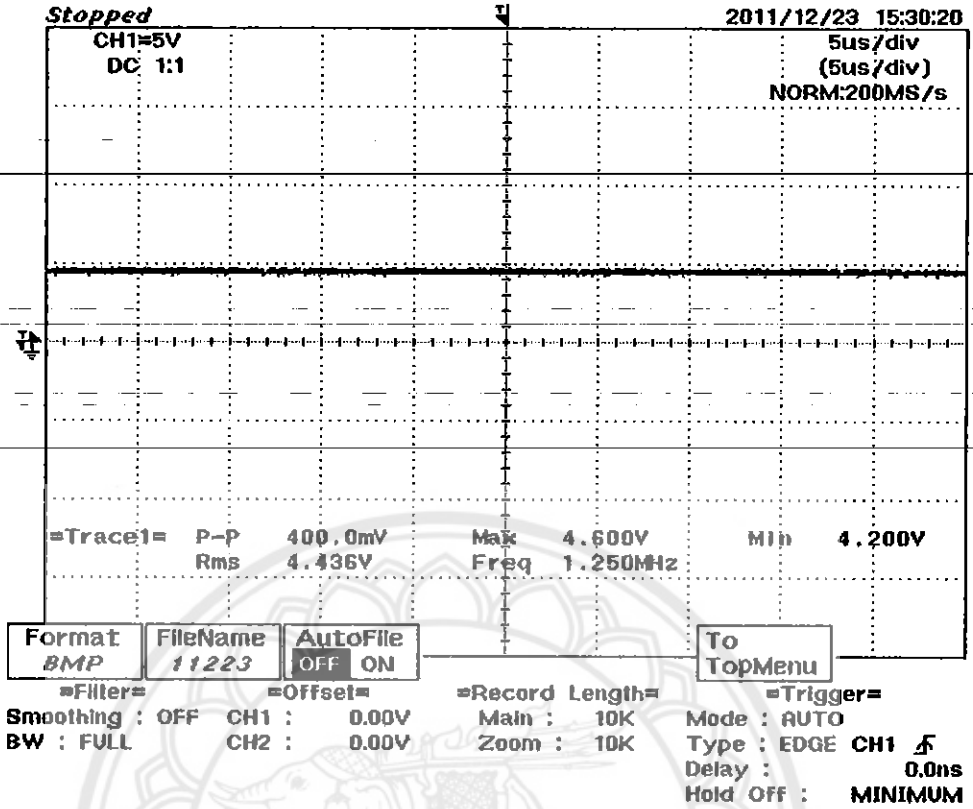
ทรานซิสเตอร์ทำงานไม่ได้ เพราะฉะนั้นแรงดันที่จ่ายมา 5 โวลต์จะไม่สามารถไหลผ่านรอยต่อลงกราวด์ได้แต่จะไหลออกไปที่ output ทำให้ Vcc = output = 5V หรือ ลอจิก "1" และจะเป็นสัญญาณเชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 4.4 เมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ OFF นั่นคือทรานซิสเตอร์ไม่ทำงานหรือเปรียบเสมือนไม่มีทรานซิสเตอร์อยู่ในวงจร เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงทำการตัดทรานซิสเตอร์ออก จะได้วงจรที่เหลืออยู่ดังรูปที่ 4.6



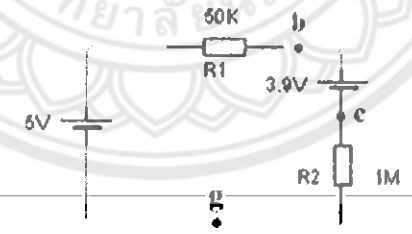
รูปที่ 4.6 วงจรภายในเมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ OFF

ทำการวัดค่าแรงดันของวงจรโดยใช้ออสซิลโลสโคปโดยการจับที่จุด b และ g จะได้ค่าแรงดันประมาณ 5 โวลต์ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ค่าแรงดันที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป

จากรูปที่ 4.6 จะสามารถคำนวณหาค่าแรงดันและกระแสได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 รูปวงจรอนุกรมหาค่าแรงดันและกระแส

KVL; -5 + IR1 + 3.9 + IR2 = 0

$$I = \frac{1.1}{50k+1M} = 1.047\ \mu A$$

$V_{R1} = IR_1 = 1.047\mu \times 50k = 0.052\ V$

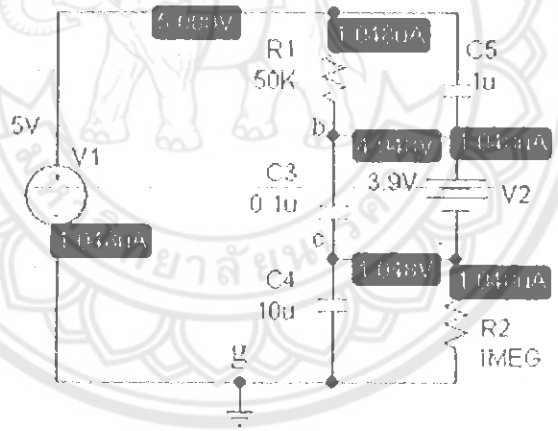
$V_{R2} = IR_2 = 1.047\mu \times 1M = 1.047\ V$

$V_{ซีเนอร์} = 3.9\ V$

$V_{Total} = 3.9 + 1.047 + 0.052 = 4.999\ V$

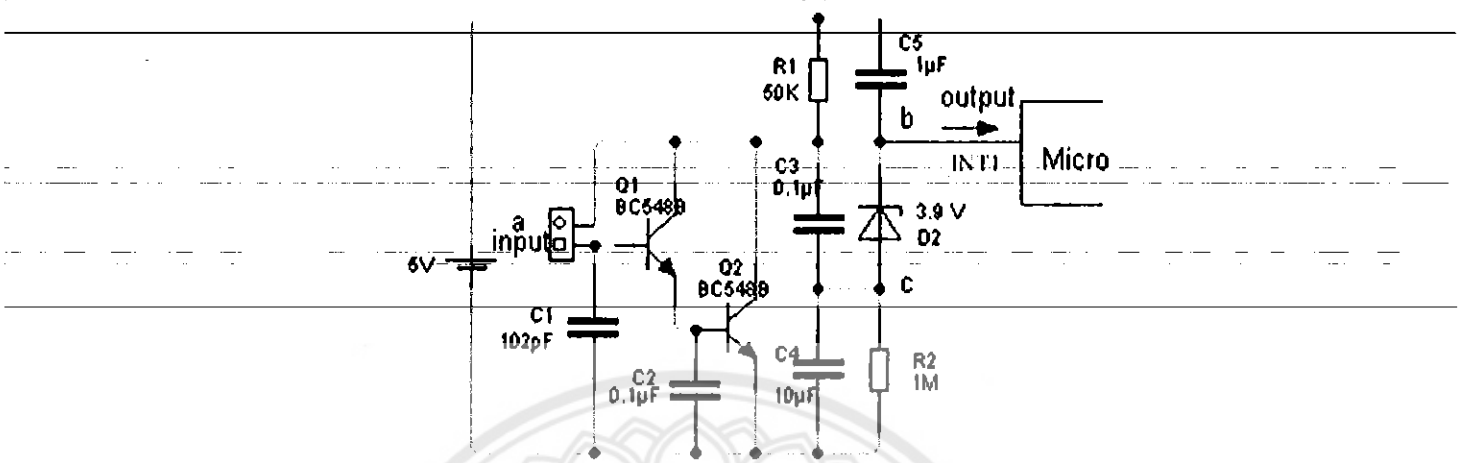
$V_b = V_{cc} - V_{R1} = 5 - 0.052 = 4.948\ V$

