สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

Top-Up Mobile Vending Machine

โดย

นางสาวชญานิศ	เวียรวิไกร	48010164
นายปิยบุตร	พรหมรุ่งเรือง	48010541
นายพรทวี	ปักโขมินัง	48010576

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...103149
วัน,เดือน,ปี...28 ส.ค. 2552

b.12049938
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

Top-Up Mobile Vending Machine

โดย

นางสาวชญานิศ เวียรวิไกร

นายปิยบุตร พรหมรุ่งเรือง

นายพรทวี ปักโขมินัง

ภาควิชา
วิศวกรรมโทรคมนาคม
ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

Top-Up Mobile Vending Machine

ผู้จัดทำ

1.นางสาวชญานิศ เวียรวิไกร รหัส 48010164

2.นายปิยบุตร พรหมรุ่งเรือง รหัส 48010541

3.นายพรทวี ปักโขมินัง รหัส 48010576

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานที่ 511428

เครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

Top-Up Mobile Vending Machine

โดย นางสาวชญานิศ เวียรวิไกร 48010164

นายปิยบุตร พรหมรุ่งเรือง 48010541

นายพรทวี ปักโขมินัง 48010576

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญในเครือข่ายต่าง ๆ ซึ่งสามารถเลือกเครือข่ายผู้ให้บริการได้ และใช้เหรียญตั้งแต่ 5 บาทขึ้นไป โดยเครื่องเติมเงินนี้ประกอบไปด้วยวงจรเครื่องหยอดเหรียญทำงานร่วมกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมคำสั่ง พร้อมหน้าจอแสดงผล และปุ่มกด เพื่อติดต่อกับผู้ใช้บริการ โดยส่งข้อมูลไปสู่โทรศัพท์มือถือที่รองรับการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรม เพื่อให้วงจรควบคุมส่งคำสั่งไปที่โทรศัพท์และเลือกเครือข่ายที่ต้องการจะเติมเงินต่อไป

ABSRRACT

This project proposes a Top-Up Mobile Vending Machine. It is able to use for multi network operators by insert coins at least 5 baht. This machine is composed with insert coin subsystem that connected with controller unit, LCD monitor and key pad for shown any information and user interfacing. The controller is connected with mobile phone serial port which is communicated among network operators. The controller unit will be send request syntax to mobile phone with refill money commands to particular network operator.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	2
2.1.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม (GSM)	2
2.1.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอ (CDMA)	3
2.2 ซิมการ์ด	3
2.3 จีเอสเอ็มโมดูล (GSM Module)	5
2.4 จีเอสเอ็ม เอที คอมมานด์	5
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.5.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)	6
2.5.2 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช	7
2.5.3 อินเตอร์รัปต์ (Interrupt)	7
2.6 ภาษาแอสเซมบลี	8
2.7 การเชื่อมต่อ MCS-51 กับคีย์สวิตซ์แบบเมทริกซ์	11
2.8 โครงสร้าง LCD Module	11
2.9 การเชื่อมต่อ MCS-51 กับแอลซีดี	12
2.10 ชุดคำสั่งของโมดูลแอลซีดี	13
2.11 การเขียนข้อมูลให้กับดีดีแรมของโมดูลแอลซีดี	15
2.12 จังหวะการทำงานของโมดูลแอลซีดี	16
2.13 ออปแอมป์	16
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	21
3.1 การทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ	21
3.1.1 ส่วนการทำงานคีย์แพด	21
3.1.2 ส่วนการประมวลผล	22
3.1.3 ส่วนการแสดงผล	22
3.2 วิธีการเติมเงินในเครือข่ายต่างๆ	22
3.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของทั้งระบบ	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	26
4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองวงจรเครื่องหยอดเหรียญ	26
4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองวงจรกรองสัญญาณ	28
4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองวงจรแบตเตอรี (ไฟเลี้ยงทั้งวงจร)	30
4.4 การทดลองที่ 4 เอทีคอมมานด์เพื่อเติมเงิน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองที่ 5 สวิตช์ไอซี 4066 36
4.4 การทดลองที่ 4 วงจรสวิตช์ซิม 37
4.5 การทดลองที่ 5 วงจรรวม 42

บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง 48
5.1 อุปสรรคที่พบในการทำงาน 48
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้ 48
5.3 แนวทางการพัฒนา 48
เอกสารอ้างอิง 49
ภาคผนวก 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงซิมการ์ดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน	3
รูปที่ 2.2 แสดงขาทั้งหมดของซิมการ์ดที่ใช้กันในปัจจุบัน	4
รูปที่ 2.3 ภาพแสดงจีเอสเอ็มโมดูล	5
รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	7
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีแบบไฟล์เดียว	8
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเขียนภาษาแอสเซมบลีแบบแบ่งเป็นหลายไฟล์	9
รูปที่ 2.7 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูง	10
รูปที่ 2.8 การแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์	10
รูปที่ 2.9 คีย์สวิตซ์ขนาด 4x3	11
รูปที่ 2.10 แอลซีดี	12
รูปที่ 2.11 แสดงรหัสตัวอักษรที่ใช้กับโมดูลแอลซีดี	12
รูปที่2.12 แสดงการทำงานที่อินพุตด้านเดียว	17
รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานที่อินพุตสองด้านแบบดิฟเฟอเรนเชียล	17
รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานที่สองอินพุตแบบคอมมอนโหมด	18
รูปที่ 2.15 ลักษณะวงจรแบบ Negative feedback	18
รูปที่ 2.16 ลักษณะวงจรแบบโพสิทีพ	18
รูปที่ 2.17 วงจรต่อแบบโพสิทีพฟีดแบ็กแบบอินเวอร์ทติง	19
รูปที่ 2.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต	19
รูปที่ 2.19 วงจรขยายแบบกลับเฟส	19
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ	21
รูปที่ 3.2 แสดงการทำเติมเงินของเครือข่ายเอไอเอส	22
รูปที่ 3.3 แสดงการทำเติมเงินของเครือข่ายดีแทค	23
รูปที่ 3.4 แสดงการทำเติมเงินของเครือข่ายทรูมูฟ	24
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ	25
รูปที่ 4.1 เครื่องหยอดเหรียญ	26
รูปที่ 4.2 วงจรเครื่องหยอดเหรียญ	26
รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุต 1 พัลส์เมื่อหยอดเหรียญ 5 บาท	27
รูปที่ 4.4 สัญญาณเอาต์พุต 2 พัลส์เมื่อหยอดเหรียญ 10 บาท	27
รูปที่ 4.5 วงจรกรองสัญญาณ	28
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบเอาต์พุตเมื่อหยอดเหรียญ 5 บาทก่อนและหลังผ่านวงจรกรองสัญญาณ	29
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบเอาต์พุตเมื่อหยอดเหรียญ 10 บาทก่อนและหลังผ่านวงจรกรองสัญญาณ	29
รูปที่ 4.8 แสดงการทดลองวงจรแบตเตอรี่	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 แสดงวงจรไฟเลี้ยงทุกค่าที่ใช้ในวงจรโดยมีค่า +5V ,-5V และ +12V 31
รูปที่ 4.10 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7805 31
รูปที่ 4.11 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7905 32
รูปที่ 4.12 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7812 32
รูปที่ 4.13 การทดลองเติมเงินด้วยเอทีคอมมานด์ 33
รูปที่ 4.14 แสดงการเชื่อต่อจีเอสเอ็มโมดูลกับพอร์ทอนุกรมผ่านไอซี MAX232 33
รูปที่ 4.15 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมดีแทค 34
รูปที่ 4.16 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมดีแทค (ต่อ) 34
รูปที่ 4.17 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมทรูมูฟ 35
รูปที่ 4.18 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมทรูมูฟ (ต่อ) 35
รูปที่ 4.19 แสดงการทดลองวงจรสวิตช์ 36
รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบอินพุทและเอาต์พุทเมื่อป้อนแรงดัน 0 โวลต์เข้าที่ขาคอนโทรล 36
รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบอินพุทและเอาต์พุทเมื่อป้อนแรงดัน +5 โวลต์เข้าที่ขาคอนโทรล 37
รูปที่ 4.22 แสดงการต่อวงจรทดลองสวิตช์ซิม 37
รูปที่ 4.23 แสดงวงจรทดลองสวิตช์ซิม 38
รูปที่ 4.24 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย เอไอเอส 38
รูปที่ 4.25 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย ดีแทค 39
รูปที่ 4.26 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย ทรูมูฟ 39
รูปที่ 4.27 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย เอไอเอส 40
รูปที่ 4.28 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่ายดีแทค 40
รูปที่ 4.29 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่ายทรูมูฟ 41
รูปที่ 4.30 แสดงวงจรรวมที่ใช้ 42
รูปที่ 4.31 รูปวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ คีย์แพด แอลซีดี และวงจรขยายสัญญาณ 43
รูปที่ 4.32 รูปเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ 44
รูปที่ 4.33 รูปเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ (ต่อ) 44
รูปที่ 4.34 รูปแสดงหน้าจอ LCD เบื้องต้นในสถานะที่ยังไม่ได้มีการทำรายการ 45
รูปที่ 4.35 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเลือกเครือข่าย 45
รูปที่ 4.36 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเลือกจำนวนเงินที่จะเติม 45
รูปที่ 4.37 รูปแสดงหน้าจอ LCD เมื่อถึงเมนูสำหรับกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการเติมเงิน 46
รูปที่ 4.38 รูปแสดงหน้าจอ LCD ขณะกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการเติมเงิน 46
รูปที่ 4.39 รูปแสดงหน้าจอ LCD แสดงผลขณะที่ระบบกำลังทำการเติมเงิน 46
รูปที่ 4.40 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเติมเงินเสร็จสิ้น 47
รูปที่ 4.41 เมื่อระบบทำการเติมเงินสมบูรณ์จะแสดงผล LCD กลับมาที่สถานะเริ่มต้น 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงขาต่างๆ ภายในซิมการ์ด 4
ตารางที่ 2.2 แสดงคำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผลของโมดูลแอลซีดี 13
ตารางที่ 2.3 แสดงคำสั่ง CURSOR AT HOME ของโมดูลแอลซีดี 13
ตารางที่ 2.4 แสดงโหมดในการป้อนข้อมูล ของโมดูลแอลซีดี 13
ตารางที่ 2.5 แสดงคำสั่งควบคุมการแสดงผลของโมดูลแอลซีดี 14
ตารางที่ 2.6 แสดงคำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรของโมดูลแอลซีดี 14
ตารางที่ 2.7 แสดงคำสั่งการกำหนดฟังชันก์การทำงานของโมดูลแอลซีดี 14
ตารางที่ 2.8 แสดงคำสั่งเลือกแอดเดรสของซีจีแรมของโมดูลแอลซีดี 15
ตารางที่ 2.9 แสดงคำสั่งเลือกแอดเดรสเนมของดีดีแรมของโมดูลแอลซีดี 15
ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งานคีย์แพด 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันการเติมเงินโทรศัพท์มีทางเลือกมากมายไม่ว่าจะเป็นการเติมเงินผ่านบัตรเติมเงิน เครื่องเบิกถอนเงินสดอัตโนมัติ หรือการเติมเงินตามศูนย์บริการ หรือแม้แต่การเติมเงินผ่านพนักงานเคาเตอร์ที่ให้บริการของเครือข่ายแต่ละเครือข่าย แต่สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นคือการเติมเงินเหล่านี้ไม่สามารถเติมเงินจำนวนน้อย ๆได้ รวมทั้งอาจไม่สะดวกที่จะต้องไปเติมเงินผ่านเคาเตอร์บริการของแต่ละเครือข่าย และอีกปัญหาหนึ่งคือ การเติมเงินจากบัตรเติมเงินนั้น จะมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ไม่สะดวก ต้องเสียเวลาการเดินทาง มีปัญหาเรื่องบัตรชำรุด บัตรปลอม บัตรสูญหาย อีกทั้งยังต้องขูดบัตรและกดหมายเลขหลายๆหลักให้สับสนวุ่นวาย เครื่องเติมเงินโทรศัพท์อัตโนมัติสามารถเติมได้ตลอด 24 ชั่วโมงทำให้สะดวกสบายยิ่งขึ้น สามารถเพิ่มรายได้ด้วยการตั้งไว้ตามจุดต่างๆ เช่น หน้าโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม หน้าโรงเรียนและสถานศึกษาหรือ ตามแหล่งชุมชน ตลาด และผู้ที่เป็นเจ้าของไม่จำเป็นต้องอยู่เฝ้าเพื่อบริการลูกค้าตลอดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการให้บริการเติมเงิน
2. เพื่อผลิตเครื่องเติมเงินใช้เองภายในหน่วยงานเล็กๆ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงนัก

1.3 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่1 กล่าวถึงที่มาความสำคัญ แนวคิดที่ทำชิ้นงาน และวัตถุประสงค์ของการทำเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

บทที่ 2 ได้อธิบายถึงรายละเอียดทางทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ในการทำชิ้นงานโดยละเอียด ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้เกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซิมการ์ด จีเอสเอ็มโมดูล รวมไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวงจรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเติมเงินหยอดเหรียญ

บทที่ 3 ได้นำเสนอขั้นตอนการออกแบบในแต่ละส่วนของชิ้นงาน

บทที่ 4 ได้แสดงผลการทดลองในแต่ละวงจรย่อย และผลของวงจรรวมตามลำดับ

บทที่ 5 ได้แสดงการสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง แจกแจงอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการทำงาน ประโยชน์ และแนวทางการพัฒนาชิ้นงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.1.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม (GSM)

ภายในอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องหนึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ โมบาย อีควิปเมนท์(Mobile Equipment) และซิม ส่วนของโมบายอีควิปเมนท์ ทำหน้าที่จัดการกับการรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับส่วนของสถานีฐาน และรวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ เช่น ไมโครโฟน จอภาพ ลำโพง และปุ่มต่างๆ ขณะที่ส่วนของซิม คือ สมาร์ตการ์ดแผ่นบางๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับผู้ใช้ และข้อมูลที่เกี่ยวกับโครงข่าย นอกจากนี้ยังอาจจะเก็บหมายเลขโทรศัพท์ที่ผู้ใช้มีการติดต่อด้วยเป็นประจำเพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการ การจัดให้เครื่องโทรศัพท์มีโครงสร้างในลักษณะนี้ช่วยให้เราสามารถเสียบแผ่นซิมเข้าไปในอุปกรณ์โมบายอีควิปเมนท์ใดก็ได้ ปัจจุบันใช้ปลักอินซิม

ส่วนอีมี่ (IMEI ,International Mobile Station Equipment Identity)นั้นคือ หมายเลขที่เป็นรหัสประจำตัว เครื่องโทรศัพท์มือถือ โทรศัพท์มือถือเครื่องหนึ่งจะมีอีมี่หมายเลขเดียวที่ไม่ซ้ำกับอีมี่ของโทรศัพท์มือถือเครื่องอื่นๆ ใดเลย อีมี่จะถูกกำหนดมาจากโรงงานของผู้ผลิตเครื่องโทรศัพท์มือถือและจะถูกลงทะเบียนไว้ในโครงข่ายของผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการจะแบ่งการลงทะเบียนอีมี่ โดยแต่ละเครื่องก็จะมีหมายเลขแตกต่างกันไปเป็น 3 แบบ คือ

1. ไวท์ลิสท์ (White list) คือ รายการอีมี่เครื่องโทรศัพท์มือถือทุกเครื่องที่สามารถใช้งานในโครงข่ายได้

2. แบล็กลิสท์ (Black list) คือ รายการอีมี่เครื่องโทรศัพท์มือถือที่ผู้ให้บริการไม่ต้องการให้ใช้งานในโครงข่าย เช่น โทรศัพท์มือถือที่มีผู้แจ้งหายหรือถูกขโมย

3. เกรย์ลิสท์ (Grey list) คือ รายการอีมี่เครื่องโทรศัพท์มือถือที่ต้องการให้โครงข่ายส่งรายงานไปที่ผู้ควบคุมระบบทุกครั้งที่มีการใช้ งานเช่น เครื่องที่มีซอฟต์แวร์เวอร์ชันเก่ามากๆ หรือเครื่องที่ได้รับการร้องเรียนจากผู้ใช้งานว่าใช้ได้บ้าง ไม่ได้บ้าง เพื่อที่จะติดตามหาสาเหตุเหล่านั้น

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มได้มีการกำหนดช่วงความถี่สำหรับใช้งานไว้ทั้งหมด 50 ในย่านความถี่ 890-915 เมกกะเฮิร์ตซ และ 935-960 เมกกะเฮิรตซ์โดยในย่านความถี่ต่ำนั้นมีไว้สำหรับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ Mobile Station (MS) ในการส่งข้อมูลไปที่สถานีฐานรับส่งสัญญาณ Base Transceiver Station (BTS) และในส่วนของย่านความถี่สูงมีไว้ส่งข้อมูลในทิศตรงกันข้ามภายในแบนวิดท์ขนาด 25 เมกกะเฮิร์ตซ์ ของการส่งข้อมูลแต่ละทิศนี้ จีเอสเอ็มได้แบ่งจำนวนช่องของคลื่นพาห์ไว้ 124 ช่อง โดยแต่ละช่องมีความถี่ห่างกันเท่ากับ 200 กิโลเฮิร์ตซ ลักษณะการแบ่งช่องสัญญาณแบบนี้มีชื่อเรียกว่า Frequency Division Multiple Access (FDMA) และในแต่ละคลื่นพาห์ใช้ส่งสัญญาณได้ทั้งหมด 8 ช่องสัญญาณโดยวิธีที่เรียกว่า Time Division Multiple Access (TDMA) ดังนั้นจะเห็นว่าจีเอสเอ็มอาศัยทั้งวิธี FDMA และ TDMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

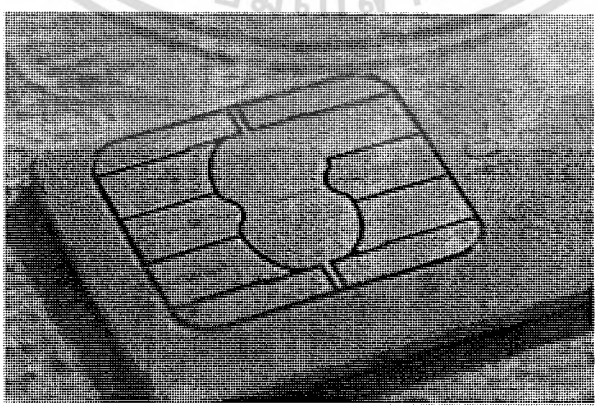
2.1.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซีดีเอ็มเอ (CDMA)

หลักการเบื้องต้นของระบบซีดีเอ็มเอ ได้จัดแบ่งความถี่ที่มีอยู่ทั้งหมดออกเป็นช่วง โดยแต่ละช่วงมีความกว้างเท่ากับ 1.25 เมกกะเฮิร์ตซ โดยวิธี FDMA สังเกตว่าคลื่นพาห์หนึ่งความถี่มีขนาดแบนด์วิดท์ที่กว้างกว่าระบบจีเอสเอ็ม (200 กิโลเฮิรตซ์) ด้วยเหตุนี้ซีดีเอ็มเอจึงอนุญาตให้ผู้ใช้โทรศัพท์จำนวนมากจำนวนหนึ่งส่งสัญญาณเสียงลงบนคลื่นความถี่เดียวกันได้ ซึ่งหมายความว่าผู้ใช้ทุกๆ คนที่ใช้คลื่นพาห์เดียวกันจะรบกวนกันในเชิงความถี่ตลอดเวลาการใช้งาน แต่ว่าโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะสามารถแยกแยะว่าสัญญาณส่วนใดที่เป็นของตนเองได้โดยอาศัยชุดโค้ดที่แตกต่างกันในการรับและส่งข้อมูล จึงเรียกว่า Code Division Multiple Access (CDMA)