$V_c = IR_2 = 1.047\mu \times 1M = 1.047\ V$



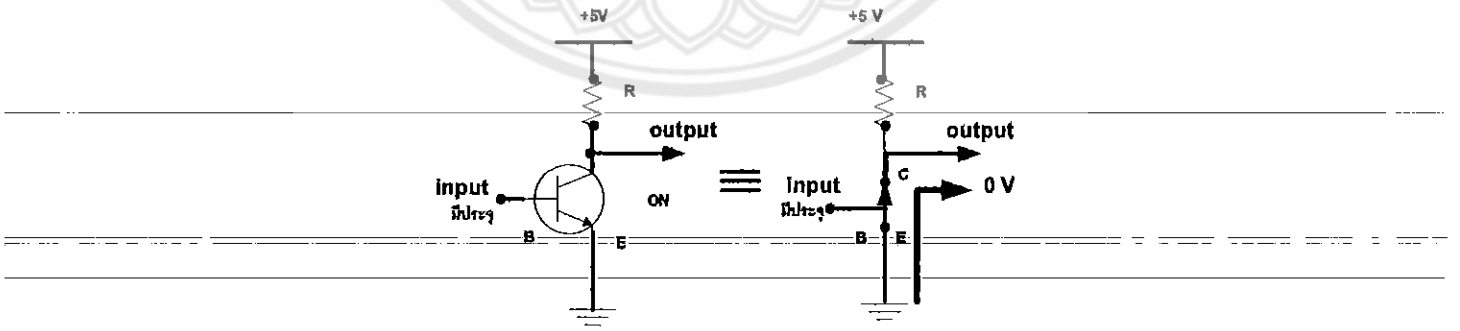
รูปที่ 4.9 ค่าแรงดันและกระแสที่คำนวณได้จากโปรแกรม

4.3.1.2 ช่วงที่มีการจ่าย input ให้กับวงจร(ทรานซิสเตอร์ ON)



รูปที่ 4.10 รูปภายในของวงจรตรวจสอบสถานะกราวด์

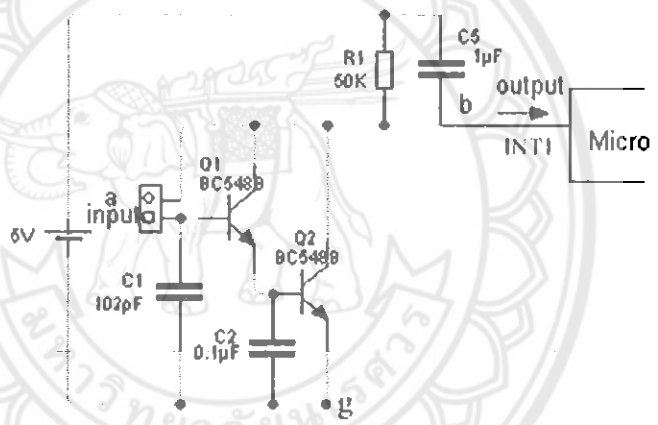
จากรูปที่ 4.10 เมื่อมีการจ่าย input เข้ามาจะทำให้เกิดการไหลของประจุเข้าสู่ทรานซิสเตอร์ และเนื่องจากจะมีกระแสรั่วไหลอยู่แล้วซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ คือ เมื่อช่วงที่ทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสตรงจะเกิดกระแสรั่วไหลเป็นปริมาณน้อยค่าหนึ่ง จึงทำให้ตัวเก็บประจุ C1 เกิดการชาร์ตประจุขึ้น เกิดโวลต์เตจตกคร่อมตัวมันเองมีค่าเท่ากับ V_{BE} = 0.7โวลต์ หรือ ไม่เกิน 0.7 โวลต์ ซึ่งโวลต์เตจที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C1 นี้ มีปริมาณเพียงพอที่จะไบแอสทรานซิสเตอร์ให้ทำงานได้



รูปที่ 4.11 สถานะ ON ของทรานซิสเตอร์

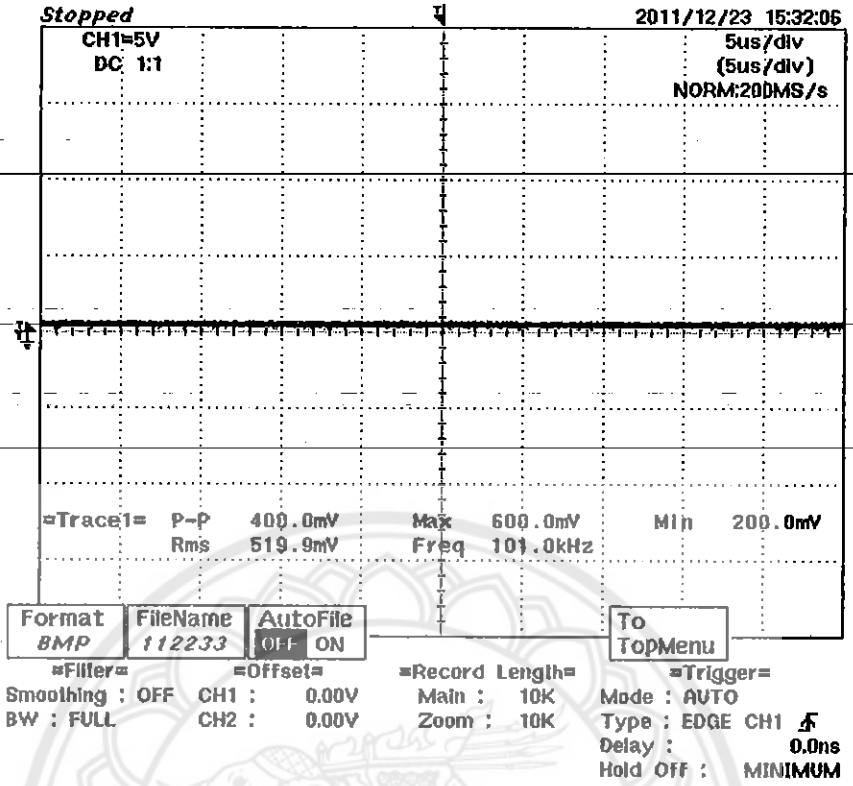
เมื่อมีการจ่าย Input ให้กับขาเบส(B) ของทรานซิสเตอร์รอยต่อระหว่างคอลเลคเตอร์(C) กับอิมิตเตอร์(E) จะนำกระแสได้และเมื่อจ่ายกระแสเบส(input) ให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสจนอิ่มตัวจะเกิดกระแสไหลผ่านรอยต่อคอลเลคเตอร์กับอิมิตเตอร์เปรียบได้ว่าสวิทช์ระหว่างจุด C และ E ทำงานได้เพราะฉะนั้นแรงดันที่จ่ายมา 5 โวลต์จะไหลลงกราวด์ทำให้แรงดันมีค่าเป็น 0 โวลต์ output = 0 โวลต์หรือ ลอจิก "0" และจะเป็นสัญญาณเชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ ON แรงดันและกระแสจะไหลผ่านรอยต่อลงกราวด์ทำให้ Output มีค่าเท่ากับศูนย์ จึงเปรียบเสมือนว่าค่าแรงดันที่ตกคร่อมพารามิเตอร์ต่างๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ไปด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงทำการตัดตัวพารามิเตอร์ต่างๆที่มีค่าเป็นศูนย์ออกให้เหลือเฉพาะทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณดังรูปที่ 4.12



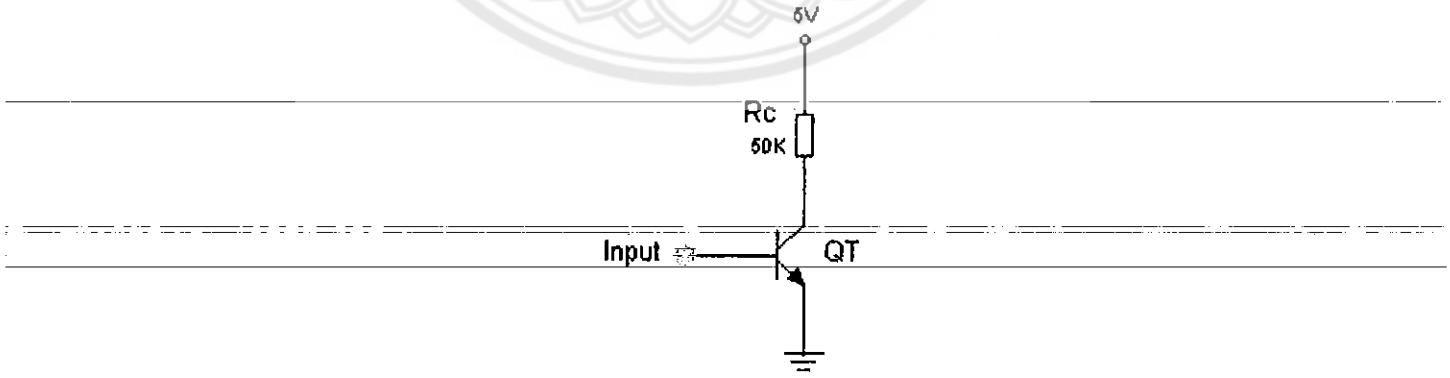
รูปที่ 4.12 วงจรภายในเมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสถานะ ON

ทำการวัดค่าแรงดันของวงจรโดยใช้ออสซิลโลสโคปโดยการจับที่จุด b และ g จะได้ค่าแรงดันประมาณศูนย์โวลต์ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ค่าแรงดันที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป

จากรูปที่ 4.12 Q_1 และ Q_2 ต่อกันแบบคาริงตันเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณเราจะแทนด้วยทรานซิสเตอร์ตัวเดียวคือ Q_T แทน $Rc = R_1 = 50k$ สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ได้ดังรูป 4.14



รูปที่ 4.14 Q_1 และ Q_2 ต่อกันแบบคาริงตันรวมกันเป็นตัวเดียว

$\beta = 200$ (ค่าจาก Datasheet) ; $\beta = \beta 1 \beta 2 = 40000$

$I_C = \frac{V}{Rc} = \frac{5}{50k} = 100\ \mu A$ (ในกรณีที่ทรานซิสเตอร์นำกระแสเต็มที่)

จาก $I_C = \beta I_B$; $I_B = \frac{Ic}{\beta} = \frac{100\mu}{40000} = 2.5\ nA$

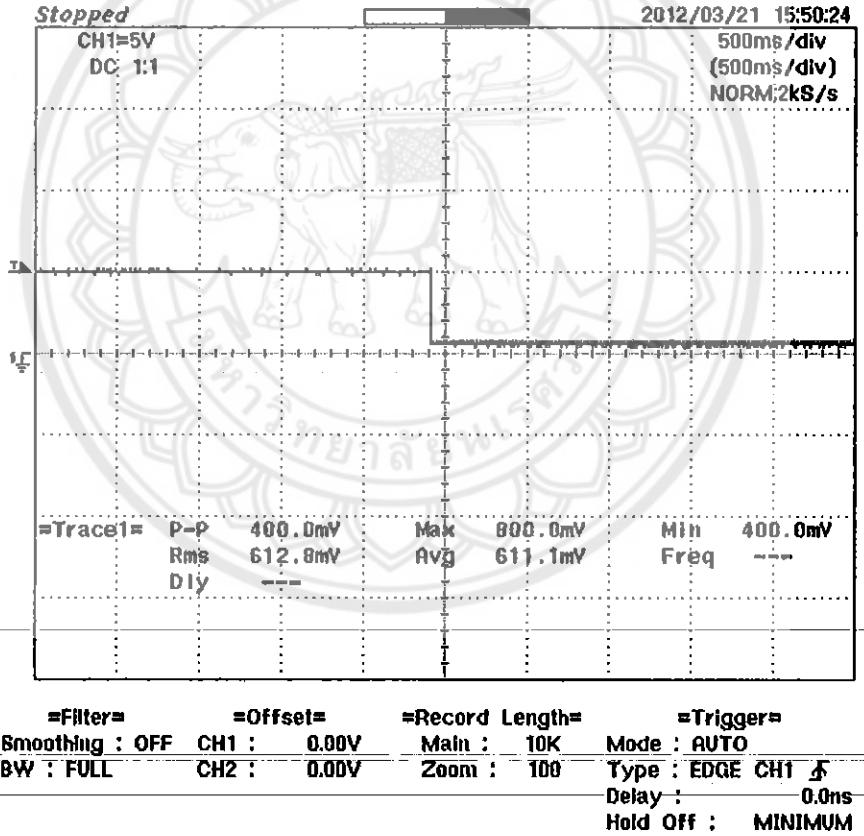
$I_E = (\beta+1)I_B = 40001 \times 2.5n = 100\ \mu A$

$r_e = \frac{26mV}{IE} = \frac{26mV}{100\mu} = 260\ \Omega$

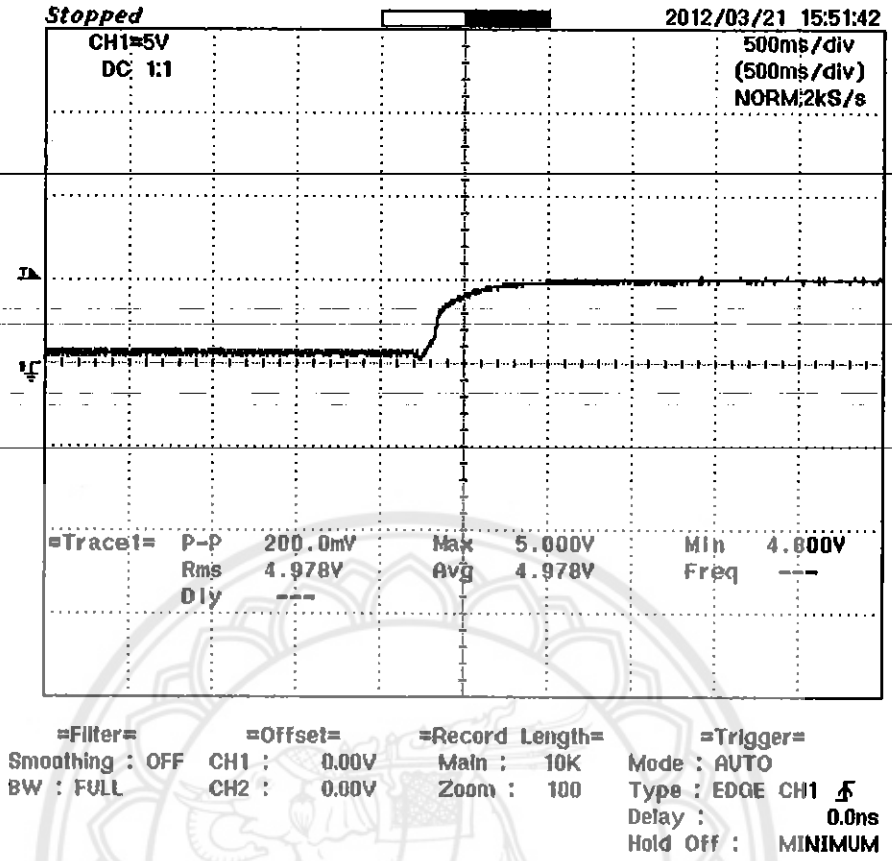
$V_o = -\beta I_B R_C = -40000 \times 2.5n \times 50k = -5\ V$

$Z_i = \beta r_e = 40000 \times 260 = 10.4\ M\Omega$

$Z_o = R_C = 50\ k\Omega$

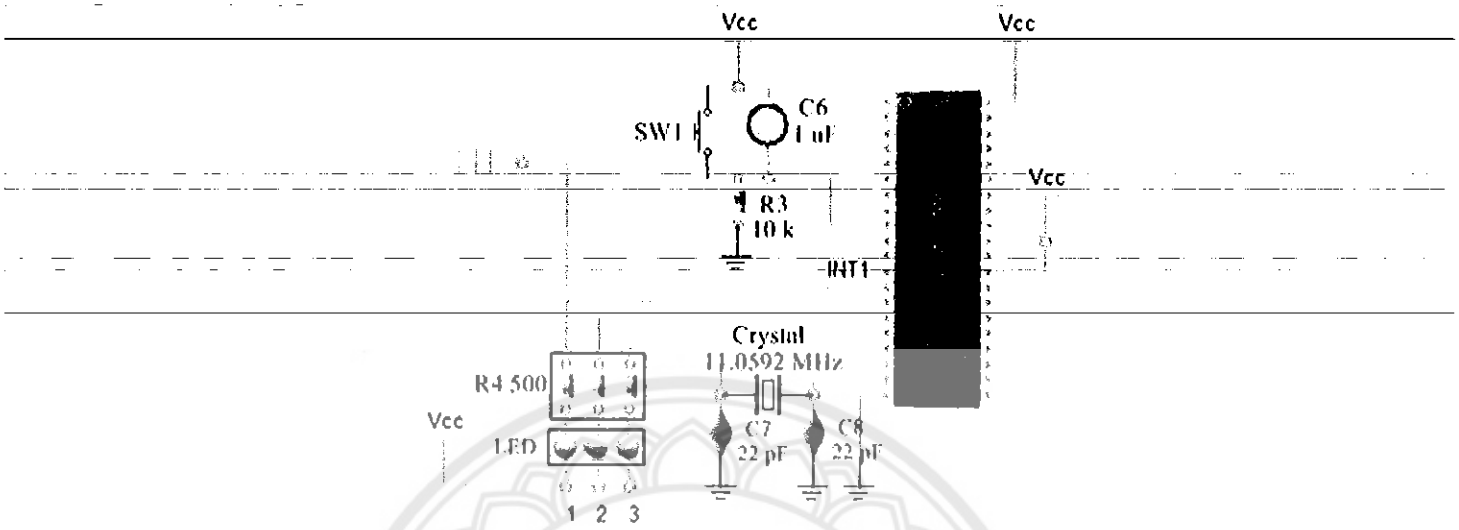


รูปที่ 4.15 ช่วงที่สัญญาณลดลงสู่ศูนย์



รูปที่ 4.16 ช่วงที่สัญญาณเพิ่มขึ้น 5 โวลต์

4.3.2 การวิเคราะห์ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.17 วงจรในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อได้รับสัญญาณ output จากวงจรเข้ามา(0 หรือ 1) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน้าที่สั่งให้หลอด LED แสดงสถานะการทำงานนั่นคือ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณลอจิก "1" เข้ามาไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ LED ดวงที่ 1 และ 3 ทำงาน แต่เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับสัญญาณลอจิก "0" เข้ามาไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ LED ดวงที่ 2 ทำงาน