คุณลักษณะและข้อดีของระบบซีดีเอ็มเอ

- ระบบซีดีเอ็มเอใช้วงจรรับส่งวิทยุเพียงชุดเดียวสำหรับครอบคลุมบริเวณหนึ่งๆ ดังนั้นจึงง่ายและสะดวกในการติดตั้ง อีกทั้งยังประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บอุปกรณ์ด้วย
- ในระบบ TDMA มีความจำเป็นที่จะต้องเว้นการ์ดไทม์ไว้ขนาดหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลที่อยู่คนละไทม์สล็อตเกิดการทับกัน ส่วนระบบของซีดีเอ็มเอนั้นไม่มีความจำเป็นต้องมีการ์ดไทม์ เพราะฉะนั้นช่วงเวลาตรงนี้สามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการส่งข้อมูลให้สูงขึ้นได้
- ระบบซีดีเอ็มเอไม่จำเป็นต้องจัดแบ่งความถี่สำหรับการใช้งานที่ต่างกันสำหรับเซลล์ที่อยู่ใกล้กัน นั่นคือเซลล์ที่อยู่ติดกันก็สามารถใช้คลื่นความถี่เดียวกันได้ ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากสเปกตรัมความถี่ที่มีอยู่อย่างจำกัดของระบบซีดีเอ็มเอจึงมีประสิทธิภาพดีกว่า ให้ขนาดความจุที่สูงกว่าและรองรับจำนวนผู้ใช้บริการได้มากกว่า
- ปัญหาและผลกระทบของเฟดดิงต่อการส่งสัญญาณแบบแถบความถี่กว้าง มีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการส่งข้อมูลแบบแถบความถี่แคบ ดังนั้นการออกแบบระบบเพื่อจัดการกับปัญหาของเฟดดิงจึงมีความซับซ้อนน้อยกว่า

2.2 ซิมการ์ด



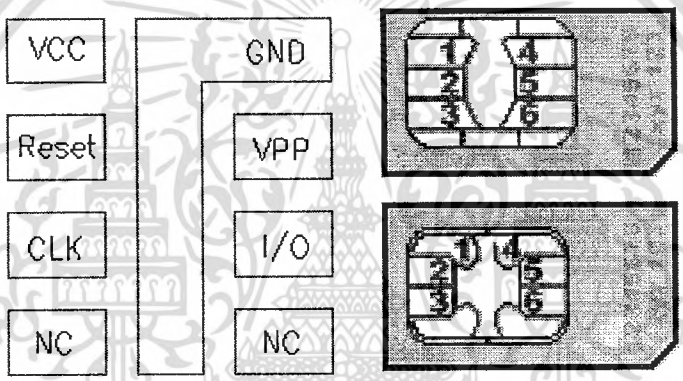
รูปที่ 2.1 แสดงซิมการ์ดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIM Card ย่อมาจาก Subscriber Identity Module Card เป็นแผ่นอิเล็กทรอนิคส์ขนาดเล็กที่ติดอยู่บนการ์ดพลาสติก เสียบอยู่ในตัวเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งโทรศัพท์แบบ GSM จะมี SIM Card เสมอ เพื่อสร้างความปลอดภัยในการใช้สิทธิของผู้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลและฟังก์ชั่นต่างๆ สำหรับระบบ CDMA นั้นมีอุปกรณ์ที่มีลักษณะเสมอเหมือนซิมการ์ดซึ่งจะมีข้อมูลของหมายเลขซิมและรหัสซิมเช่นกัน เรียกว่า RUIM หรือ Removable User Interface Module

ข้อดีของระบบซิม คือ การใช้งานเราสามารถพกพาซิมการ์ดของเราไปใช้งานเครื่องโทรศัพท์มือถือเครื่องใดก็ได้ที่อยู่ในระบบเดียวกัน และเมื่อเครื่องโทรศัพท์มือถือเสียหายหรือชำรุดก็สามารถเปลี่ยนซิมการ์ดมาไว้เครื่องใหม่ โดยข้อมูลเดิมยังอยู่ครบ ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็มเป็นระบบดิจิตอลเราสามารถสร้างระบบป้องกันสัญญาณจากการดักฟัง และการแอบใช้บริการจากผู้ที่ไม่ได้เป็นสมาชิก ได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าระบบแอนะลอกมาก

ซิมทั้งหมดมี 6 ขา ประกอบด้วย



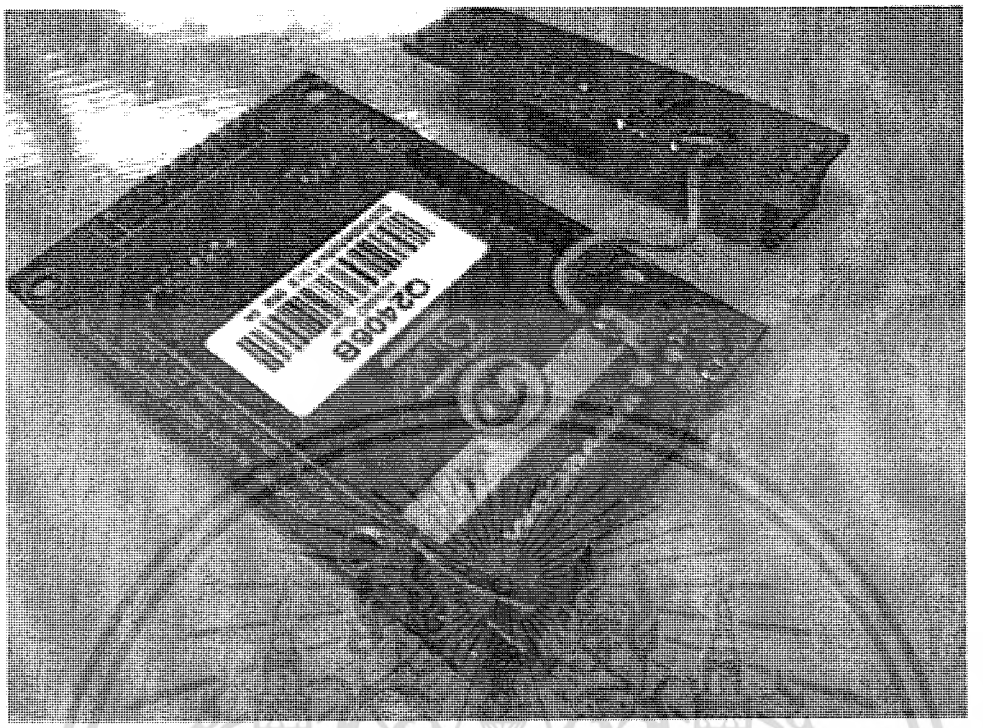
รูปที่ 2.2 แสดงขาทั้งหมดของซิมการ์ดที่ใช้กันในปัจจุบัน

Pin	Name	Description
1	VCC	+5 VDC power supply input (optional use by the card)
2	RESET	Either used itself (reset signal supplied from the interface device) or in combination with an interal reset control circuit (optional use by the card). If internal reset is implemented, the voltage supply on Vcc is mandatory
3	CLOCK	Clocking or timing signal (optional use by the card)
4	GND	Ground (reference voltage)
5	Vpp	Programing voltage input (optional). This contact may be used to supply the voltage required to program or to erase the internal non-volatile memory.
6	I/O	Input or Output for serial data to the integrated circuit inside the card
7,8	N/C	not used

ตารางที่ 2.1 แสดงขาต่างๆ ภายในซิมการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 จีเอสเอ็มโมดูล (GSM Module)



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงจีเอสเอ็มโมดูล

ปัจจุบันจีเอสเอ็มโมดูลที่ขายกันตามท้องตลาดมีผู้ผลิตหลายราย แต่รุ่นที่นิยมใช้ในตู้เติมเงินมือถือ คือรุ่น GR64 ซึ่งเคยเป็นผลิตภัณฑ์ของ Sony Ericson ปัจจุบัน บริษัท WaveCom เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายแทน โดยคำสั่งต่างๆ ยังคงเหมือนเดิม อย่างไรก็ตาม คำสั่งในการทำงานหลักส่วนใหญ่เป็นคำสั่งมาตรฐาน คือสามารถใช้ได้กับจีเอสเอ็มโมดูลทุกยี่ห้อ เช่น การตรวจสอบสัญญาณ การรับ -ส่ง SMS การส่งข้อมูลแบบ USSD เป็นต้น ส่วนคำสั่งที่เปลี่ยนแปลงไปตามการออกแบบของผู้ผลิตได้แก่ การควบคุมเมนูของ ซิมแอพลิเคชั่นทูลคิท (Sim Application Toolkit) ซึ่งใช้จำลองการเลือกเมนูพิเศษ ที่ทางโอเปอเรเตอร์บรรจุไว้ในซิม เพื่อให้สามารถใช้บริการเสริมต่างๆ ที่ทางโอเปอเรเตอร์จัดไว้ให้ ในที่นี้คือการจำลองการกดเมนูเพื่อการเติมเงินให้โทรศัพท์มือถือนั้นเอง

2.4 จีเอสเอ็ม เอที คอมมานด์

เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือ โดยส่วนมากมักใช้ในการสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็มหรืออุปกรณ์ดีทีอีในชุดคำสั่งพื้นฐานนั้นบริษัทเฮย์ได้เป็นผู้ออกแบบคิดค้นเพื่อใช้กับโมเด็มของตนและต่อมาบริษัทผู้ผลิตมือถือยี่ห้อต่างๆได้พัฒนามาใช้กับผลิตภัณฑ์ของตน เป็นเหตุให้คำสั่งพิเศษบางคำสั่งไม่เหมือนกันในผลิตภัณฑ์ต่างยี่ห้อกัน และความสามารถของโทรศัพท์ในบางรุ่นจะไม่รองรับคำสั่งดังกล่าว เนื่องจากไม่ได้มีวงจรส่วนของโมเด็มบรรจุอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.5.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51)

ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 มีโครงสร้างหลายลักษณะทั้ง 20 ขา และ 40 ขาโดยมีหน่วยความจำแบบรอมหรืออีอีพรอม ภายในมีขนาดไม่เกิน 4 กิโลไบต์และมีหน่วยความจำแบบแรม 256 ไบต์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีพอร์ตทั้งหมด 4 พอร์ต คือ P0, P1, P2 และ P3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบมี 2 ทิศทาง คือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- มีพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มีหน่วยความจำ ROM 4 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำ RAM 128 ไบต์
- อ้างตำแหน่งหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก 64 กิโลไบต์
- อ้างตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 64 กิโลไบต์
- ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต 2 ตัว
- วงจรสื่อสารแบบอนุกรมฟูลดูเพล็กซ์
- วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท
- วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน
- มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชสามารถเขียนและลบได้ 1000 ครั้ง
- สามารถป้อนข้อมูลการใช้งานได้หลายครั้ง

โครงสร้างทางไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู)

ซีพียูเปรียบเสมือนสมองของคนเรานั่นเอง เพราะการคำนวณต่างๆ เกิดขึ้นที่นี่ซีพียูประกอบด้วยวงจรต่าง ๆ หลายวงจร เช่น ดีโคดเดอร์ รีจิสเตอร์ เคาน์เตอร์ แอดเดอร์ และบัฟเฟอร์ เป็นต้น

- หน่วยความจำ (Memory)

แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal RAM)

หน่วยความจำส่วนนี้มีไว้ใช้เก็บข้อมูลขณะประมวลผลโปรแกรม สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ขณะมีไฟเลี้ยง แต่เมื่อไม่จ่ายไฟเลี้ยงข้อมูลต่างๆ จะสลายไป ปัจจุบันชิปบางตัวจะมีการบรรจุหน่วยความจำประเภทหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) รวมเข้าไปในชิปเลย

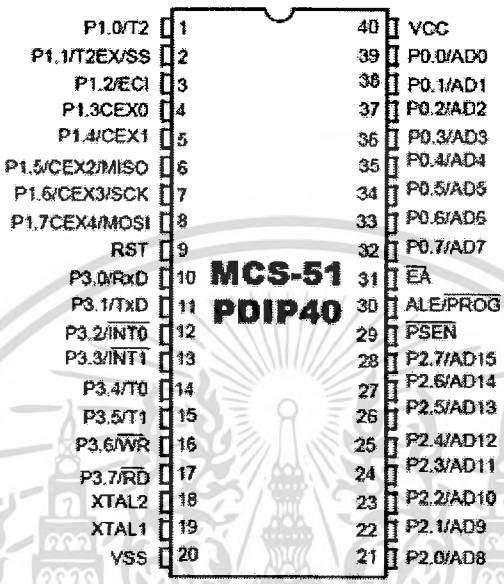
- หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory หรือ ROM)

หน่วยความจำส่วนนี้ใช้เก็บโปรแกรมที่เราเขียน สามารถอ่านได้อย่างเดียวขณะประมวลผลโปรแกรม ถ้าจะเขียนข้อมูลลงรอมจะต้องใช้เครื่องโปรแกรม

- พอร์ตอินพุต
- พอร์ตเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ทมีหน้าที่ทำให้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ แล้วแต่วัตถุประสงค์ในการใช้งานและคุณสมบัติของพอร์ท เช่น สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ คีย์แพด เซนเซอร์ และ แอลซีดี เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.5.2 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช

- หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำนี้ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือโปรแกรมมอนิเตอร์ อ่านได้อย่างเดียว ซึ่งสามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ ถ้าเป็นเบอร์ AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรม 4 กิโลไบต์

- หน่วยความจำข้อมูล

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หน่วยความจำแรม หน่วยความจำชนิดนี้สามารถอ่านและเขียนได้ มีด้วยกัน 2 แบบ คือหน่วยความจำข้อมูลภายในและหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขนาดก็แตกต่างกันในแต่ละเบอร์

2.5.3 อินเตอร์รัปต์ (Interrupt)

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีการเกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ได้หลายลักษณะ คือ

1. สัญญาณการเกิดอินเตอร์รัปต์จากภายนอก
2. สัญญาณการเกิดอินเตอร์รัปต์จากภายใน
3. สัญญาณการเกิดอินเตอร์รัปต์จากวงจรนับเวลา
4. สัญญาณการเกิดอินเตอร์รัปต์จากการรับส่งข้อมูลอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

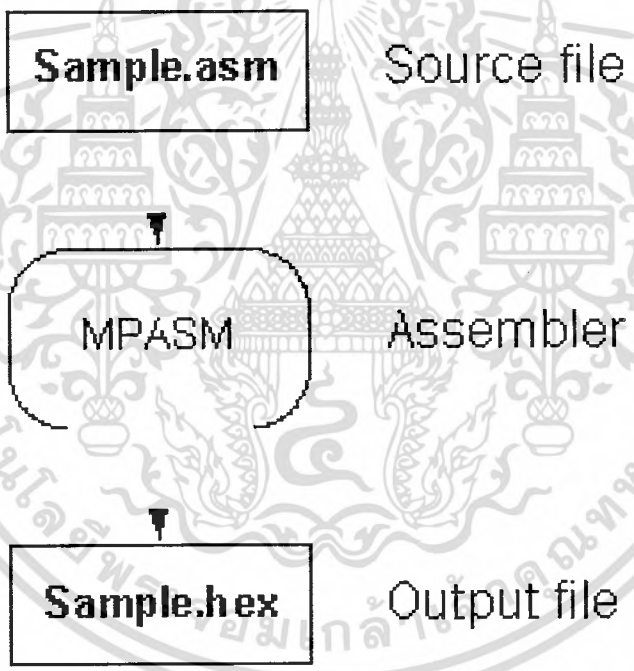
2.6 ภาษาแอสเซมบลี

ภาษาระดับสูงเช่น ภาษาซี หรือภาษาเบสิก ข้อดีคือเขียนง่าย, แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมได้ง่าย ส่วนข้อเสียก็คือการทำงานจะช้า ขนาดโปรแกรมที่เขียนมีขนาดใหญ่

ภาษาระดับต่ำ ซึ่งก็คือ ภาษาแอสเซมบลีข้อดีคือ ตัวคอมไพเลอร์แจกฟรี ขนาดโปรแกรมหลังจากที่คอมไพล์แล้วมีขนาดเล็ก โปรแกรมมีความเร็ว แต่ข้อเสียก็คือเขียนยาก เพราะลักษณะภาษาไม่ค่อยสื่อความหมาย แก้ไขเปลี่ยนแปลงยาก

รูปแบบการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งได้ดังนี้

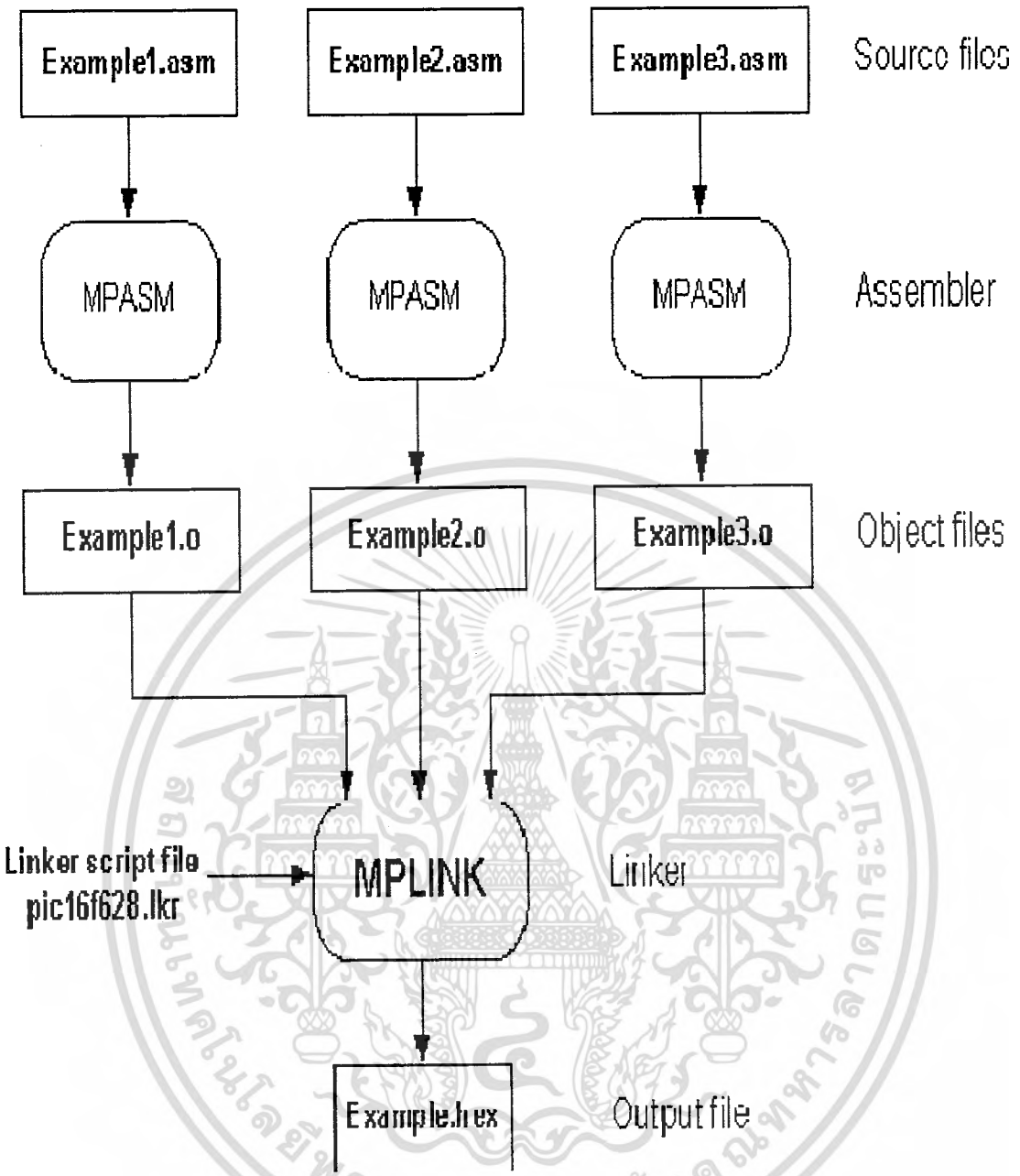
1. เขียนด้วยภาษาแอสเซมบลีแบบไฟล์เดียว หลังจากนั้นก็ทำการคอมไพล์ด้วยแอสเซมเบลอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น ซึ่งส่วนในผู้ผลิตชิพจะแจกจ่ายให้ฟรี สำหรับแอสเซมเบลอร์ของไมโครชิปก็คือ MPASM โดยไฟล์ที่ได้มามีได้หลายชนิดแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเฮกซ์ไฟล์