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์โครงงาน

5.1 วิเคราะห์และสรุป

จากการศึกษาทดลองและออกแบบวงจรแล้วนั้นทำให้ได้วงจรต้นแบบซึ่งวงจรจะทำหน้าที่ตรวจจับการต่อถึงกราวด์ของผู้ทำงานประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเฝ้าดูสถานะกราวด์ของผู้ทำงานตลอดเวลา การทำงานของวงจรนั้น จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนการทำงานของวงจรและในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในส่วนของวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวต่อแบบดาริงตันเพื่อได้อัตราขยายที่สูง วงจรจะทำงานโดยอาศัยหลักของการเกิดไฟฟ้าสถิตด้วยการถ่ายเทประจุระหว่างตัวผู้ทำงานกับตัวของวงจร เพื่อเป็นตัวกำหนดการทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยใช้งานทรานซิสเตอร์เป็นสวิทช์ (ปิด-เปิด) วงจร นั่นคือ เมื่อไม่มีการถ่ายเทประจุระหว่างตัวผู้ทำงานกับตัวของวงจรในช่วงนี้เป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสกลับ เพราะฉะนั้นทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะคัดออฟ(สวิทช์-เปิด) และเมื่อเกิดการถ่ายเทประจุระหว่างตัวผู้ทำงานกับตัวของวงจร จะเป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสตรงทำให้สามารถนำกระแสได้(สวิชท์-ปิด) ซึ่งการ (ปิด-เปิด) ของทรานซิสเตอร์นี้เองจะเป็นตัวกำหนดว่าจะเป็น สัญญาณลอจิก “0” หรือ “1” แล้วถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเมื่อได้รับสัญญาณลอจิก “0” หรือ “1” แล้วจะทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงสถานะออกมาทางหลอด LED ทั้ง 3 ดวง ทำให้ผู้ทำงานประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทราบได้ว่าตนเองนั้นได้อยู่ในสถานะที่ปลอดภัยหรือไม่ ซึ่งเป็นไปตามจุดประสงค์ของโครงงานนี้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทำโครงงาน

- การดำเนินงานมีความล่าช้า เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจในการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

[1]. พูลพงษ์ บุญพราหมณ์,(2530), ไฟฟ้าสถิตในงานอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2555

[2]. จิตรยุทธจุณณะภาต, (2553), ไฟฟ้าสถิตในงานอุตสาหกรรม, (ออนไลน์), http://www.thaibtc.com/products.htm, สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2555

[3].ทดลองเล่นไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วย P89V51RD2, (ออนไลน์), (2551),http://www.mind-tek.net/8051.php , สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2555

[4]. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการถ่ายเทของไฟฟ้าสถิต, (ออนไลน์), (2553),http://acccorporate.com/Tha/New_1i.html, สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2555

[5]. ชัยวัฒน์ ลิ้มจิตรวิไล, (2521), เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช , บริษัท อินโนเวตีฟเอ็กเพอร์เมนต์ จำกัด, สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2555

[6]. เดชฤทธิ์ มณีธรรม, (2548), คัมภีร์ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51, กรุงเทพฯ , เคทีพี คอมพ์แอนท์ คอนซัลท์,สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2555

[7]. ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน, (2554, เมษายน-มิถุนายน),ไฟฟ้าสถิตในชีวิตประจำวัน.วารสารวิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย, สมาคม 14(41), 10-12, สืบค้นเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2556

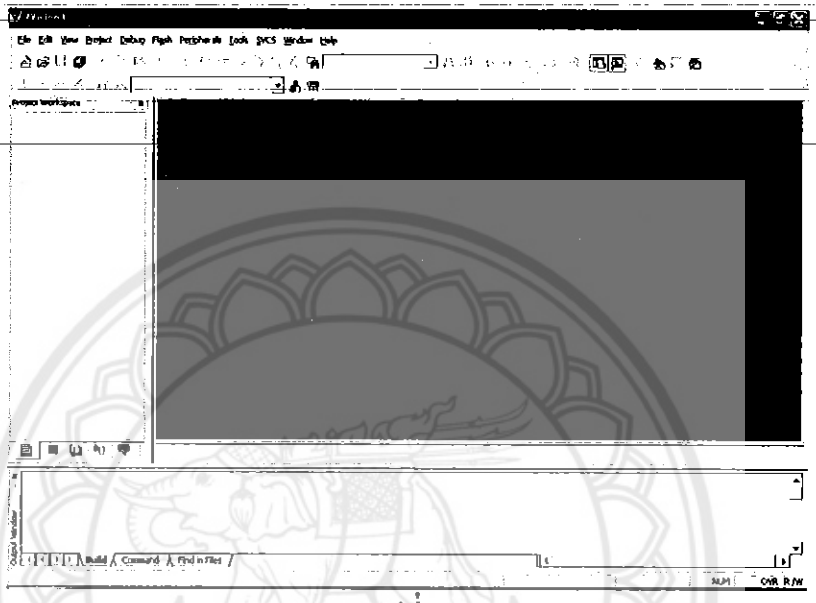
[8]. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, (2545), มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545, สำนักพิมพ์ วสท, พิมพ์ครั้งที่ 1 ,กรุงทพฯ, สืบค้นเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2556

ภาคผนวก ก

การใช้งานโปรแกรม Keil และ Flash Magic

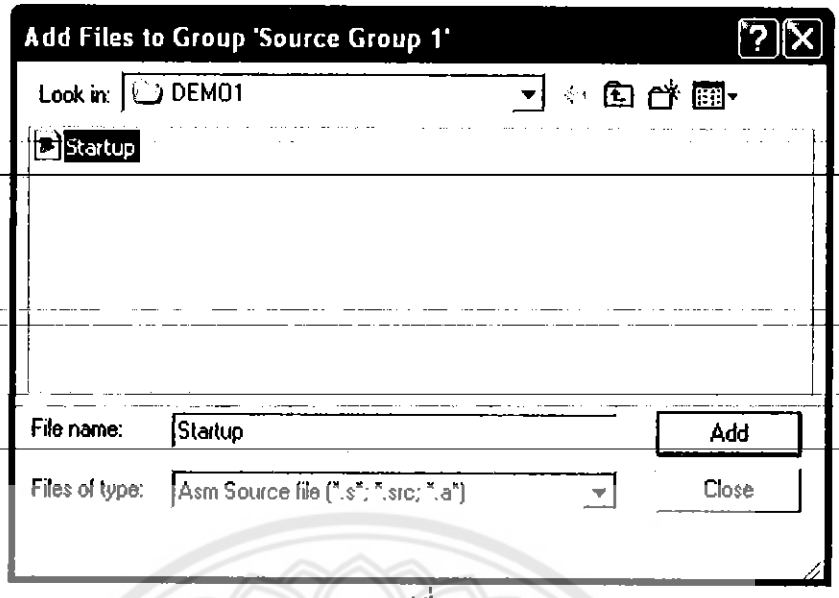
การใช้งานโปรแกรม Keil

1. เปิดโปรแกรม Keil uVision3 ซึ่งเป็นโปรแกรม Text Editor ของKeil-CARM ใช้สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมที่เป็น Source Code ภาษาซีโดยจะมีลักษณะดังรูป



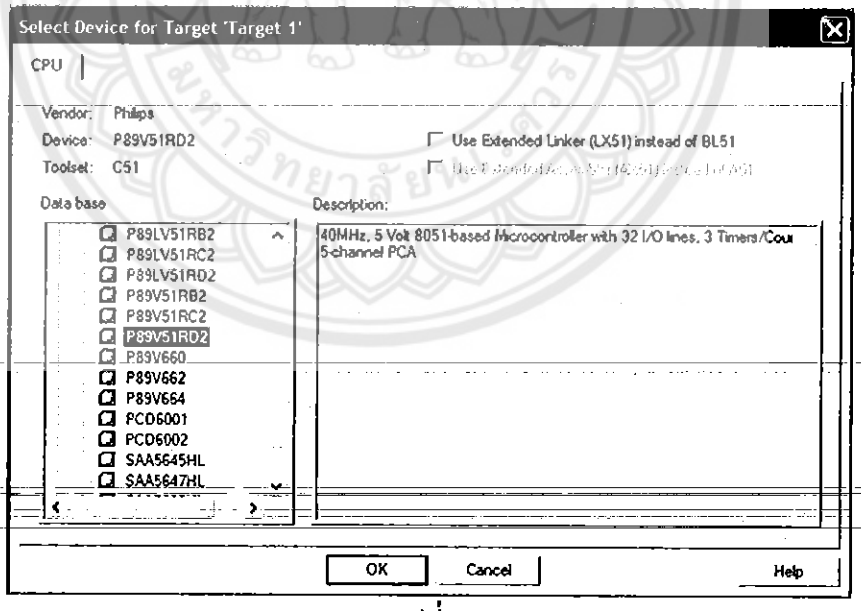
รูปที่ 1

2. ทำการสร้าง Project File ขึ้นมาใหม่โดยเรียกเมนูคำสั่ง Project⟶ New Project จากนั้นให้เลือกกำหนดหรือสร้างตำแหน่ง Folder ที่จะบันทึก Project File พร้อมกับกำหนดชื่อ Project File ตามต้องการเช่นถ้าต้องการสร้าง Project File ชื่อ DEMO1 โดยเก็บไว้ใน Folder ชื่อ DEMO1 ก็สามารถกำหนดตำแหน่ง Folder และชื่อ Project Fileได้เองโดยเมื่อกำหนดชื่อในช่อง File name แล้วให้เลือก Save เพื่อบันทึก Project File ไว้ดังรูป



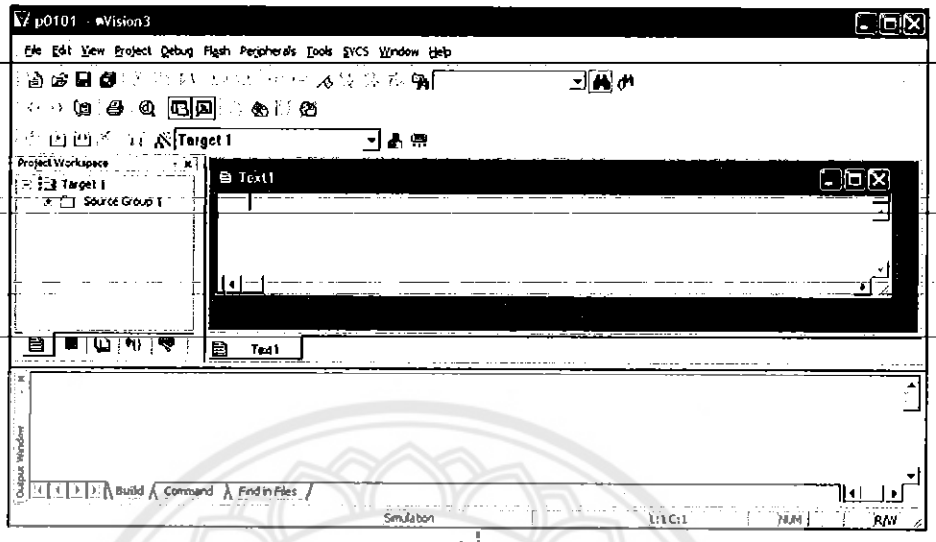
รูปที่ 2

3. เมื่อกดปุ่ม Saveแล้วหน้าต่าง Select Device for 'Target 1' จะปรากฏขึ้น ใช้ในการเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51เบอร์ที่ใช้งาน จากตัวอย่างนี้ใช้ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 จาก Philips จึงเลือกไปที่เบอร์นี้



รูปที่ 3

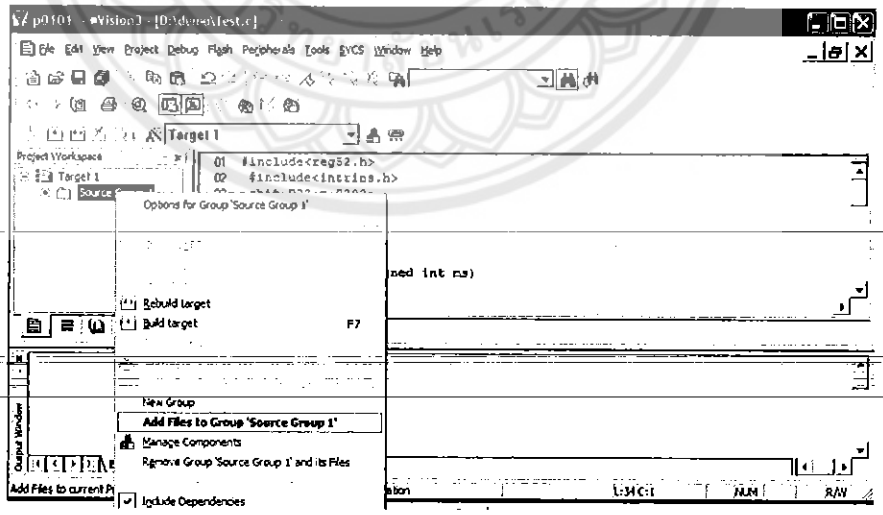
4. ไปที่เมนู File ⟶ New จะได้หน้าต่าง Text1 สำหรับเขียนโค้ดโปรแกรมดังรูปที่ 4



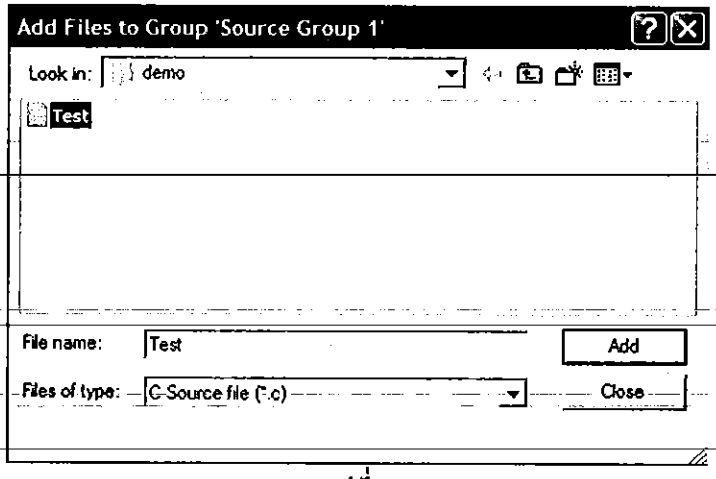
รูปที่ 4

5. เมื่อเขียนเสร็จให้เราทำการ Saveซึ่งเวลา save เราจะต้องใส่นามสกุลให้มันด้วย เช่น Test.c

6. หลังจากเขียนโค้ดโปรแกรมเสร็จแล้ว ให้ใช้เมาส์ปุ่มขวาคลิกไป Source Group 1 ในหน้าต่าง Project Workspace จะได้เมนูย่อยดังรูปที่ 5 เลือกไปที่ Add File to Group 'Source Group 1' เลือกไฟล์ Test ดังรูปที่ 6 คลิกปุ่ม Add จากนั้นกด Close



รูปที่ 5



รูปที่ 6

7. เมื่อทำการ Add File แล้วไฟล์ที่เพิ่มเข้าไปจะแสดงอยู่ใน Source Group1 ในหน้าต่าง Project Workspace ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7