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีแบบไฟล์เดียว

2. ใช้ภาษาแอสเซมบลีเช่นกัน แต่แบ่งเป็นหลายๆ ไฟล์ หลังจากนั้นก็จะคอมไพล์แต่ละไฟล์ให้ออกมาเป็นออบเจ็กต์ไฟล์และทำการรวมกันด้วยลิงเคอร์ในขณะทำการลิงค์ก็จะมีสคริปไฟล์ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆ ประกอบ หลังจากทำการลิงค์แล้วก็จะได้เฮกซ์ไฟล์ออกมา ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น

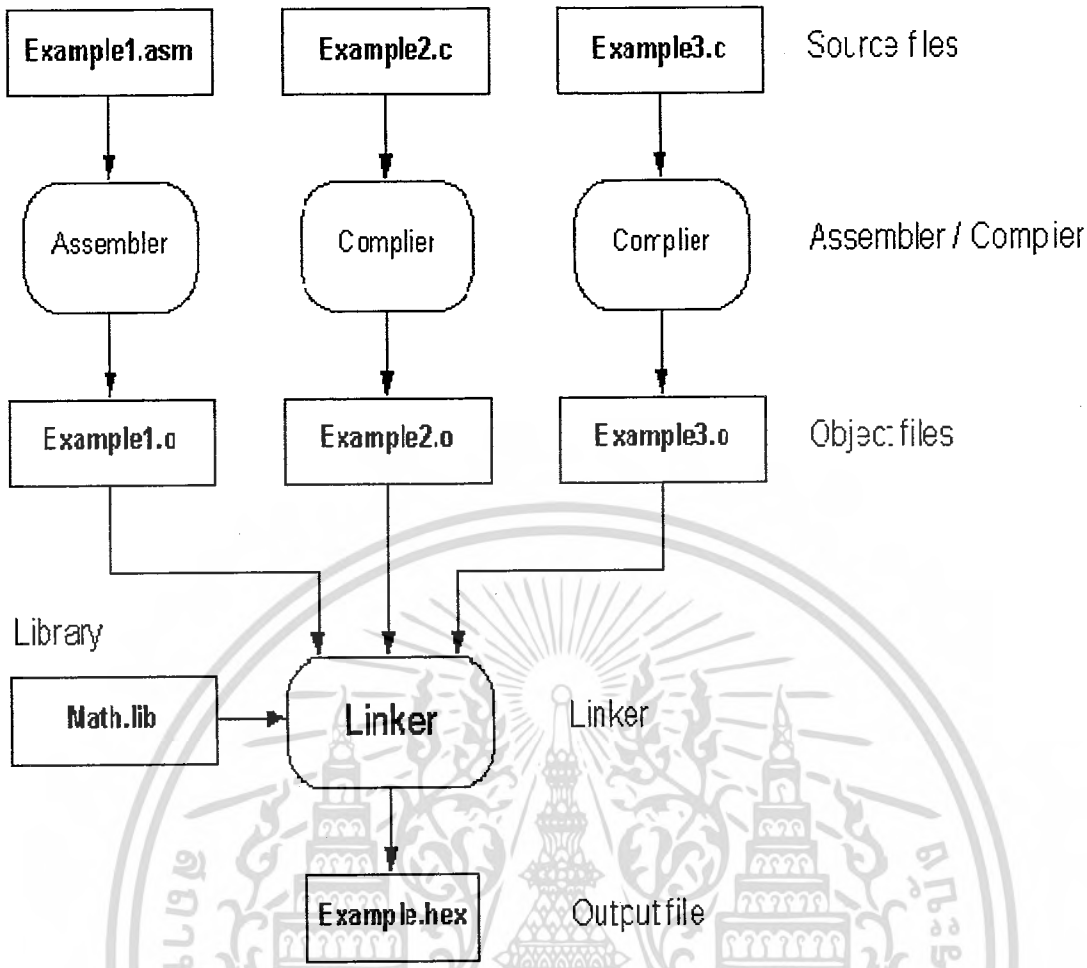
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเขียนภาษาแอสเซมบลีแบบแบ่งเป็นหลายไฟล์

3. ลักษณะสุดท้ายเป็นการเขียนด้วยภาษาสูง ซึ่งภาษาสูงที่ใช้อาจจะเป็นภาษาซี หรือ ภาษาเบสิก ฯลฯ ซึ่งอาจจะเขียนร่วมกับ ภาษาแอสเซมบลี โดยไฟล์ที่เขียนจะถูกทำให้กลายเป็นออปเจ็กต์ไฟล์(Object File) โดยแอสเซมเบลอร์สำหรับภาษาแอสเซมบลี และ คอมไพล์โดยคอมไพเลอร์สำหรับภาษาสูง จากนั้นก็ทำการลิงค์เข้าด้วยกันด้วยลิงเคอร์ ซึ่งขณะทำการเชื่อมต่อก็จะมีการรวมเอาไลบลารีที่ถูกเรียกใช้ในโปรแกรมทั้งหมดเข้าไปรวมด้วยกัน เพื่อที่จะนำไปใช้ในส่วนของโปรแกรมการทำงาน และสุดท้ายก็จะออกมาเป็นเฮกซ์ไฟล์ที่นำไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูง

หลังจากได้เฮกซ์ไฟล์มาแล้ว เราก็จะทำการอัดโปรแกรมเข้าสู่ชิพด้วยตัวโปรแกรมเมอร์ ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบคือ มีซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ สำหรับใช้ในการควบคุมการอ่าน เขียน หรือ ลบ โดยส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อไปยังโปรแกรมเมอร์ด้วยขนานหรืออนุกรม มีราคาให้เลือกตั้งแต่หลักร้อยไปจนถึงหลักหมื่น เมื่ออัดโปรแกรมเข้าชิพได้แล้วเราก็พร้อมจะนำไปทดสอบการทำงานต่อไป

รูปที่ 2.8 การแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเชื่อมต่อ MCS-51 กับคีย์สวิตซ์แบบเมทริกซ์

สวิตช์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแกนนอน จะเรียกแนวตั้งว่า หลักหรือคอลัมน์ในขณะที่แนวนอนจะเรียกว่า แถว ดังนั้นค่าสวิตช์จะต้องประกอบด้วย ตำแหน่งในแนวหลักและแถว กระบวนการที่จะทำให้ได้มาซึ่งค่าของสวิตช์มีขั้นตอนซับซ้อนพอสมควร แต่วงจรของสวิตช์แบบนี้มีข้อดี คือ สามารถรองรับการเพิ่มของสวิตช์ได้อย่างสะดวก เพียงเพิ่มจำนวนสวิตช์และแก้ไขซอฟต์แวร์เท่านั้น ทำให้วงจรสวิตช์แบบเมตริกซ์เป็นที่นิยมในระบบควบคุมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติที่มีจำนวนสวิตช์มากกว่า 8 ตัว ในการใช้งานทั่วไปจะเรียกสวิตช์แบบนี้ว่า คีย์แพด

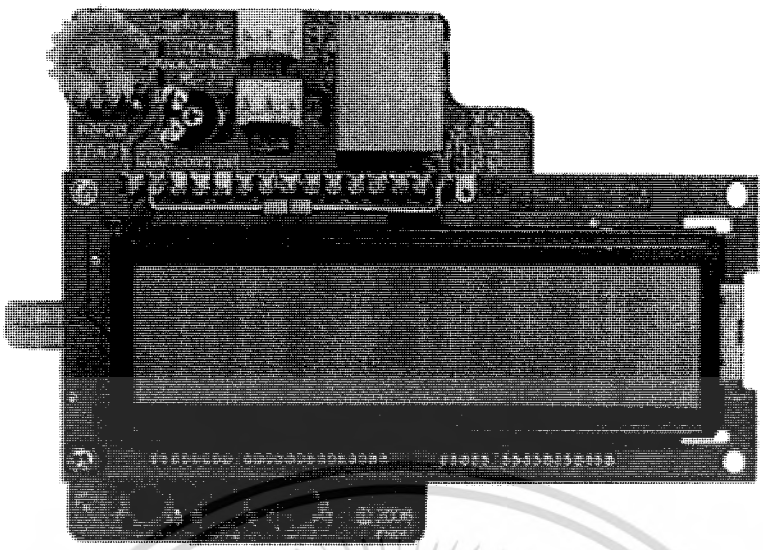
รูปที่ 2.9 คีย์สวิตซ์ขนาด 4x3

2.8 โครงสร้าง LCD Module

ใน LCD Module มีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนดังนี้

1. ตัวแสดงผล ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ
2. ตัวควบคุม เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของ แอลซีดีเช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น
3. ตัวขับ เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนดโมดูลแอลซีดีมีอยู่หลายรุ่น และคุณสมบัติแตกต่างกันไป แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ ดอทเมตริกซ์และกราฟฟิกโดยแบบ ดอทเมตริกซ์จะแสดงผลเป็นแบบ 5x8 ดอท หรือ 5x10 ดอท มีตั้งแต่ 1 แถว , 2 แถว และ 4 แถวซึ่งการใช้งานแต่ละแบบจะใกล้เคียงกัน ของแอลซีดีในที่นี้ใช้ แอลซีดี แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

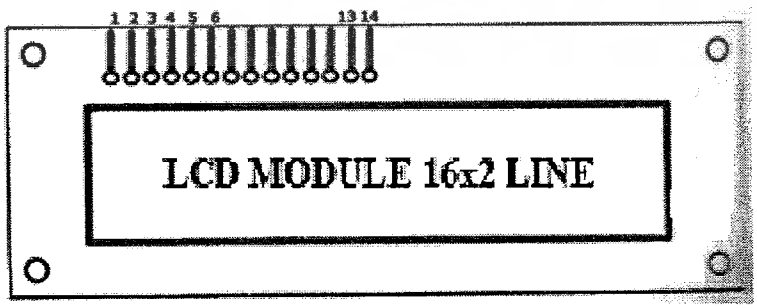


รูปที่ 2.10 แอลซีดี

2.9 การเชื่อมต่อ MCS-51 กับแอลซีดี

การเชื่อมต่อโมดูลแอลซีดีเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถต่อโดยตรงกับตัว MCS-51 หรือต่อผ่าน 8255 ก็ได้ แต่ในที่นี้จะต่อที่ MCS-51 โดยตรง

- ขาสัญญาณข้อมูล D0 - D7 (ขา 7-14) ต่อเข้ากับ MCS-51 พอร์ต 2
- ขา RS (ขา 4) ต่อเข้ากับ MCS-51 ขา 16
- ขา E (ขา 6) ต่อเข้ากับ MCS-51 ขา 17
- ขา R/W (ขา 5) ต่อเข้ากับ กราวด์
- ขา 15 ,ขา 16 ต่อเข้ากับ กราวด์
- ขา 2 ต่อเข้ากับ +5 โวลท์
- R ปรับค่าได้ ต่อเข้ากับ กราวด์ และขา 2



รูปที่ 2.11 แสดงรหัสตัวอักษรที่ใช้กับโมดูลแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ชุดคำสั่งของโมดูลแอลซีดี

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล

ตารางที่ 2.2 แสดงคำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผลของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่ง CLEAR DISPLAY เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลหรือตัวอักษรว่างลงในดีดีแรมทั้งหมด และทำการกำหนดค่าตำแหน่งของดีดีแรม เป็น 0 และเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งบนซ้ายสุดของจอแสดงผล

2. คำสั่ง CURSOR AT HOME

ตารางที่ 2.3 แสดงคำสั่ง CURSOR AT HOME ของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

คำสั่ง CURSOR AT HOME หรือ RETURN HOME เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งบนซ้ายสุดของจอแสดงผล โดยข้อมูลที่อยู่ในดีดีแรม หรือที่หน้าจอแสดงผลจะไม่เปลี่ยนแปลง

3.คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET)

ตารางที่ 2.4 แสดงโหมดในการป้อนข้อมูล ของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูลใช้สำหรับกำหนดการเลื่อนของเคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของดีดีแรม ดังนี้

- I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดการเลื่อนของเคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของดีดีแรม ว่าจะให้เพิ่มหรือลดเมื่อเขียนข้อมูลหรืออ่านข้อมูลแล้ว

  บิต I/D =0 แอดเดรสของดีดีแรมจะลดลง

  บิต I/D=1 แอดเดรสของดีดีแรมจะเพิ่มขึ้น ส่วนเคอร์เซอร์จะเลื่อนตามตำแหน่งแอดเดรสของดีดีแรม

- S เป็นบิตที่ใช้กำหนดลักษณะของการแสดงผลเมื่อมีการเขียนข้อมูล

  บิต S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกผลักไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

4.คำสั่งควบคุมการแสดงผล

ตารางที่ 2.5 แสดงคำสั่งควบคุมการแสดงผลของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

คำสั่งควบคุมการแสดงผล เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปิดปิดจอแสดงผลและเคอร์เซอร์ มีลักษณะดังนี้

D = 0 กำหนดให้ปิดจอแสดงผล (Display OFF)

D = 1 กำหนดให้เปิดจอแสดงผล (Display ON)

C = 0 กำหนดให้ปิดเคอร์เซอร์ (CURSOR OFF)

C = 1 กำหนดให้เปิดเคอร์เซอร์ (CURSOR ON)

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกะพริบที่เคอร์เซอร์

B = 1 กำหนดให้ไม่มีการกะพริบที่เคอร์เซอร์ (กะพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยมทึบ)

5. คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร (DISPLAY SHIFT)

ตารางที่ 2.6 แสดงคำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร เป็นการควบคุมการเลื่อนของเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผล โดยขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/C และ R/L โดยมีลักษณะดังนี้

6. คำสั่งการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน (FUNCTION SET)

ตารางที่ 2.7 แสดงคำสั่งการกำหนดฟังชันก์การทำงานของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้ติดต่อกับโมดูลแอลซีดีเป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดให้ติดต่อกับโมดูลแอลซีดีเป็นแบบ 8 บิต

N = 0 กำหนดการแสดงผลแบบ 1 บรรทัด

N = 1 กำหนดการแสดงผลตั้งแต่ 2 บรรทัดขึ้นไป

F = 0 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5x8 ดอท

F = 1 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5x10 ดอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

1. โมดูลแอลซีดีแบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดแม้จะมีการแสดงผลเพียง 1 บรรทัด แต่จะต้องกำหนด N=1 เนื่องจากแอดเดรสของดีดีแรม จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ 8 ตัวอักษรแรกจะเริ่มที่ 00H และอีก 8 ตัวอักษรถัดไปจะเริ่มที่ 40H
2. การกำหนดบิต F สำหรับโมดูลแอลซีดี แบบ 5x7 ดอท
3. เนื่องจากการกำหนดค่า DL สามารถทำได้ที่บิต (DB4-DB7) ถ้ามีการกำหนดให้เป็นแบบ 4 บิต ตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากจ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัวโมดูลแอลซีดี แล้วก็จะทำให้เป็นการติดต่อกับโมดูลแอลซีดี เป็นแบบ 4 บิตทันที

7. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ ซีจีแรม

ตารางที่2.8 แสดงคำสั่งเลือกแอดเดรสของซีจีแรมของโมดูลแอลซีดี

RS	R /W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	CGRAM ADDRESS					

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของชาแรกเทอริสติค โดยจะต้องกำหนดค่านี้ทุกครั้งในการเขียนหรืออ่านข้อมูลซีจีแรม ซึ่งกำหนดที่ (DB0 – DB5) ส่วน DB6 ต้องเป็น “1” และ DB7 ต้องเป็น “0” (01xxxxxxB) ซึ่งก็คือ (40H – 7FH)

8. คำสั่งเลือกแอดเดรสของดีดีแรม (SET DDRAM ADDRESS)

8.1 แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

ตารางที่ 2.9 แสดงคำสั่งเลือกแอดเดรสเนมของดีดีแรมของโมดูลแอลซีดี

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

2.11 การเขียนข้อมูลให้กับดีดีแรมของโมดูลแอลซีดี

1. ในการเขียนและอ่านข้อมูลให้กับโมดูลแอลซีดีจะมี 2 ลักษณะ คือ รหัสคำสั่งควบคุม และดาต้าหรือข้อมูลที่จะให้แสดงผล จะถูกกำหนดโดยขาสัญญาณ RS

RS = ‘0’ หมายถึง Instruction หรืออ่านค่าของแฟลกสถานะการทำงานของโมดูลแอลซีดี

RS = ‘1’ หมายถึง การเขียนหรืออ่านข้อมูลตัวอักษรกับตัวโมดูลแอลซีดี

การเขียนข้อมูลตัวอักษรให้กับแอลซีดี จะต้องให้ R/W เป็น ‘0’

การอ่านข้อมูลจากตัวแอลซีดี จะต้องให้ R/W เป็น ‘1’

2. เมื่อเขียนข้อมูลให้กับโมดูลแอลซีดีลงไปแล้ว ตัวแอลซีดีจะต้องใช้เวลาในการทำงานภายในตัวแอลซีดี เองชั่วเวลาหนึ่ง ซึ่งในการเขียนโปรแกรมสามารถตรวจสอบได้โดยเช็คสถานะได้จาก Busy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flag (BF) ถ้าเรียบร้อยแล้วจึงสามารถส่งตัวอักษรตัวต่อไปได้ หรืออีกวิธีหนึ่งคือใช้วิธีการหน่วงเวลาแทนได้ ซึ่งปกติแล้วจะใช้วิธีหน่วงเวลาแทน เนื่องจากง่ายในการออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรม การเขียนข้อมูลให้กับโมดูลแอลซีดีสามารถทำได้ทั้ง 8 บิต และ 4 บิต โดยการใช้งานแบบ 4 บิตจะใช้ขาสัญญาณเพียง 4 เส้น ซึ่งการเขียนหรืออ่านข้อมูลนั้นกระทำเช่นเดียวกับแบบ 8 บิตแต่ต้องทำ 2 ครั้ง

2.12 จังหวะการทำงานของโมดูลแอลซีดี

ในการติดต่อกับโมดูลแอลซีดี จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายในโมดูลแอลซีดี แปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อย ต่อจากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

ดังนั้นในการใช้งานโมดูลแอลซีดี ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูลแอลซีดีพร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูลแอลซีดี ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูลแอลซีดีทำการเตรียมความพร้อมหรืออินิเชียล หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูลแอลซีดีแล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในโมดูลแอลซีดีแปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่ง หรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่อเอ็นเอเบิลโมดูลแอลซีดี ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูลแอลซีดีต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือขั้นตอนและจังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูลแอลซีดี จะเห็นได้ว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อย คือ โปรแกรมอินิเชียลแอลซีดี โปรแกรมหน่วงเวลา และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เพื่อเอ็นเอเบิลโมดูลแอลซีดี

2.13 ออปแอมป์

โดยทั่วไปแล้วเราสามารถกล่าวได้ว่า ไอซีออปแอมป์ คือ อุปกรณ์โซลิดเสตท (Solid State) ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถตรวจวัดระดับสัญญาณไฟตรง และไฟสลับได้ และยังสามารถนำไปใช้งานในวงจรขยายสัญญาณได้อีกด้วย ไอซีออปแอมป์พื้นฐานจะต้องประกอบด้วยวงจรภายในภาคต่างๆ ดังนี้ คือ

1. ดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ หรือ วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier) ที่อินพุทอินพิแดนซ์สูงมาก

2. วงจรขยายแรงดันซึ่งมีอัตราการขยายสูงมาก

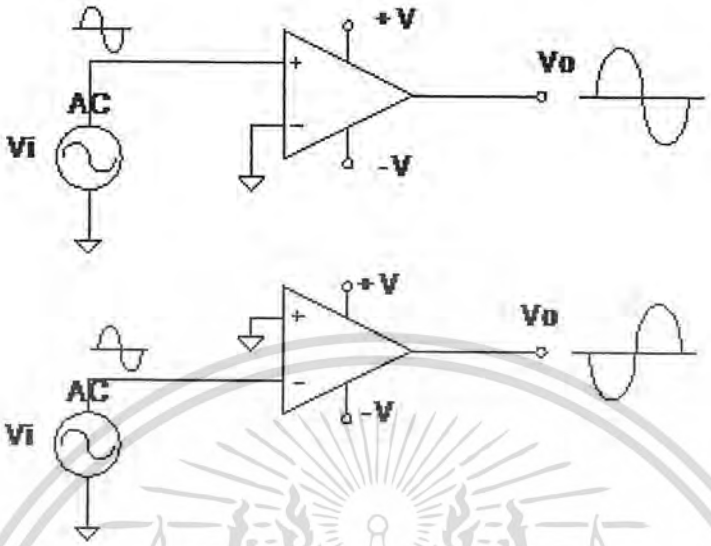
3. วงจรขยายสัญญาณภาคเอาท์พุทที่มีเอาท์พุทอิมพิแดนซ์ต่ำมาก

ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีการทำงานเป็นแบบ Voltage-controlled voltage souce การทำงานของออปแอมป์สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานได้ 2 ลักษณะคือ ลักษณะการทำงานที่อินพุตเดียวและการทำงานที่สองอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

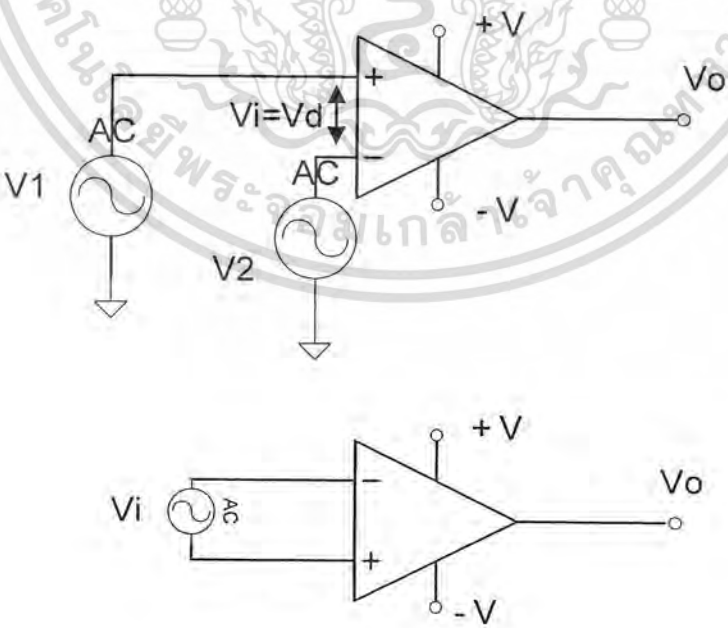
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. การทำงานที่อินพุตเดียว คือการป้อนสัญญาณอินพุตที่ขั้วใดขั้วหนึ่ง ส่วนขั้วที่เหลือต่อลงกราวด์ ดังรูปต่อไปนี้



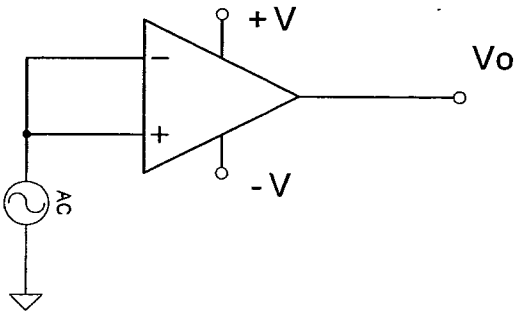
รูปที่ 2.12 แสดงการทำงานที่อินพุตด้านเดียว

2. การทำงานที่อินพุตสองด้าน คือการป้อนสัญญาณอินพุตทั้งสองด้าน ซึ่งแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ แบบดิฟเฟอเรนเชียลที่มีการป้อนสัญญาณอินพุตสองสัญญาณที่เป็นอิสระต่อกันให้กับขั้วอินพุตทั้งสอง และแบบคอมมอนโหมดที่มีการป้อนสัญญาณอินพุตร่วมให้กับขั้วอินพุตทั้งสองของออปแอมป์ ดังรูป



รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานที่อินพุตสองด้านแบบดิฟเฟอเรนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103149

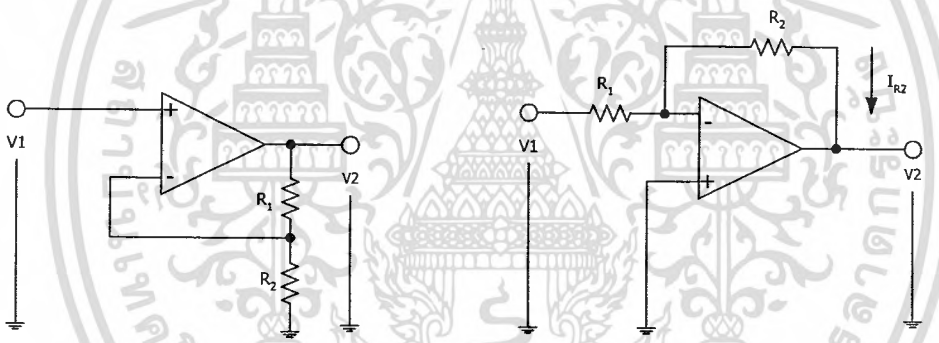


รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานที่สองอินพุตแบบคอมมอนโหมด

การต่อ OP-AMP ใช้งานทางอิเล็กทรอนิกส์

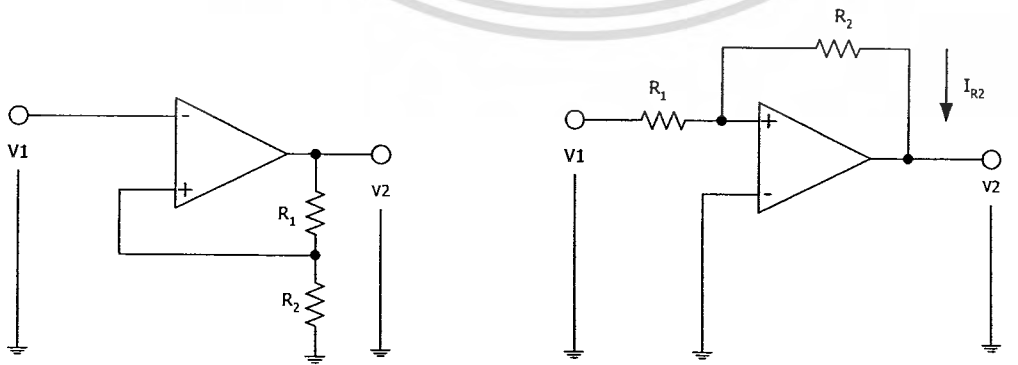
ในปัจจุบันนี้ออปแอมป์ได้ถูกออกแบบใช้งานต่าง ๆ มากมาย ขึ้นอยู่กับความสามารถของวิศวกร แต่หากเราจะแบ่งลักษณะการต่อการใช้งาน โดยเอาเรื่อง การป้อนกลับมาแบ่งเราจะแบ่งการต่อวงจร 2 ลักษณะคือ

1. การต่อวงจรใช้งานลักษณะ Negative feedback วงจรจำพวกนี้คือนำไปใช้เป็น วงจรขยายสัญญาณ



รูปที่2.15 ลักษณะวงจรแบบ Negative feedback

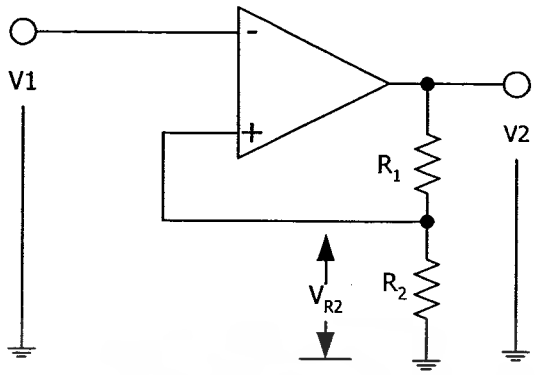
2. การต่อวงจรใช้งานลักษณะ Positive feedback วงจรจำพวกนี้ส่วนใหญ่ นำไปใช้เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ และ ผลิตสัญญาณ



รูปที่2.16 ลักษณะวงจรแบบโพสิทีพ

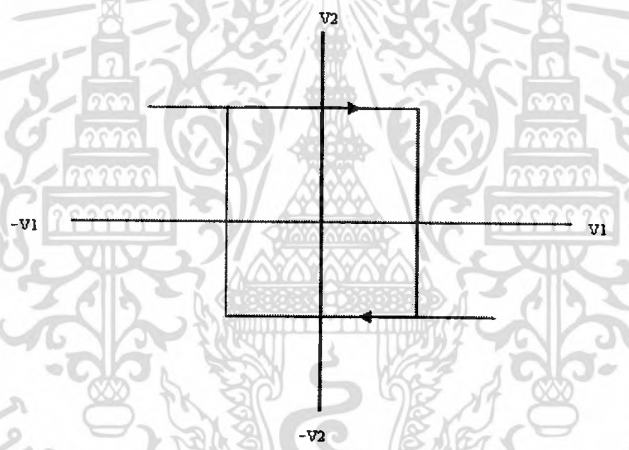
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรทั้งสองแบบนี้จะศึกษากราฟคุณสมบัติของวงจรเพื่อนำไปสู่การออกแบบ



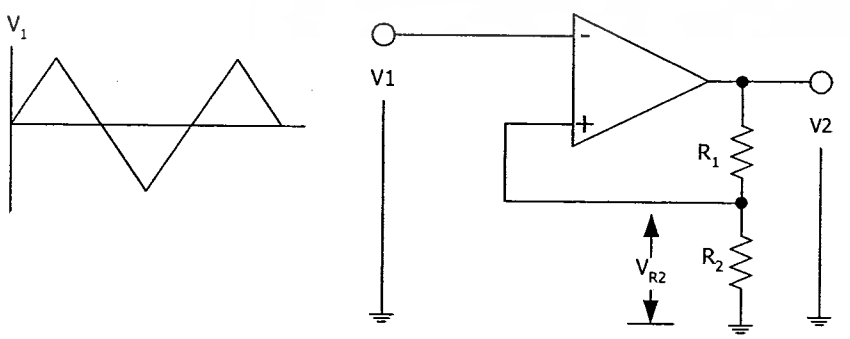
รูปที่ 2.17 วงจรต่อแบบโพสิทีพฟีดแบ็กแบบอินเวอร์ทติง

จากวงจรการต่อป้อนกลับแบบบวก



รูปที่ 2.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุต

จากกราฟคุณสมบัติของวงจรนี้เราลองป้อนสัญญาณเข้าทางอินพุทก็จะมีชื่อเรียกวงจรที่แตกต่างไปจากเดิมคือ



รูปที่ 2.19 วงจรขยายแบบกลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจร อินเวอร์ตติง คอมพาราเตอร์ถ้าลองป้อนสัญญาณสามเหลี่ยมเราจะได้ความสัมพันธ์ของอินพุท และเอาท์พุท โดยตอนแรก ตั้งค่า V_2 ให้เป็นบวก

ดังนั้นคุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติคือ

1. อัตราการขยายสูงเป็นอนันต์ $A_{vol} = \infty$
2. อินพุตอิมพีแดนซ์สูงเป็นอนันต์ $Z_{in} = \infty$
3. เอ้าต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำมาก $Z_{out} = 0$
4. การทำงานไม่ขึ้นกับความถี่ $B_w = \infty$
5. เมื่อแรงดันอินพุตเป็นศูนย์ แรงดันเอ้าต์พุตจะเป็นศูนย์ด้วย $V_{in} = 0$, $V_o = 0$
6. การทำงานของออปแอมป์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

คุณสมบัติที่สำคัญของออปแอมป์คือ

1. ไม่มีกระแสไหลเข้าอินพุต
2. ผลต่างระหว่างแรงดันที่อินพุตทั้งสองของออปแอมป์จะมีค่าเป็นศูนย์
3. อัตราขยายแบบลูปเปิดสูงมากไม่ต่ำกว่า 10,000 เท่า หรือ 80 เดซิเบลขึ้นไป
4. การต่อหลายๆภาคของออปแอมป์ ต้องต่อกันโดยตรง
5. เอ้าต์พุตที่ได้จะเป็นแบบกลับเฟส ซึ่งจะทำให้เกิดการป้อนกลับแบบลบได้โดยต่อตัวต้านทานภายนอกจากเอ้าต์พุตป้อนกลับไปยังอินพุตช่วยให้วงจรขยายไม่เกิดการออสซิเลต

อัตราขยายแรงดันแบบลูปเปิด หาได้จากสมการ

$$A_{vol} = V_o / V_{in}$$

และ $$V_o = A_{vol} * V_{in}$$

ผลคูณของอัตราขยายและแถบความถี่ สามารถหาได้จากสมการ

$$f_2 = f_u / A_v$$

โดยที่ f_2 = แถบความถี่สูงสุด หน่วยเป็นเฮิรตซ์

f_u = ความถี่ที่มีอัตราขยายเป็นหนึ่ง

A_v = อัตรขยายแรงดันแบบลูปเปิด หน่วยเป็นเท่า

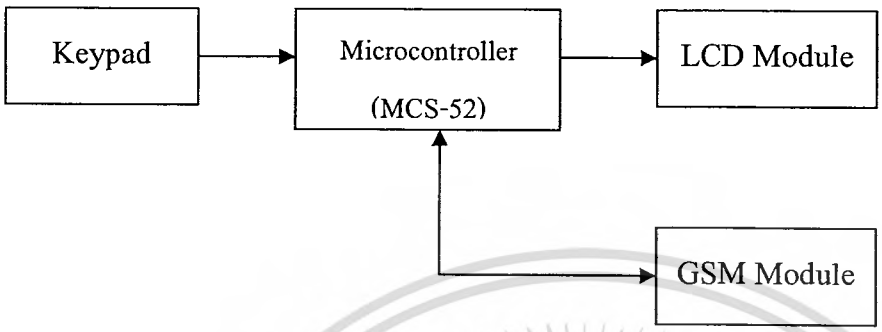
อัตราขยายแรงดันในหน่วยเดซิเบล หาได้จากสมการ

$$A_{dB} = 20 \log A_v$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 การทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

จากรูปเมื่อทำการกดคีย์แพดจะนำค่าที่ได้ไปประมวลผลในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้โปรแกรมแอสเซมบลีที่สร้างขึ้นมาเพื่อตรวจสอบว่าเรากดคีย์อะไรเข้ามา เมื่อรู้แล้วก็จะถูกส่งค่าไปที่จีเอสเอ็มโมดูล จากนั้นจีเอสเอ็มโมดูลก็จะส่งค่ากลับไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกครั้ง จากนั้นภาพก็จะไปแสดงผลบนจอแอลซีดี

3.1.1 ส่วนการทำงานคีย์แพด

ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลผ่านทางคีย์แพดได้ โดยเลือกจากสวิตซ์ 12 ปุ่ม ตามรูปซึ่งมีวิธีใช้งานดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งานคีย์แพด

ปุ่มกด	คำสั่ง
0 – 9	ปุ่มหมายเลข
*	ปุ่มยกเลิก (DELETE)
#	ปุ่มตกลง (ENTER)

ส่วนคีย์แพดจัดว่าเป็นอุปกรณ์อินพุทพื้นฐานสำหรับทุกระบบ ทั้งนี้เนื่องจากมนุษย์สามารถเข้าใจและใช้งานได้ง่ายที่สุด คีย์แพดที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นคีย์แพดแบบเมตริกซ์
ซึ่งเราจะทำการต่อคีย์แพดทั้ง 7 ขาเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 โดยขาที่ 1 – 4 ต่อเข้ากับ P1.0 – P1.3 (ขา 1 – 4) ตามลำดับ และต่อขา 5 – 7 เข้ากับ P1.6 – P1.4 (ขา 7 – 5) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกนคีย์แพดทำโดยการสแกนทีละคอลัมน์ก่อน โดยส่งลอจิก 0 ออกไป และสแกนว่าแถวใดเป็น 0 ทำให้สามารถทราบว่ากดปุ่มใด

3.1.2 ส่วนการประมวลผล

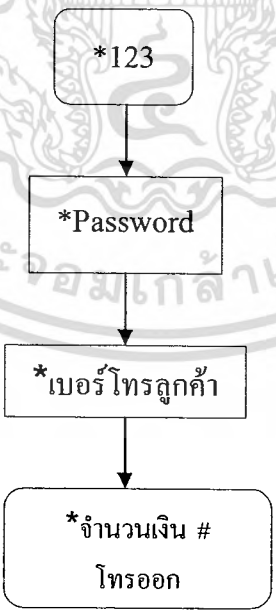
หน่วยประมวลผลกลางจะอยู่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-52 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวรับคำสั่งจากคีย์แพด ส่งและรับคำสั่งต่างๆ ไปจีเอสเอ็มโมดูล และเป็นตังส่งผลของการทำงานทั้งหมดไปที่แอลซีดี

3.1.3 ส่วนการแสดงผล

การแสดงผลของการทำงานทั้งหมดจะปรากฏที่หน้าจอแอลซีดี โดยผลที่ออกทางหน้าจอแอลซีดีจะเกิดจากการที่ผู้ใช้กดคำสั่งใดๆ บนคีย์แพด

3.2 วิธีการเติมเงินในเครือข่ายต่างๆ

- One 2 Call (AIS)