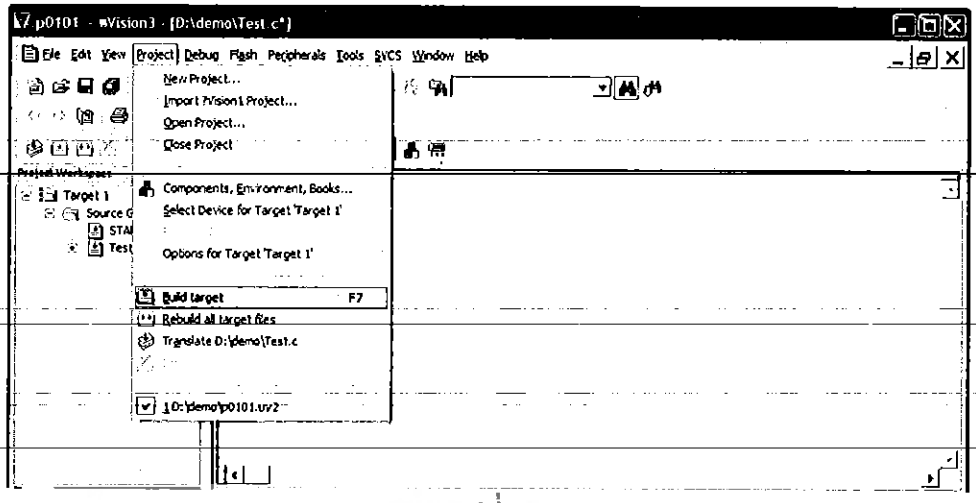
8. ถึงขั้นตอนนี้ก็สามารถที่จะคอมไพล์เลอร์โปรแกรมได้แล้ว ไปที่เมนู Project → Built Target ดังรูปที่ 8 หรือ กดคีย์ F7 ถ้าไม่พบข้อผิดพลาดใดๆ จะได้ข้อความดังนี้

Build target 'Target 1'

compilingTest.c...

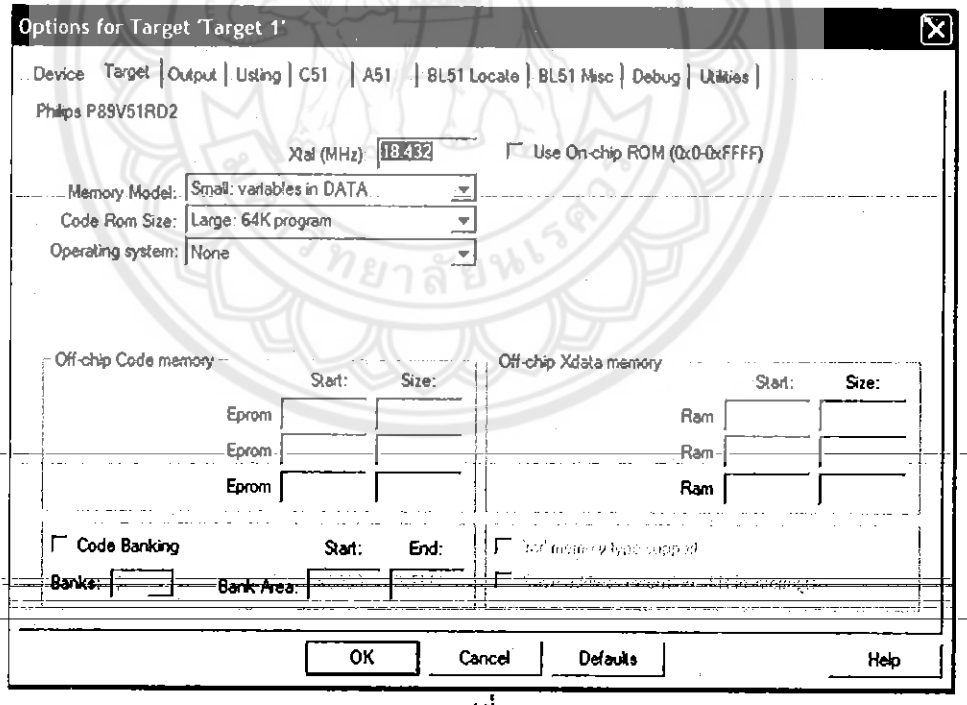
linking...

"p0101" - 0 Error(s), 0 Warning(s).

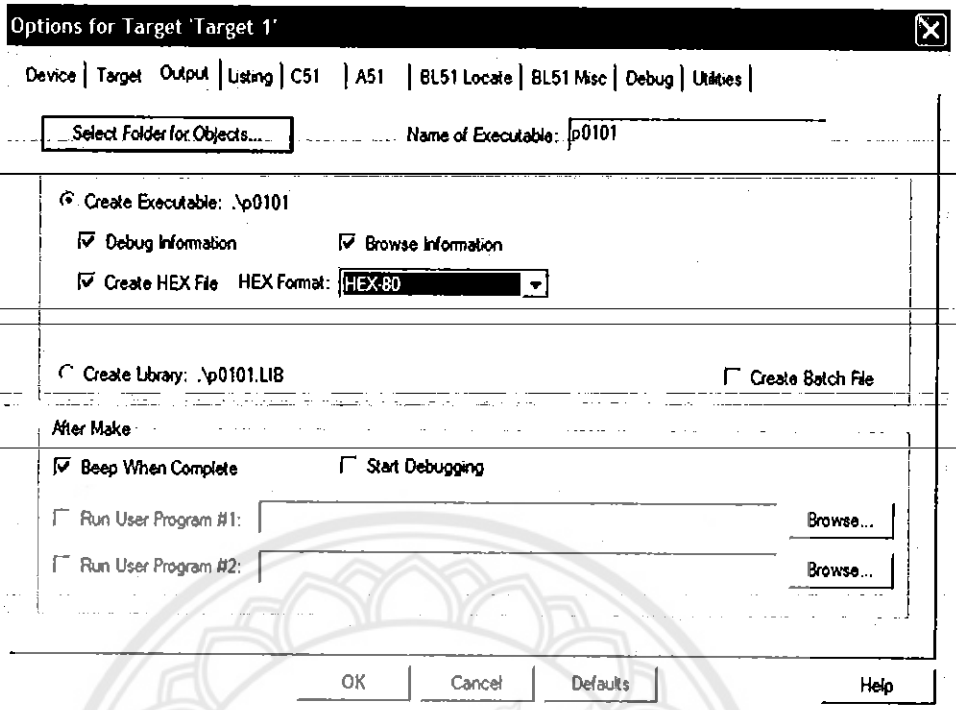


รูปที่ 8

9. การสร้างไฟล์นามสกุล .Hex ให้ไปที่ เมนู project → Option for Target 'Target 1' แสดงดังรูปที่ 9 ที่แถบ Target กำหนด Xtar(Mhz) เท่ากับ 18.432 เลือกไปที่แถบ Output คลิกเลือกที่หน้าช่อง Create HEX File ดังรูปที่ 10 เสร็จแล้วคลิกปุ่ม OK



รูปที่ 9



รูปที่ 10

10. กดคีย์ F7 อีกครั้ง (Project ⟶ Built Target) จะได้ข้อความแสดงการสร้างไฟล์ HEX ที่หน้าต่าง Output window ดังนี้

Build target 'Target 1'

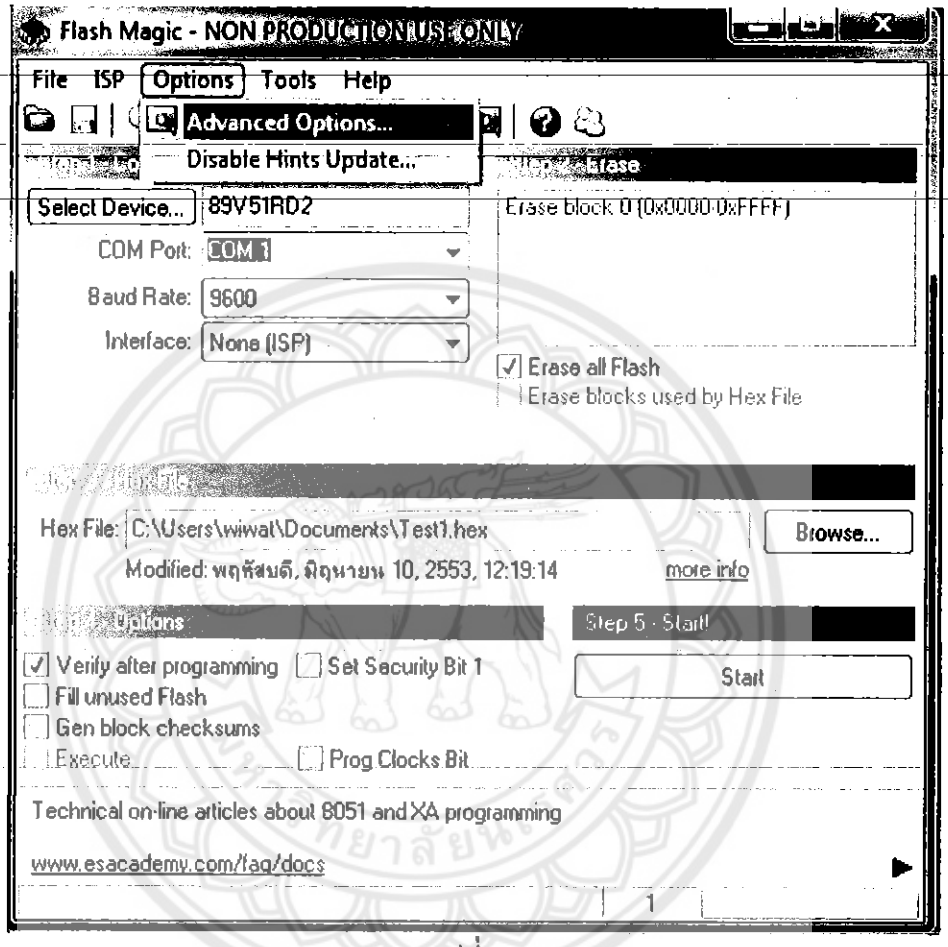
creating hex file from "p0101"...