รูปที่ 3.2 แสดงการทำเติมเงินของเครือข่ายเอไอเอส

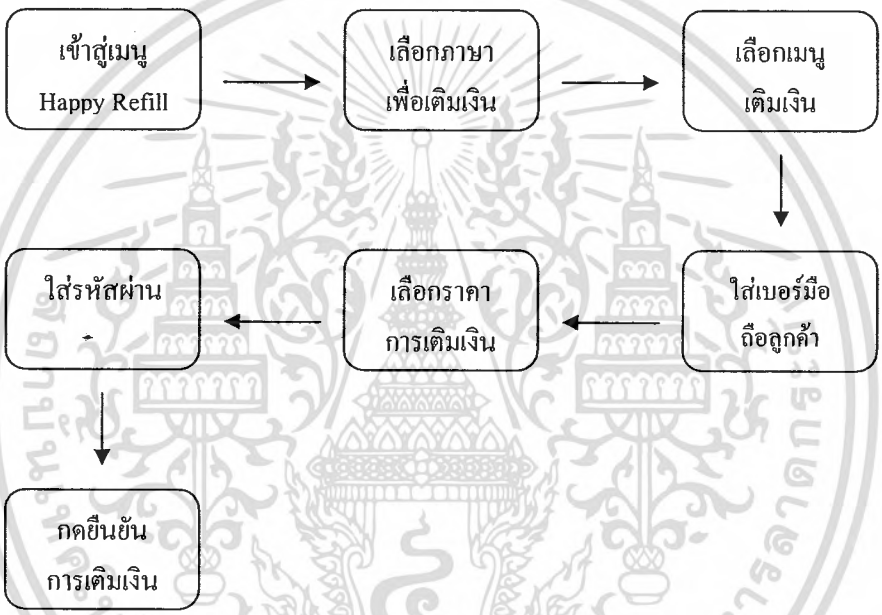
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเติมเงินของ one 2 call (AIS)

1. กด * 123 ตามด้วย password
2. กด * password
3. กด * เบอร์ผู้ที่ต้องการจะเติมเงินให้
4. กด * จำนวนเงินที่ต้องการเติม ตามด้วยเครื่องหมาย # แล้วกดปุ่มโทรออก

- Happy (DTAC)

เครือข่ายดีแทค จะทำการเติมเงินโดยอาศัยการทำงานผ่านเมนูเฉพาะของซิมการ์ด (SIM Toolkit) ดังภาพ



รูปที่ 3.3 แสดงการทำเติมเงินของเครือข่ายดีแทค

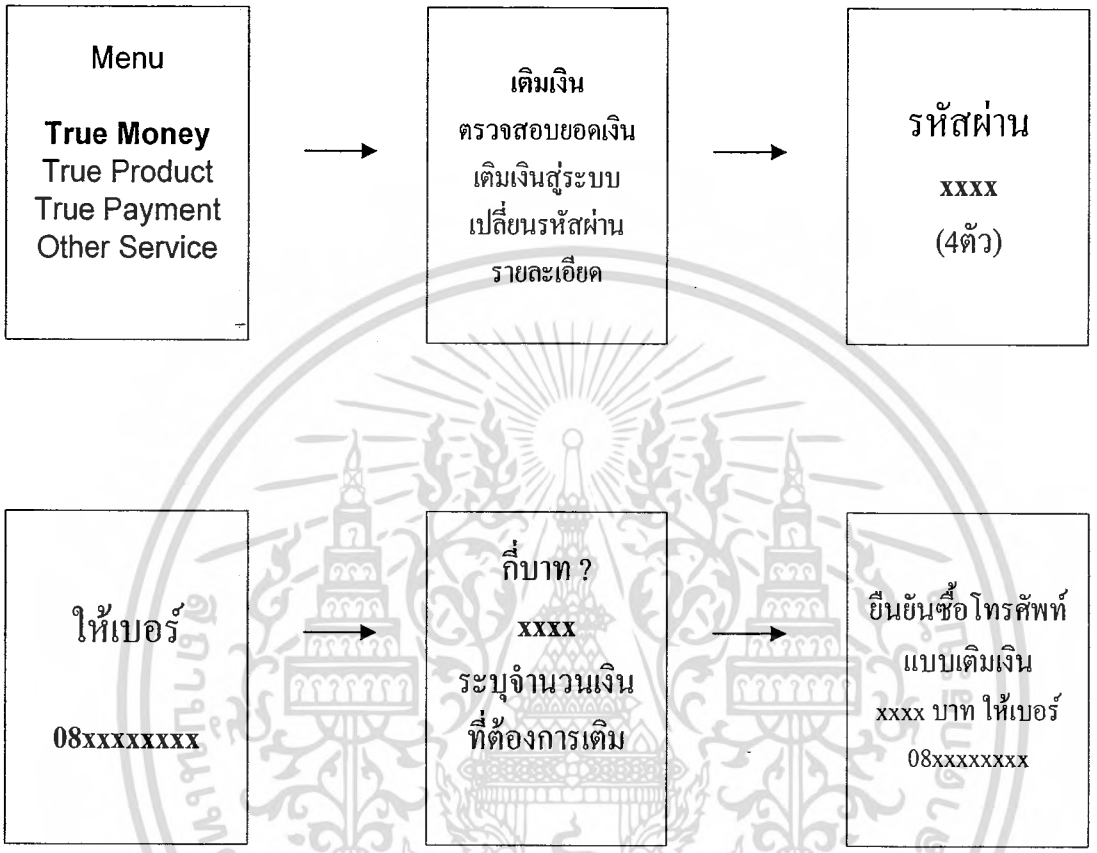
ขั้นตอนการเติมเงินของ happy (DTAC)

1. เลือกเมนูการเติมเงิน โดยเลือก Happy Refill
2. เลือกภาษาในการเติมเงิน
3. เลือกเมนูเติมเงิน
4. ใส่รหัสผ่านในการเติมเงิน
5. ใส่เบอร์มือถือของผู้ที่เราต้องการจะเติมเงินให้
6. ใส่จำนวนเงิน
7. ใส่รหัสผ่าน
8. กดเพื่อยืนยันการเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- True move (true)

เครือข่ายทรูมูฟจะใช้หลักการการเติมเงินวิธีเดียวกันกับเครือช่ายดีแทค ที่จะต้องทำการเติมเงินผ่านเมนูเฉพาะภายในซิมการ์ด



รูปที่ 3.4 แสดงการเติมเงินของเครือข่ายทรูมูฟ

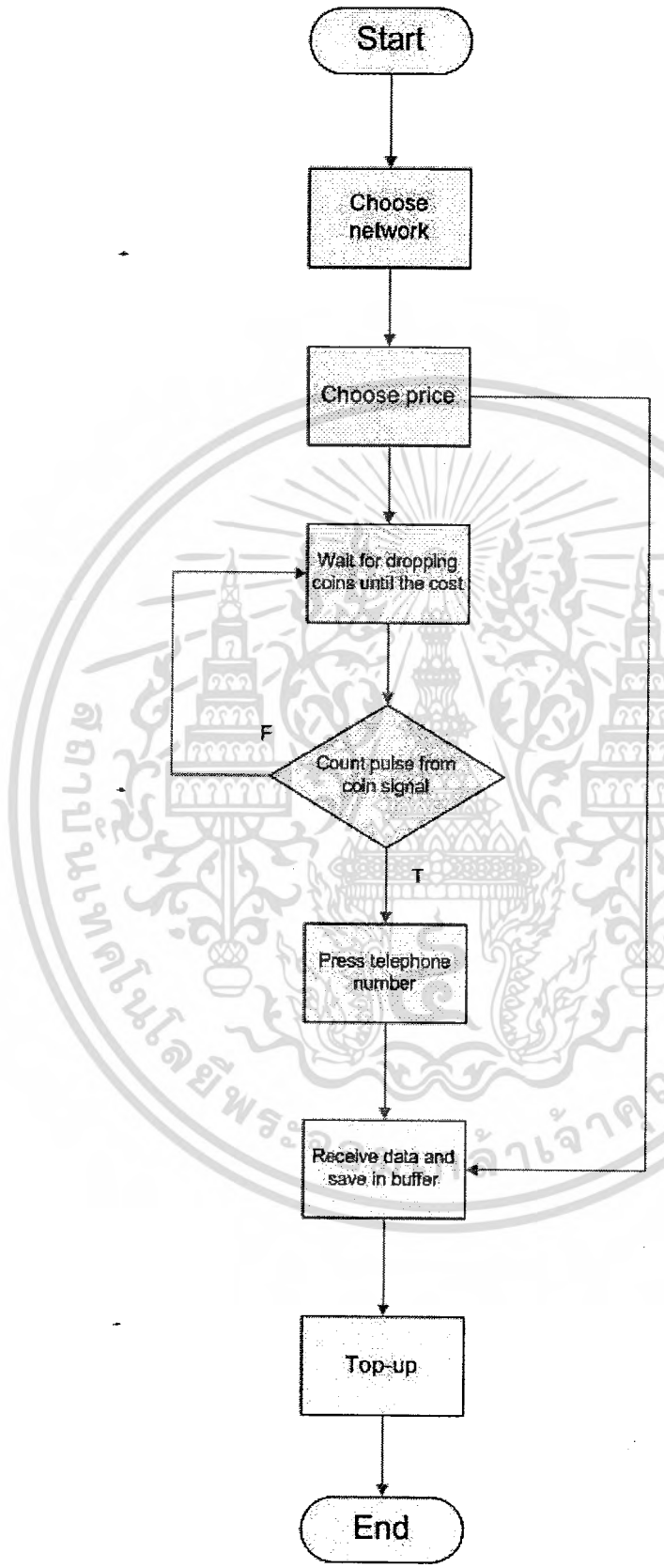
ขั้นตอนการเติมเงินของ true move (true)

1. เลือกเมนูการเติมเงิน โดยเลือก True Money
2. เลือก "เติมเงิน"
3. ใส่รหัสผ่านในการเติมเงิน
4. ใส่เบอร์มือถือของผู้ที่เราต้องการจะเติมเงินให้
5. ใส่จำนวนเงิน
6. กดเพื่อยืนยันการเติมเงิน

หลังจากนั้นระบบจะทำการส่งข้อความยืนยันการเติมเงินมาทางข้อความสั้น (Short Message) โดยบอกหมายเลขโทรศัพท์ลูกค้า จำนวนเงินที่เติมและจำนวนเงินคงเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของทั้งระบบ



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ

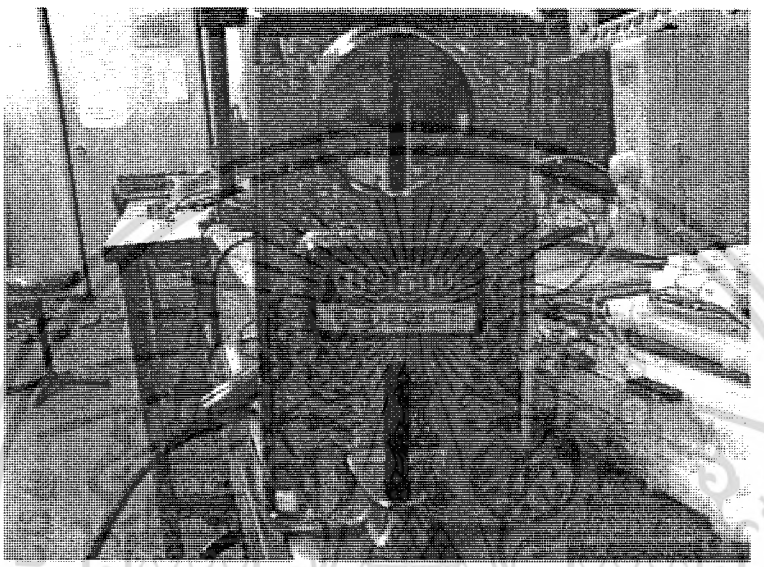
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองวงจรเครื่องหยอดเหรียญ

ลำดับการทดลอง

1. ต่อสายสัญญาณคอยน์ซิกแนลและไฟ +12 V เข้าที่เครื่องหยอดเหรียญ



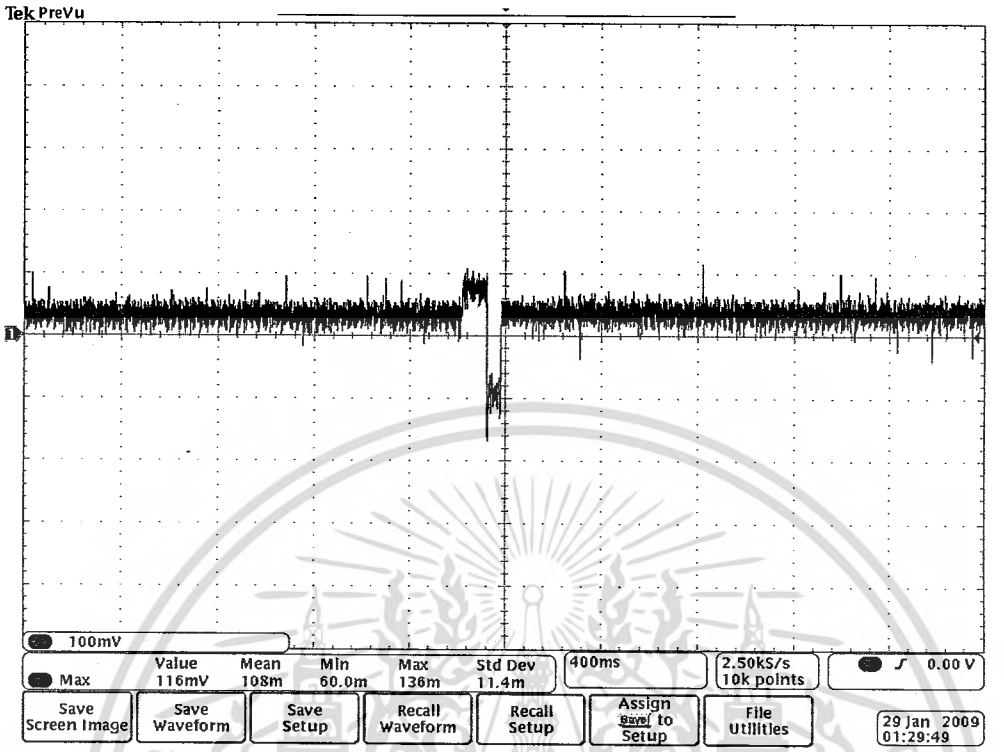
รูปที่ 4.1 เครื่องหยอดเหรียญ

รูปที่ 4.2 วงจรเครื่องหยอดเหรียญ

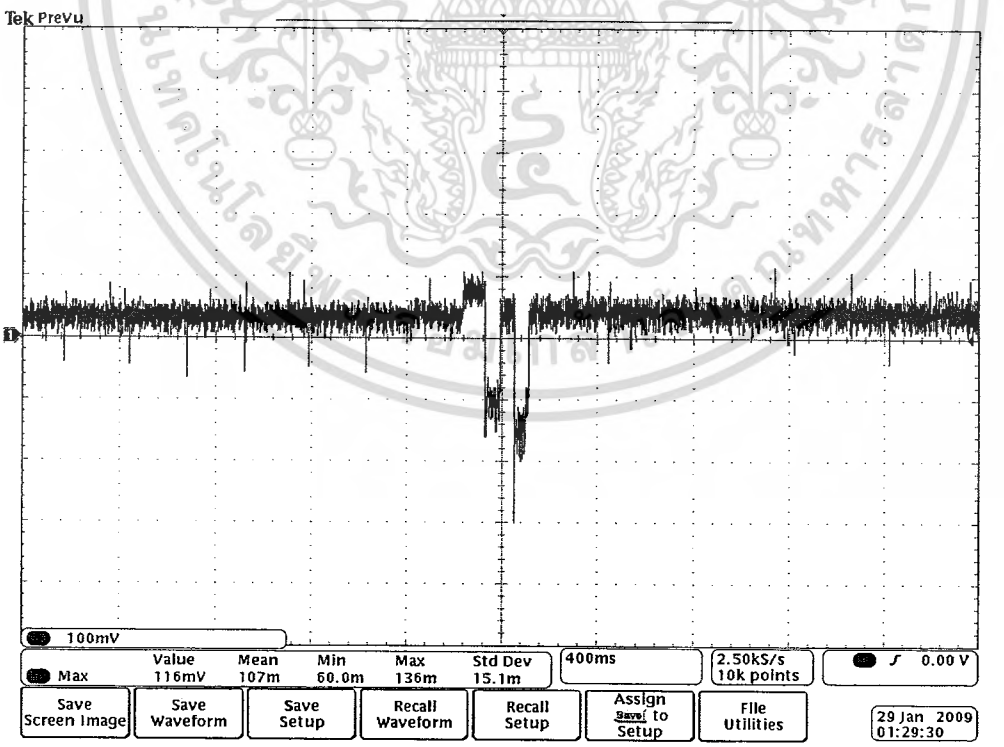
2. วัดเอาต์พุตที่ขาคอยน์ซิกแนลเพื่อนำค่าดังกล่าวส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุต 1 พัลส์เมื่อหยอดเหรียญ 5 บาท



รูปที่ 4.4 สัญญาณเอาต์พุต 2 พัลส์เมื่อหยอดเหรียญ 10 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 เป็นการวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการคอยน์ซิกแนลโดยตรง เมื่อทำการหยอดเหรียญ 5 บาท และ 10 บาท ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าค่าเอาต์พุตที่ได้จากคอยน์ซิกแนลมีระดับสัญญาณประมาณ 100 มิลลิโวลท์ ซึ่งจะไม่สามารถนำไปใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เพราะระดับโวลต์ที่ได้มีค่าต่ำเกินกว่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผล ซึ่งค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลได้นั้นจะต้องเป็นสัญญาณพัลส์มีค่าที่ศูนย์โวลต์ และสี่โวลต์ขึ้นไป

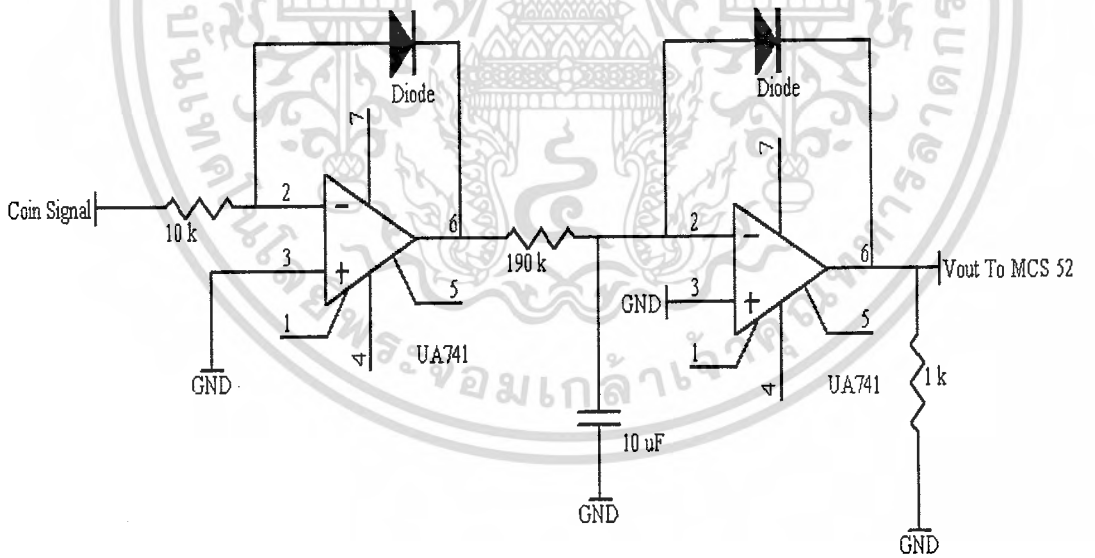
จากผลการทดลองดังกล่าว ค่าสัญญาณคอยน์ซิกแนลเป็นค่าที่สามารถกำหนดได้ ว่าจะให้เหรียญมูลค่าเท่าใดมีจำนวนพัลส์กี่พัลส์ โดยตั้งค่านี้ที่ตัวเครื่องหยอดเหรียญ การตั้งค่าเครื่องหยอดเหรียญจะจดจำขนาดของเหรียญ ชนิดของโลหะ และระบุค่าของเหรียญตามจำนวนพัลส์ที่ต้องการ

หมายเหตุ กำหนดให้สัญญาณที่ได้จากการหยอดเหรียญ 5 บาท แทนด้วยพัลส์จำนวน 1 พัลส์
กำหนดให้สัญญาณที่ได้จากการหยอดเหรียญ 10 บาท แทนด้วยพัลส์จำนวน 2 พัลส์

4.2 การทดลองที่ 2 วงจรแปลงสัญญาณ

ลำดับการทดลอง

ต่อวงจรตามรูป



รูปที่ 4.5 วงจรแปลงสัญญาณ

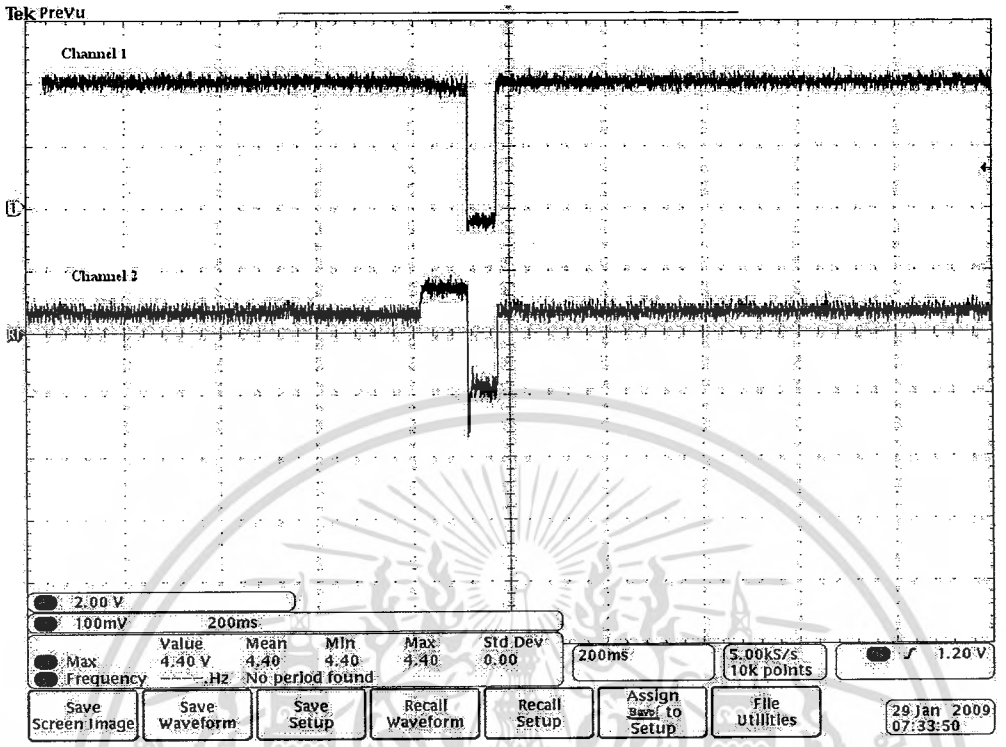
2. ป้อนไฟ +5โวลท์ ที่ขา 4 ของไอซี UA741 ทั้ง 2 ตัว

3. ป้อนไฟ -5โวลท์ ที่ขา 7 ของไอซี UA741 ทั้ง 2 ตัว

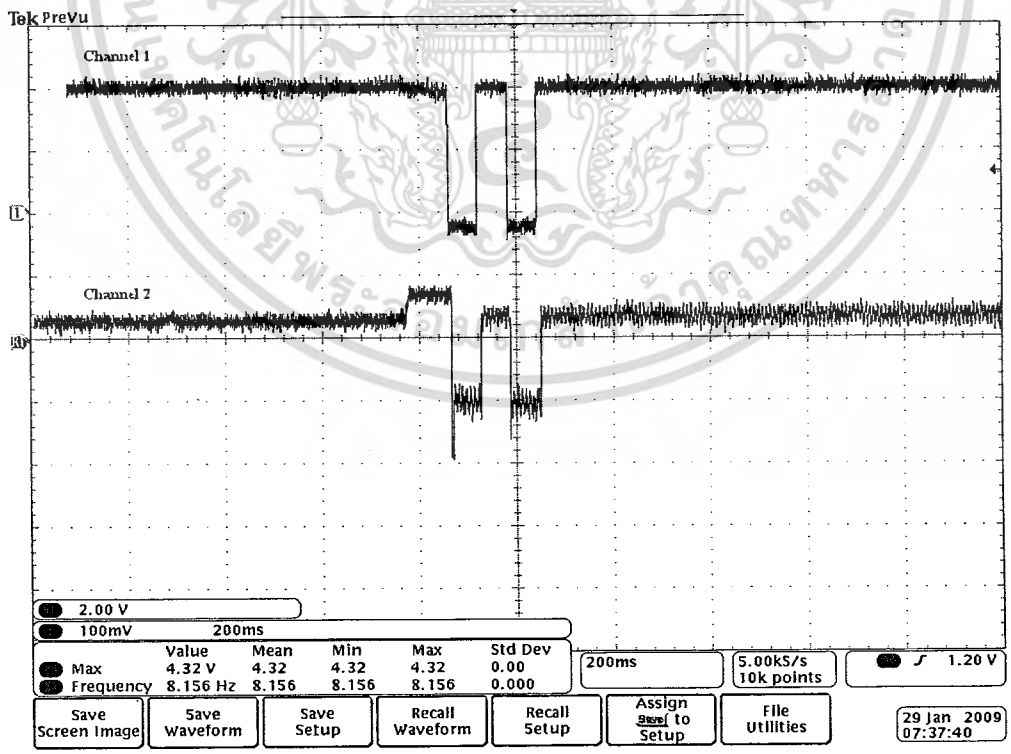
4. วัดเอาต์พุตที่ขา 6 ที่ไดโอดตัวที่ 2 ซึ่งเป็นขาที่ 6 ของไอซี UA741

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบเอาต์พุตเมื่อหยอดเหรียญ 5 บาทก่อนและหลังผ่านวงจรแปลงสัญญาณ

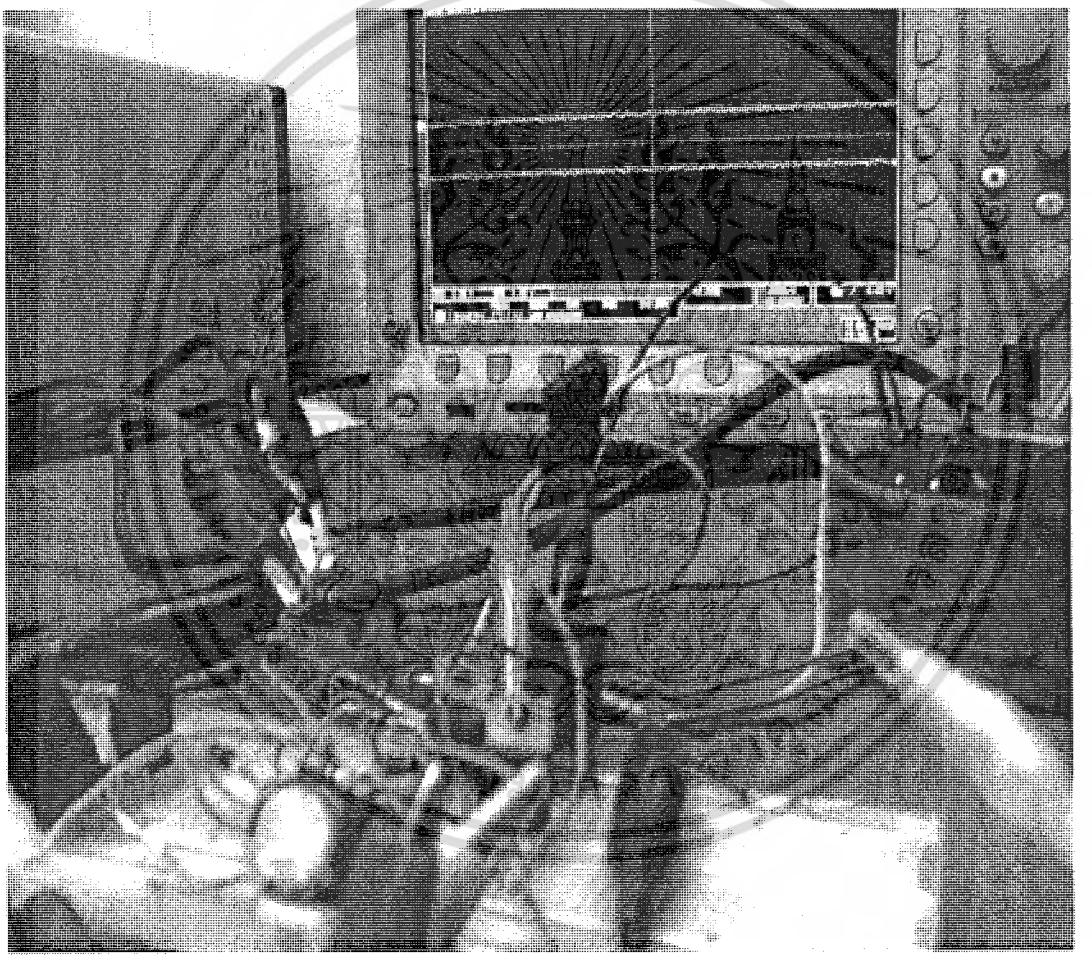


รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบเอาต์พุตเมื่อหยอดเหรียญ 10 บาทก่อนและหลังผ่านวงจรแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6และรูปที่ 4.7เป็นการวัดเอาต์พุตเปรียบเทียบระหว่างเอาต์พุตโดยตรงจากคอยน์ซิกแนลและ เอาต์พุตเมื่อผ่านวงจรแปลงสัญญาณแล้ว ซึ่งเห็นได้ว่าค่าเอาต์พุตที่ออกจากคอยน์ซิกแนลโดยตรงจะมีระดับสัญญาณประมาณ 100 มิลลิโวลท์ซึ่งไม่สามารถจะนำสัญญาณดังกล่าวนี้ไปใช้ได้เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่สามารถนำค่าสัญญาณนี้ไปประมวลผลได้ แต่เมื่อนำวงจรไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดังรูปการทดลองที่ 4.5 แล้ว จะได้ค่าเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีค่าแรงดันที่ +5 โวลท์ และอยู่ที่ระดับศูนย์โวลต์พอดี เป็นพัลส์ที่สมบูรณ์ สามารถนำค่านี้ไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ซึ่งจะเห็นความแตกต่างของสัญญาณทั้งสองได้อย่างชัดเจน

4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองวงจรแบตเตอรี



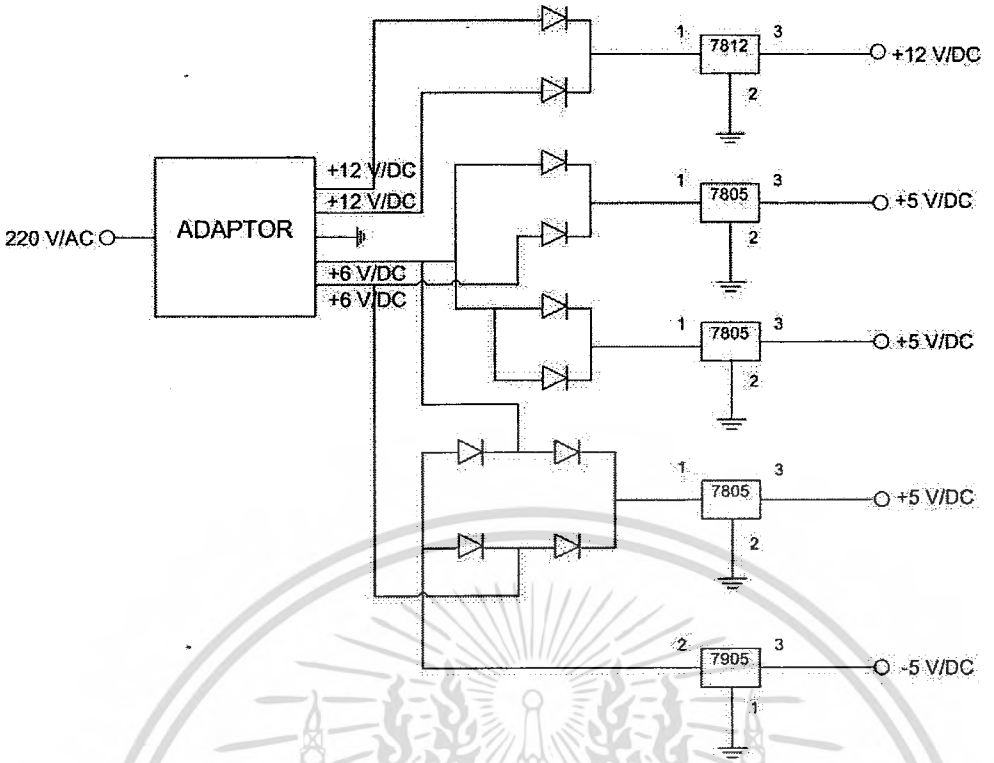
รูปที่ 4.8 แสดงการทดลองวงจรแบตเตอรี

ลำดับการทดลอง

1.ใช้หม้อแปลงไฟ 220V/12V,5V

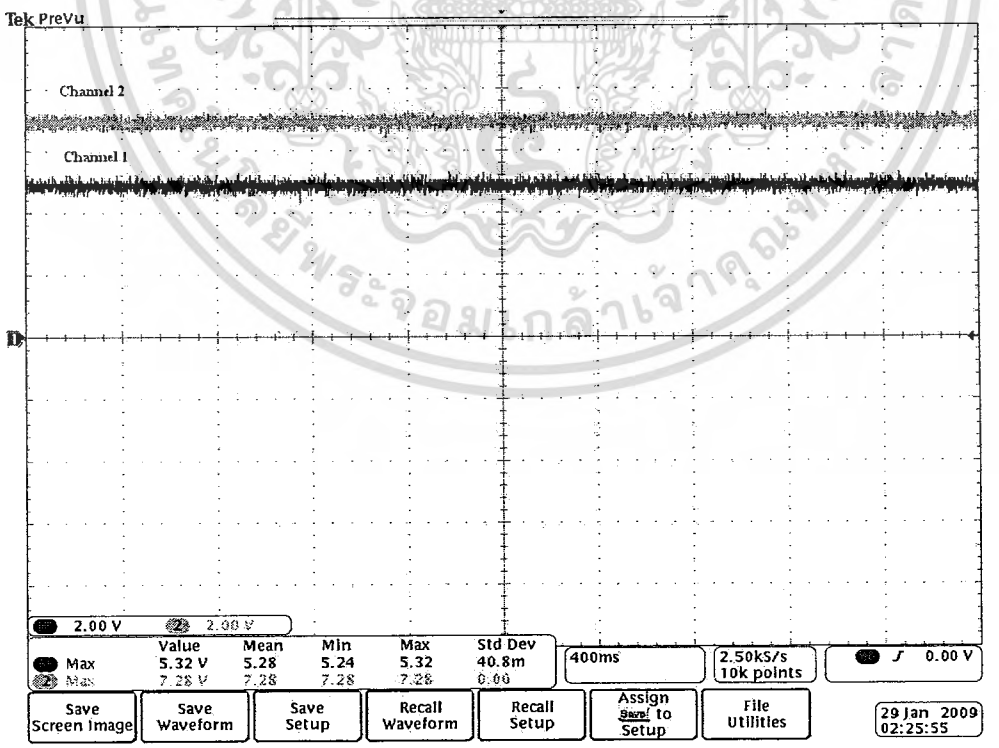
2.ต่อวงจรตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรไฟเลี้ยงทุกค่าที่ใช้ในวงจรโดยมีค่า +5V ,-5V และ +12V

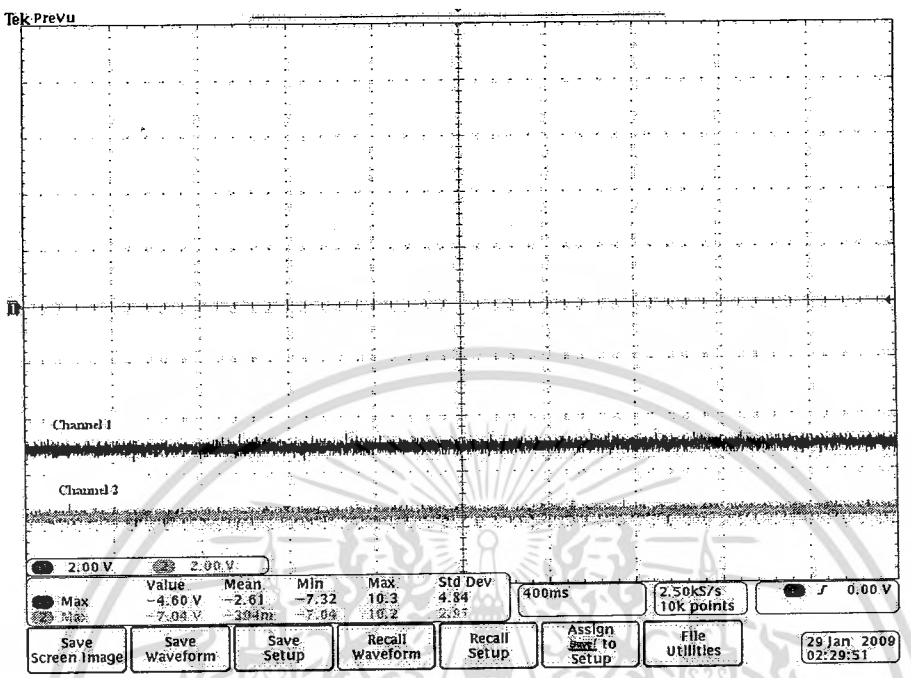
ผลการทดลอง



รูปที่ 4.10 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7805

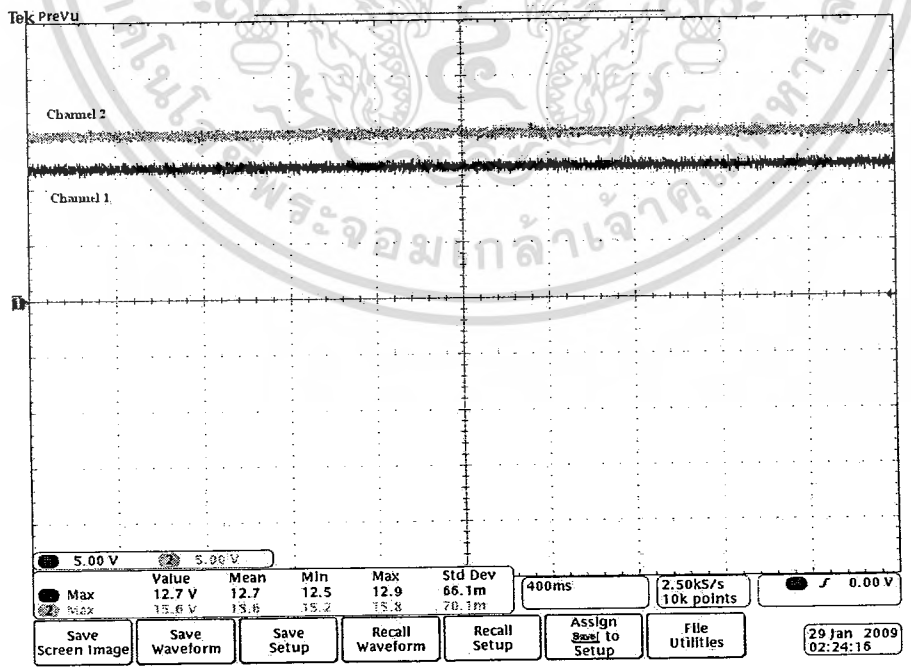
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.10 เป็นการวัดค่าจากออสซิลโลสโคป 2 แชนแนล เพื่อวัดเอาต์พุต จากไอซี 7805 ที่วัดได้ +5โวลต์เทียบกับขาเอาต์พุตของไอซี 7805