"p0101" - 0 Error(s), 0 Warning(s).

11. ไปยังโฟลเดอร์ที่ได้สร้างไฟล์ p0101.cเราจะพบไฟล์ p0101.hex ในขั้นตอนนี้สามารถที่จะโหลดไฟล์ดังกล่าวไปยังบอร์ดทดลองด้วยโปนแกรมที่ใช้ในการโปรแกรมไปที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

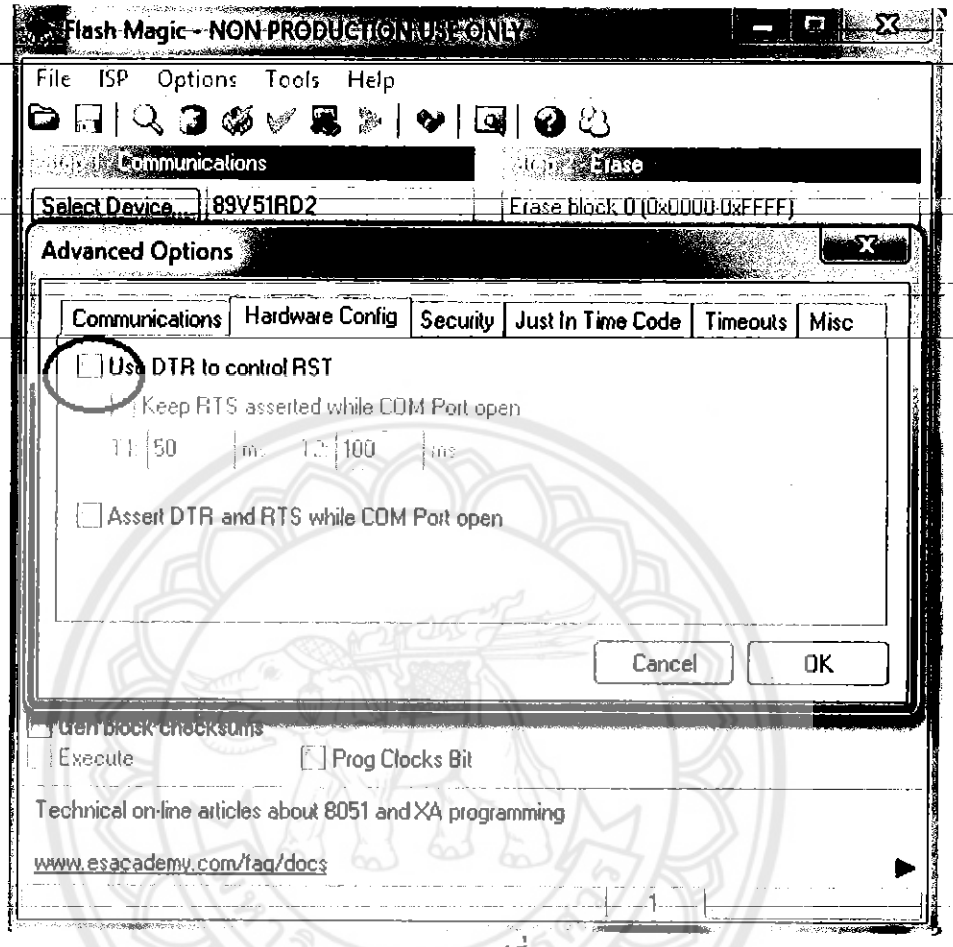
การใช้งานโปรแกรม Flash Magic

1. เปิดโปรแกรม Flash magic โดยทำการตั้งค่าต่างๆดังนี้เลือกที่ Options----> Advanced Options