รูปที่ 4.11 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7905

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.11 เป็นการวัดค่าจากออสซิลโลสโคป 2 แชนแนล เพื่อวัดเอาต์พุต จากไอซี 7905 ที่วัดได้ -5โวลต์เทียบกับขาอินพุตของไอซี 7905

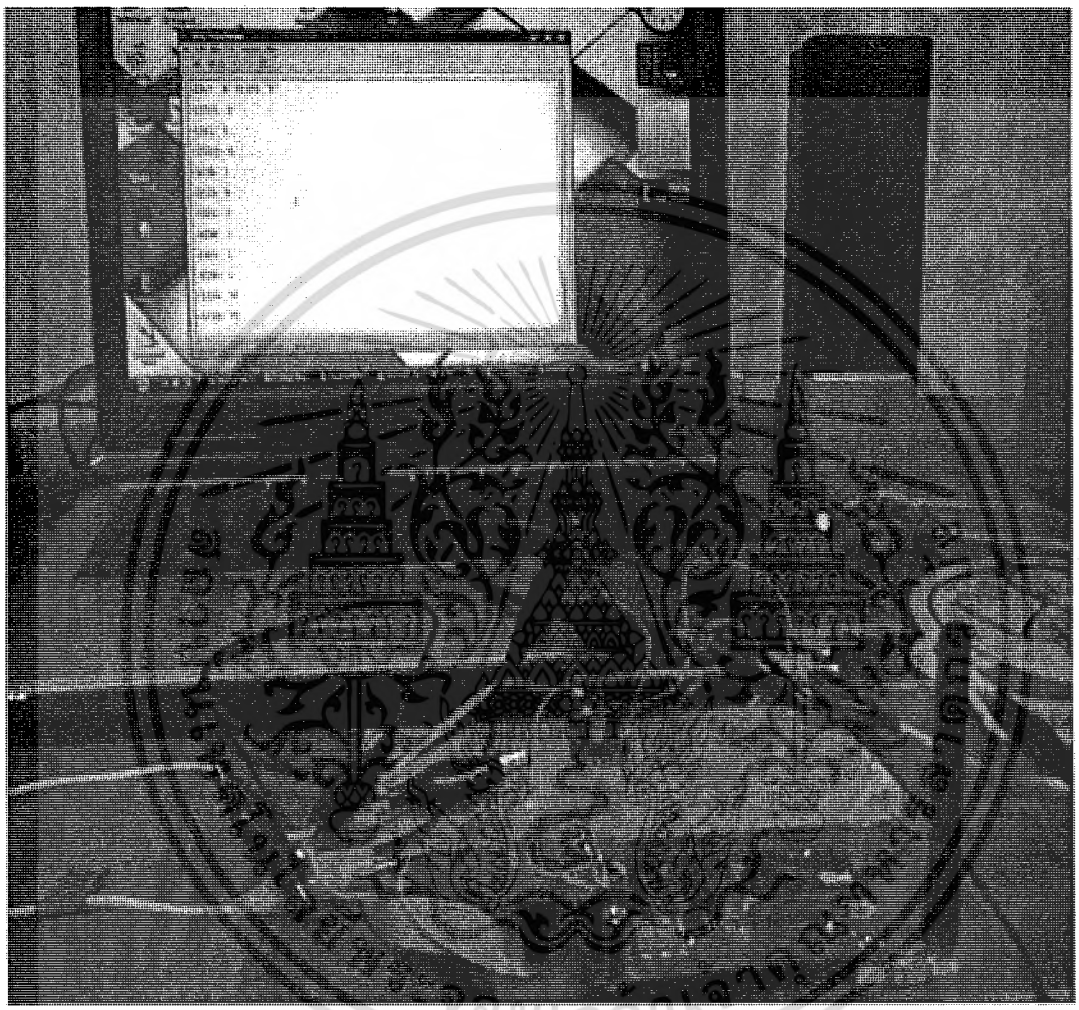


รูปที่ 4.12 แสดงอินพุทและเอาท์พุทเมื่อผ่านไอซี 7812

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.12 เป็นการวัดค่าจากออสซิลโลสโคป 2 แชนแนล เพื่อวัดเอาต์พุจากไอซี 7812 ที่วัดได้ +12โวลต์เทียบกับขาอินพุตของไอซี 7812

4.4 การทดลองที่ 4 เอทีคอมมานด์เพื่อเติมเงิน



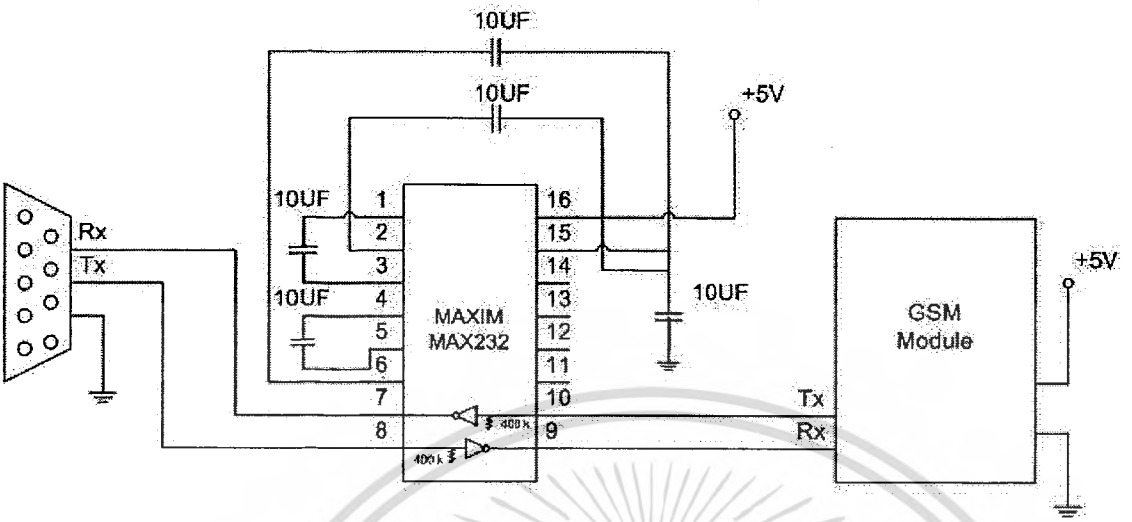
รูปที่ 4.13 การทดลองเติมเงินด้วยเอทีคอมมานด์

การเติมเงินทั้งสามเครือข่ายจะมีวิธีการเติมที่แตกต่างกันสองวิธี โดยที่เครือข่ายเอไอเอสจะเติมด้วยวิธีการพิมพ์ "*123*รหัสเติมเงิน*เบอร์ที่จะเติม*จำนวนเงิน#แล้วโทรออก" ซึ่งเป็นการทำงานผ่านระบบ Unstrcutured Supplementary Services Data (USSD) ซึ่งคล้ายกับการส่งข้อความสั้น (SMS) แต่ USSD จะส่งไปทางช่องสัญญาณเครือข่ายภายใน (Signaling Channel) ของ GSM ดังที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น แต่เครือข่ายดีแทคและทรู จะต้องทำงานผ่านเมนูในซิม เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องป้อนคำสั่งผ่านเอทีคอมมานด์เพื่อที่จะสั่งให้จีเอสเอ็มโมดูลเติมเงินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป

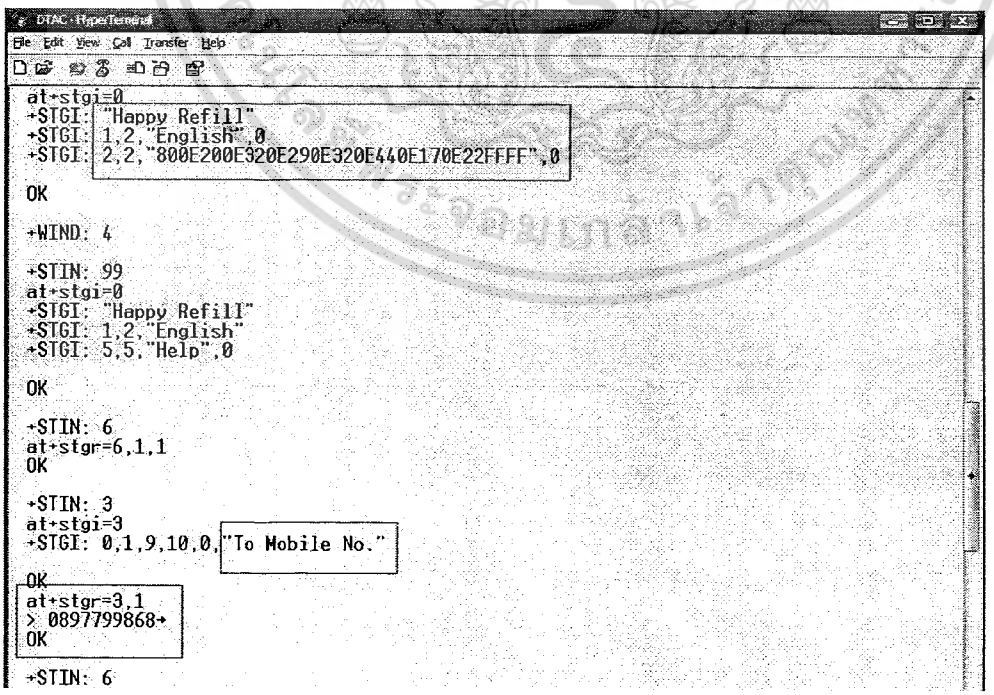


รูปที่ 4.14 แสดงการเชื่อมต่อจีเอสเอ็มโมดูลกับพอร์ทอนุกรมผ่านไอซี MAX232

2. ตั้งค่าบอดเรตในไฮเปอร์เทอร์มินอลให้เป็น 4800 บิตต่อวินาที
3. พิมพ์คอมมานด์ดังรูป

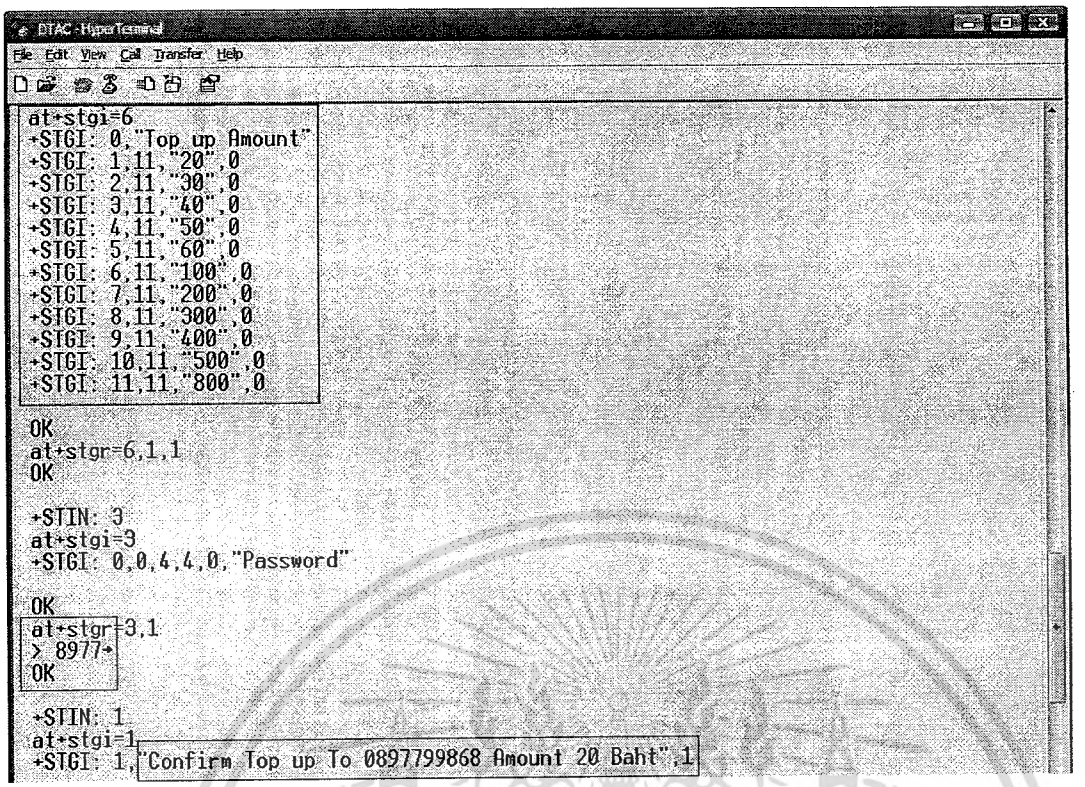
ผลการทดลอง

1. ซิมดีแทค



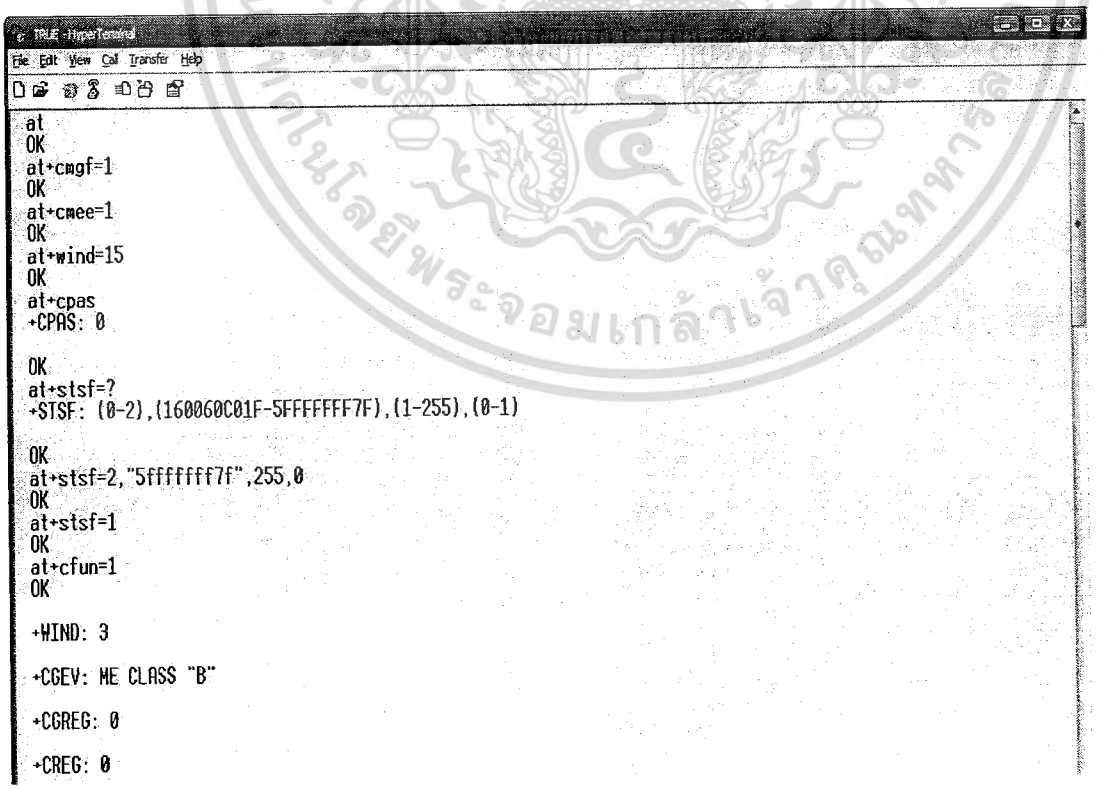
รูปที่ 4.15 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมดีแทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



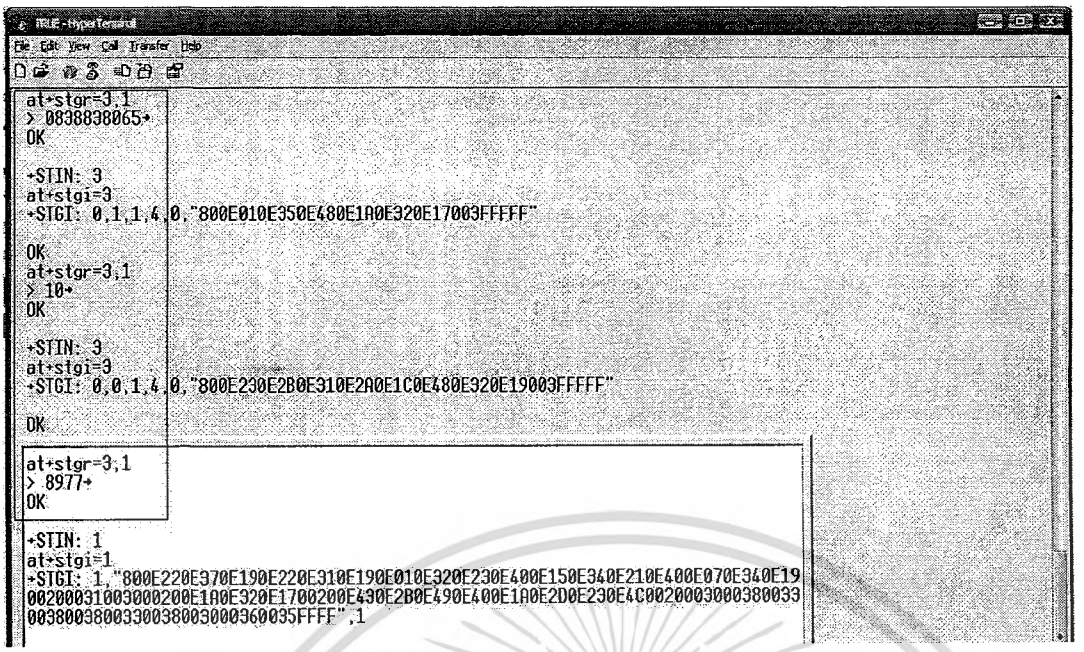
รูปที่ 4.16 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมดีแทค (ต่อ)

2.ซิมทรูมูฟ



รูปที่ 4.17 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมทรูมูฟ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