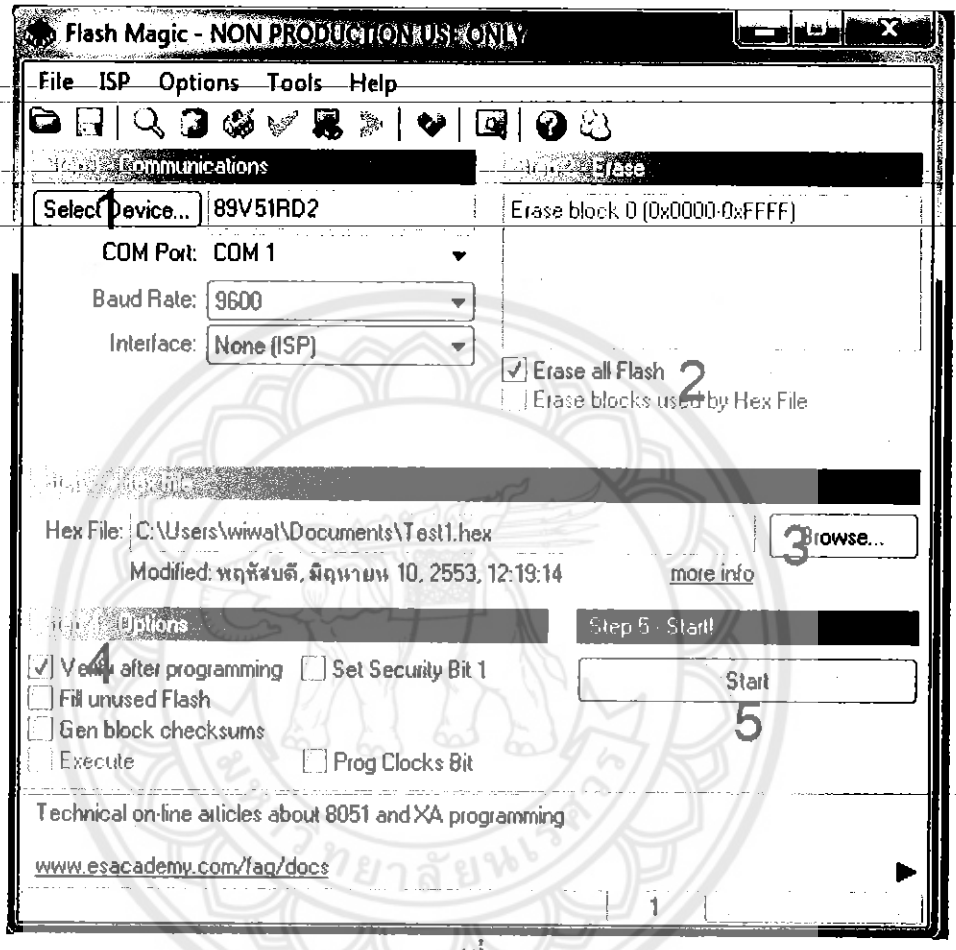
รูปที่ 11

2. คลิ๊กเลือก Use DTR to control RST ออก



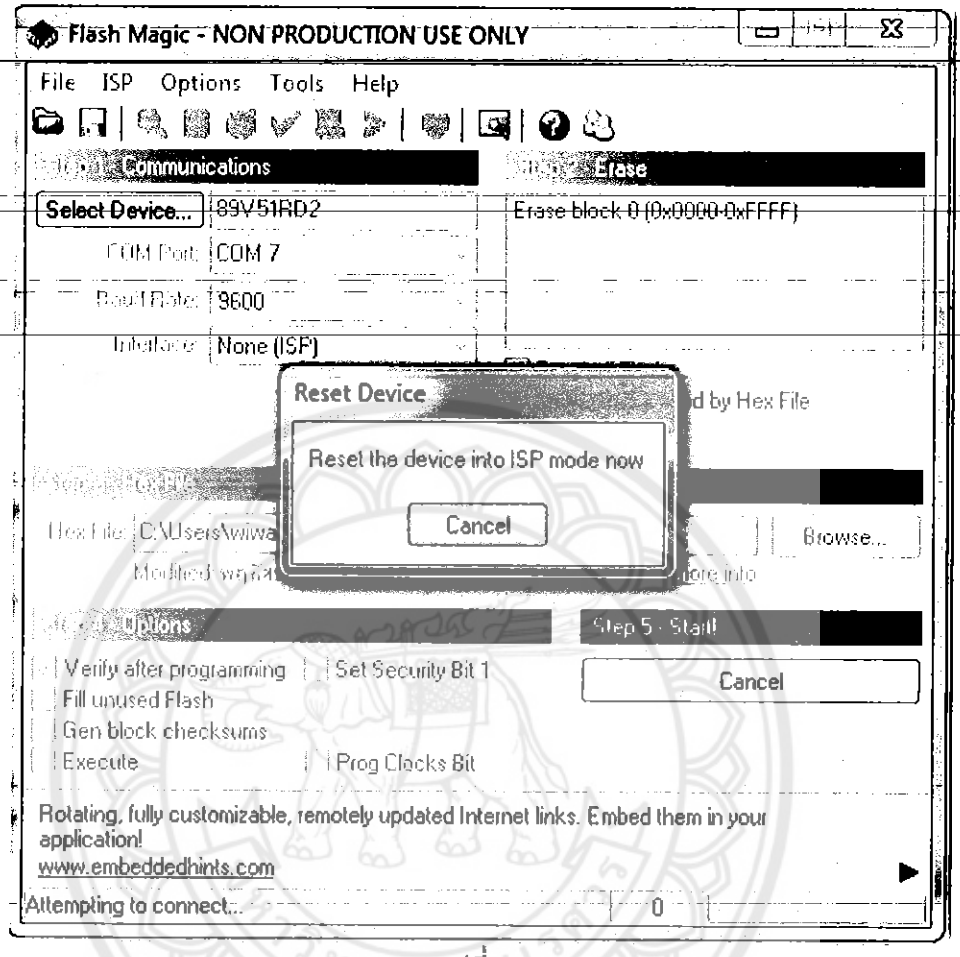
รูปที่ 12

3.ที่หมายเลข 1 เลือกรุ่นของ MCS-51 และ com port ให้ตรงกับที่เราใช้ตั้งค่าอื่นๆตามหมายเลข 2 และ 4 ตามรูปพร้อมทั้ง Browse ไฟล์ที่หมายเลข 3 เลือก Hex file จากนั้นคลิ้กเลือก Start ที่หมายเลข 5 แล้วโปรแกรมจะให้ Reset MCS-51 เพื่อโหลด Hex file ลงอุปกรณ์



รูปที่ 13

4. กดปุ่ม reset ที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 14

ภาคผนวก ข

Code Program

Code Program

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
sbit IN_PUT = P3^3;
sbit LED_1 = P3^4 ;
sbit LED_2 = P3^5 ;
sbit LED_3 = P3^7 ;
intstatus,sck,start_time;
longcount_timer;
int i;
voidDelayMs (unsigned int count)
{       // mSec Delay 11.0592 Mhz
        unsignedint i;
        while(count)
        {       i = 115;
                while(i>0) i--;count--;
        }
}
void main()
{       LED_1 = 0;
        LED_2 = 0;
        LED_3 = 0;
        DelayMs(1000);
        LED_1 = 1;
        LED_2 = 1;
        LED_3 = 1;
```

```
status = 0;
start_time = 0;
sck = IN_PUT;
while (1)
{       if(!IN_PUT &&sck == 0)
        {       start_time = 1;
                sck = 1;
                if(count_timer> 0 &&count_timer< 10 )
                {       status = 2;
                        count_timer = 1;
                }
                else if(count_timer>= 10)
                {       count_timer = 0;
                }
        }
        if(IN_PUT &&sck == 1)
        {       status = 2;
                start_time = 1;
                sck = 0;
                if(count_timer> 0 &&count_timer< 10 )
                {       status = 2; count_timer = 1;
                }
                else if(count_timer>= 10)
                {       count_timer = 0;
                }
        }
        if(start_time == 1)
        {       count_timer++;
```

```
                    if(count_timer>= 10)
                    {       if(!IN_PUT)     status = 1;
                            else if(IN_PUT)  status = 2;
                            start_time = 0;
                            //count_timer = 0;
                    }
                }
                DelayMs(50);
                if(status == 1)
                {       LED_1 = 1;
                        LED_2 = 0;
                        LED_3 = 1;
                }
                else if(status == 2)
                {       LED_1 = 0;
                        LED_2 = 1;
                        LED_3 = 0;
                }
                else if(status == 0)
                {       LED_1 = 0;
                        LED_2 = 0;
                        LED_3 = 0;
                }
            }
        }
```

การอธิบายโปรแกรม

ฟังก์ชัน DelayMs(); เป็นฟังก์ชั่นดีเลย์ โดยใช้while loop เวลาที่ได้คำนวณมาจากคริสตอล ซึ่งมีค่า 11.0592 MHz ใช้ตัวแปร i ในการช่วยวนลูป เมื่อวนลูปครบ 115 ครั้งจะเท่ากับ 1 msตัวแปร countทำหน้าที่เป็นตัวคูณ เช่นต้องการเวลาที่ 50 msตัวแปรcount จะต้องมีค่าเท่ากับ 50

เมื่อเริ่มการทำงาน โปรแกรมจะเริ่มทำงานที่ฟังชั่น main() โดยที่กำหนดตัวแปร sck=IN_PUT (ขา P3.3)ก่อนเพื่อทำการตรวจสอบสัญญาณว่าอยู่สถานะใด

โปรแกรมจะทำงานวนลูป while(); อนันต์ เมื่อเริ่มเปิดเครื่องสถานะตอนแรกที่ขา P3.3 มีค่าลอจิกเป็น "1" ทำให้ sck เท่ากับ "1" ด้วยเช่นเดียวกัน ฟังก์ชั่น if(!IN_PUT &&sck == 0) จึงเป็นเท็จ โปรแกรมจะเข้ามาทำงานที่ฟังก์ชั่น if(IN_PUT &&sck == 1)

ที่ฟังก์ชั่น if(IN_PUT &&sck == 1) เมื่อกำหนดค่าตัวแปรแล้วในบรรทัดต่อมาฟังก์ชั่น if(count_timer> 0 &&count_timer< 10) และ else if(count_timer>= 10) เป็นเท็จเพราะเมื่อเริ่มต้น count_timer ยังมีค่าเป็นศูนย์ และจะไม่เข้ามาทำงานในฟังก์ชัน if(IN_PUT &&sck == 1) อีกเนื่องจากได้กำหนดให้ sck = 0 โปรแกรมก็จะเข้าในเงื่อนไขต่อไป

โปรแกรมจะเข้ามาที่ฟังก์ชัน if(start_time == 1) และเพิ่มค่าcount_timerที่ละ1 จากนั้นเข้าสู่ฟังก์ชันย่อย if(count_timer>= 10) เพื่อตรวจสอบอินพุตอีกครั้งหนึ่งแล้วกำหนดค่าตัวแปร status เพื่อเลือกฟังก์ชันการแสดงผลต่อไป โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณที่เข้ามาเป็น "0" จริงหรือไม่ก่อนที่จะแสดงผลให้ทราบโดยใช้ ฟังก์ชัน if(count_timer>= 10) ในการหน่วงเวลา เวลาการหน่วงโปรแกรมสามารถกำหนดค่าได้จากฟังก์ชันนี้

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายประวิทย์ กองเนตร

ภูมิลำเนา 8/1 หมู่ 9 ต. หนองแขม อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง

—ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 8

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: pr_warden@hotmail.com

ชื่อ นายปรีชานนท์ โฉมเฉลา

ภูมิลำเนา 5/3 ซ.1 ถ.ประชาราษฎร์ ต.เมือง อ.สวรรคโลกจ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา

— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 8

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail:stalkerblade@hotmail.com

ชื่อ นายพนาวุฒิ นารถบุญ

ภูมิลำเนา 124/47 หมู่ 3 ต.ป่าเลา อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

—จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเพชรพิทยาคม

— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 8

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: playplay_ee@hotmail.com