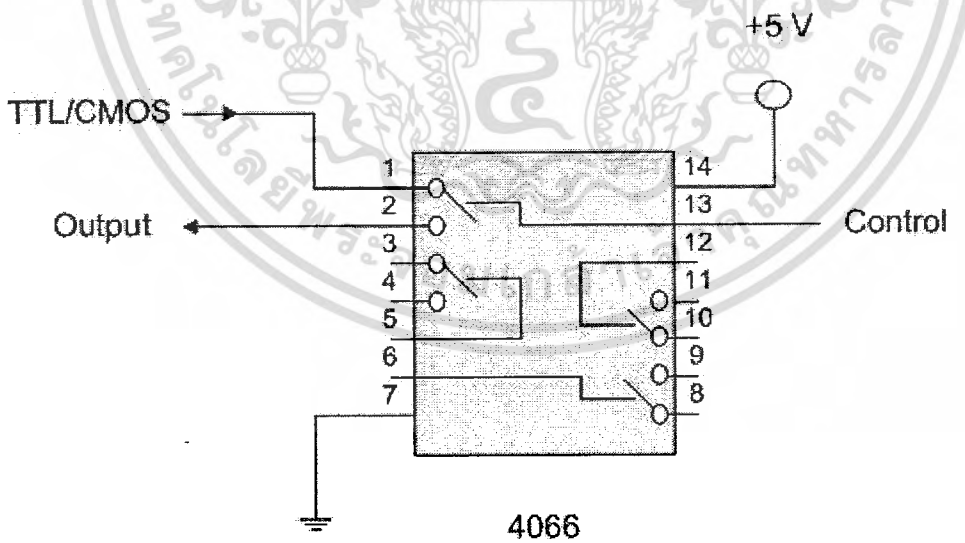


รูปที่ 4.18 แสดงคอมมานด์ขั้นตอนการเติมเงินผ่านไฮเปอร์เทอมินอลของซิมทรูมูฟ (ต่อ)

4.5 การทดลองที่ 5 สวิตช์ไอซี 4066

ลำดับการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป



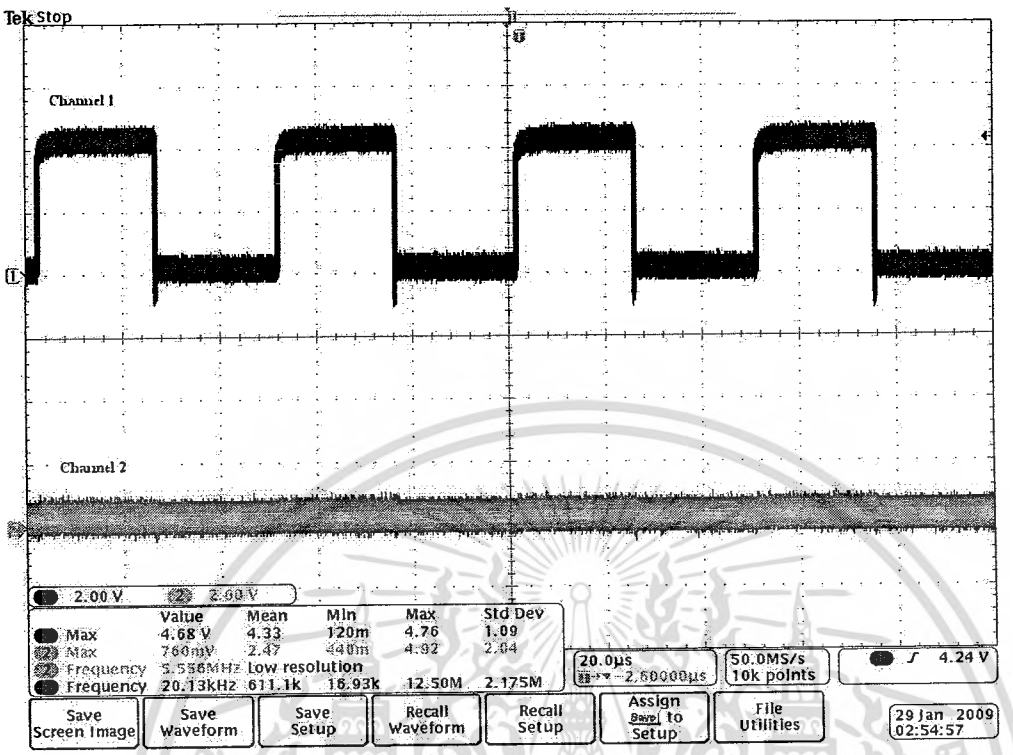
รูปที่ 4.19 แสดงการทดลองการสวิตช์ของไอซี 4066

2. ป้อนไฟ +5V เข้าที่ขา 14 ของไอซี และต่อขา 7 ลงกราวด์

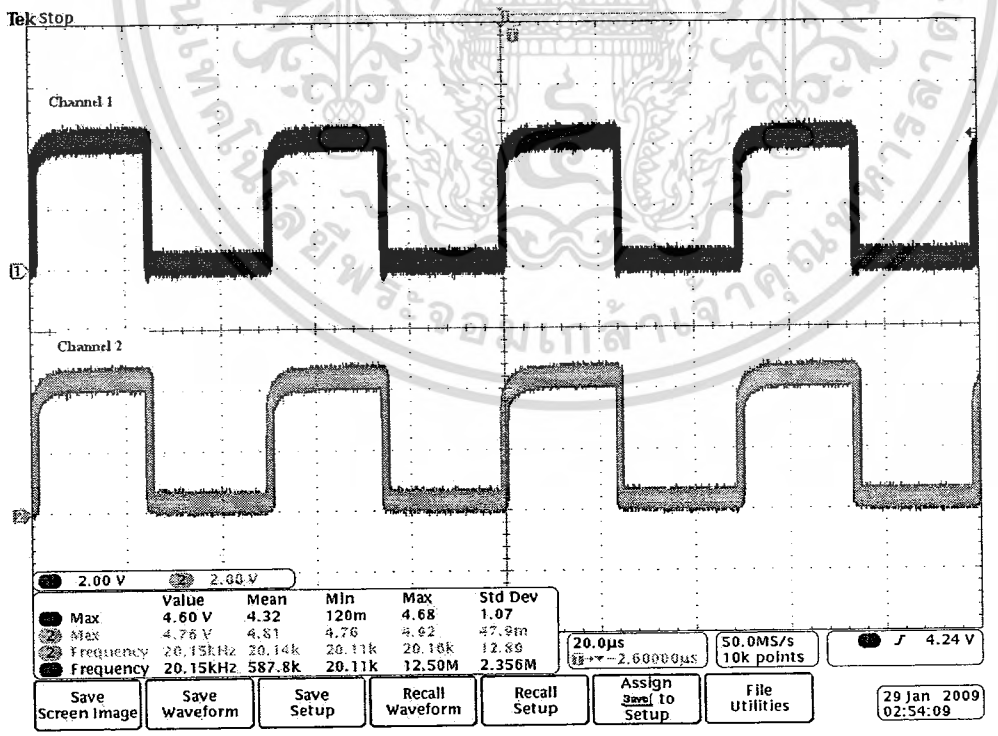
3. ป้อนสัญญาณสี่เหลี่ยมเข้าที่ขา 1 ของไอซี และวัดเอาต์พุทที่ขา 2 เมื่อมีการกระตุ้นที่ขาคอนโทรลด้วย +5V และ 0V

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



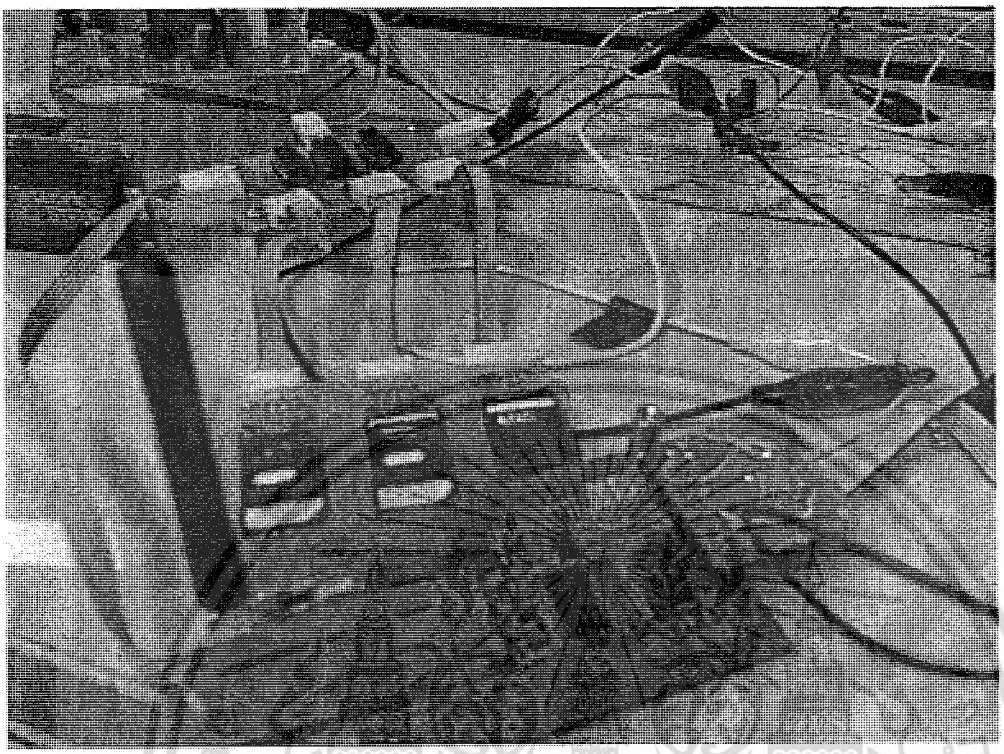
รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบอินพุทและเอาต์พุทเมื่อป้อนแรงดัน 0 โวลต์เข้าที่ขาคอนโทรล



รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบอินพุทและเอาต์พุทเมื่อป้อนแรงดัน +5 โวลต์เข้าที่ขาคอนโทรล

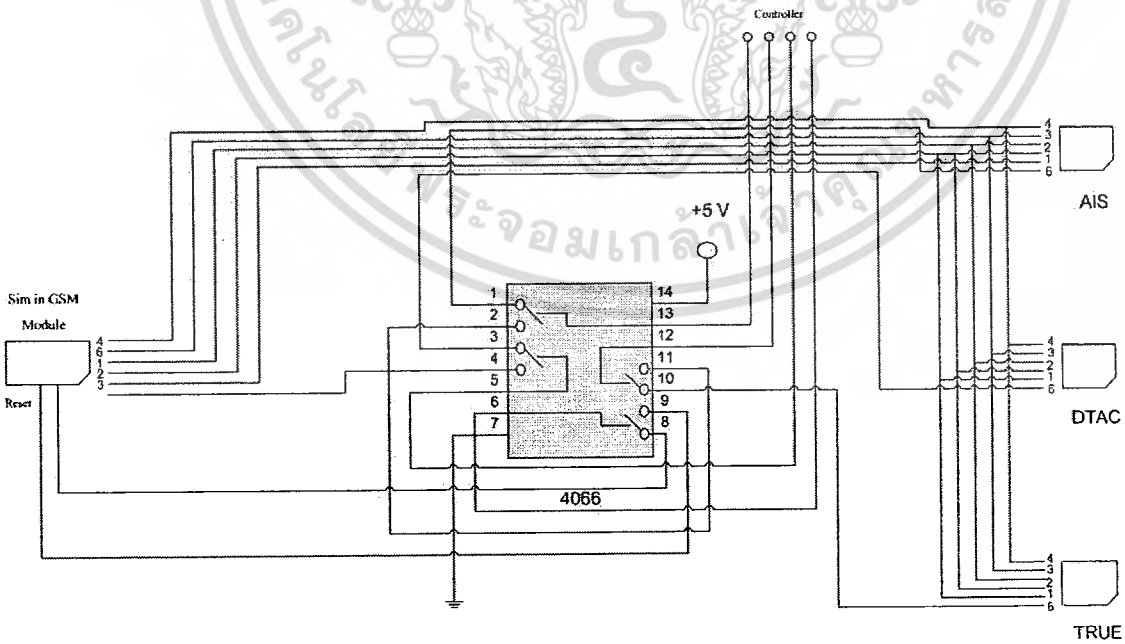
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองที่ 6 วงจรสวิตช์ซิม



รูปที่ 4.22 แสดงการต่อวงจรทดลองสวิตช์ซิม

1. ต่อวงจรตามรูป

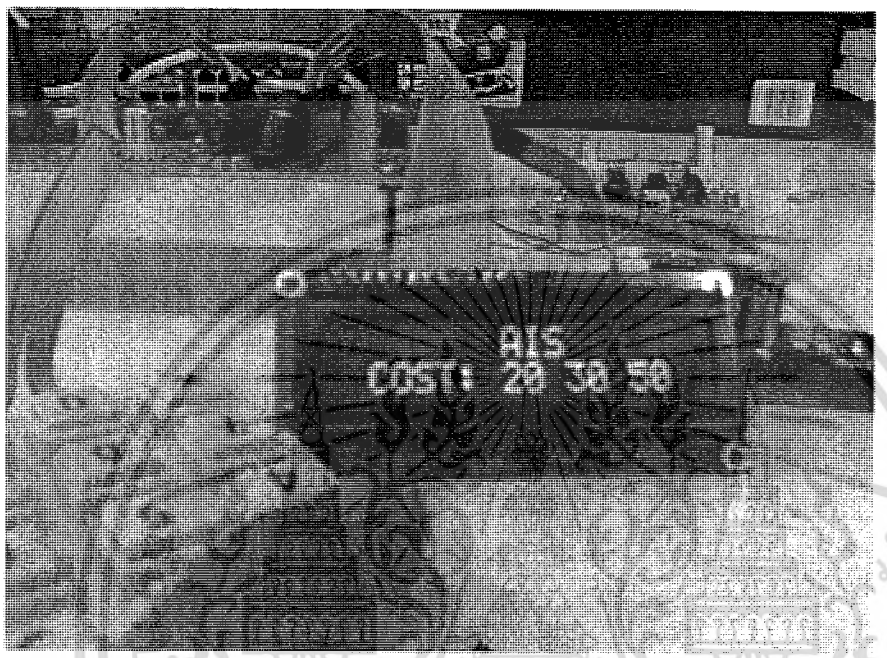


รูปที่ 4.23 แสดงวงจรทดลองสวิตช์ซิม

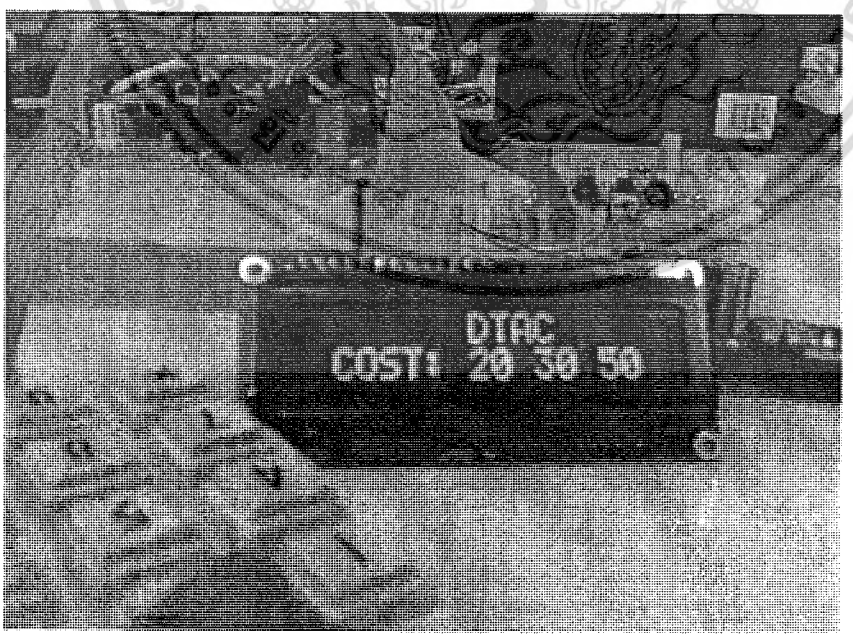
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้อนไฟ +5 V เข้าที่ขา 14 ของไอซีทุกตัว และต่อกราวด์เข้าที่ขา 7 ของไอซีทุกตัว โดยไอซีดังกล่าวทำหน้าที่เป็นโวลต์เตจสวิทชิ่ง โดยอินพุตของไอซีเป็นขาสัญญาณของซิมการ์ดทั้งสามเครือข่าย และให้ขาเอาต์พุตของไอซีทุกตัวต่อเชื่อมกับซิมการ์ดจำลองที่ใช้กับจีเอสอ็มโมดูลเพียงตัวเดียว

3. ทำการสวิตช์ซิมการ์ดด้วยคีย์แพดที่ต่อจากวงจรคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้แอคทีฟที่ขาคอนโทรลของไอซีทุกตัว



รูปที่ 4.24 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย เอไอเอส



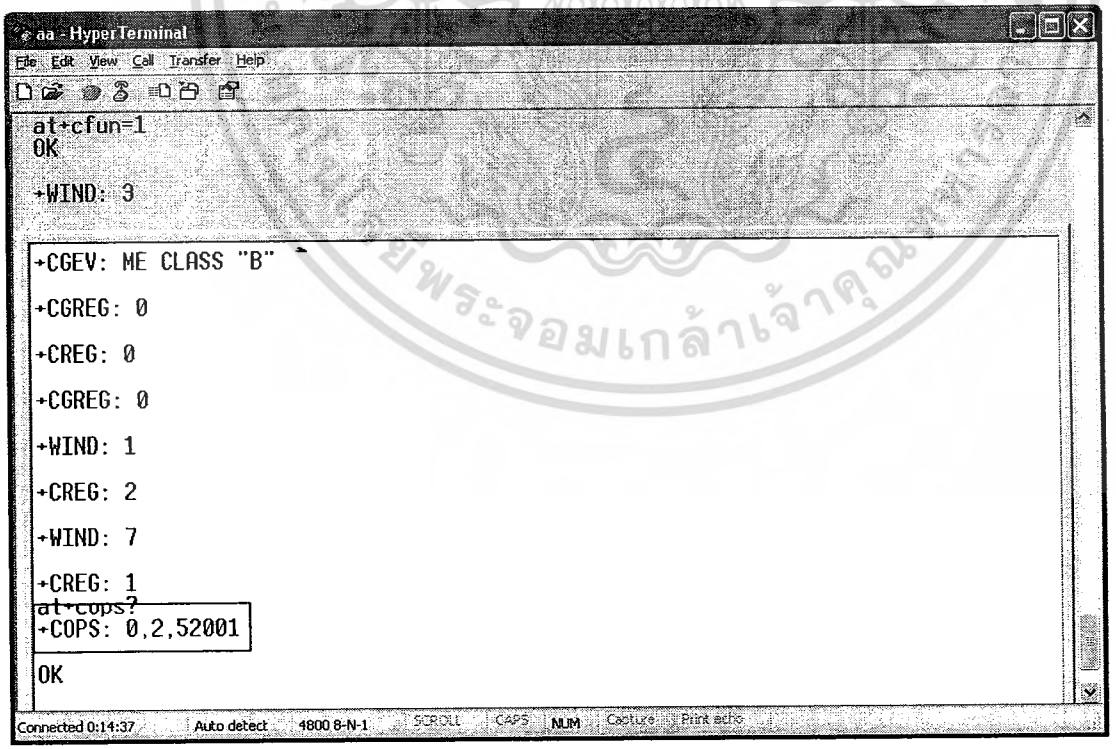
รูปที่ 4.25 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย ดีแทค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 แสดง LCD เมื่อสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย ทรูมูฟ

ผลการทดลอง

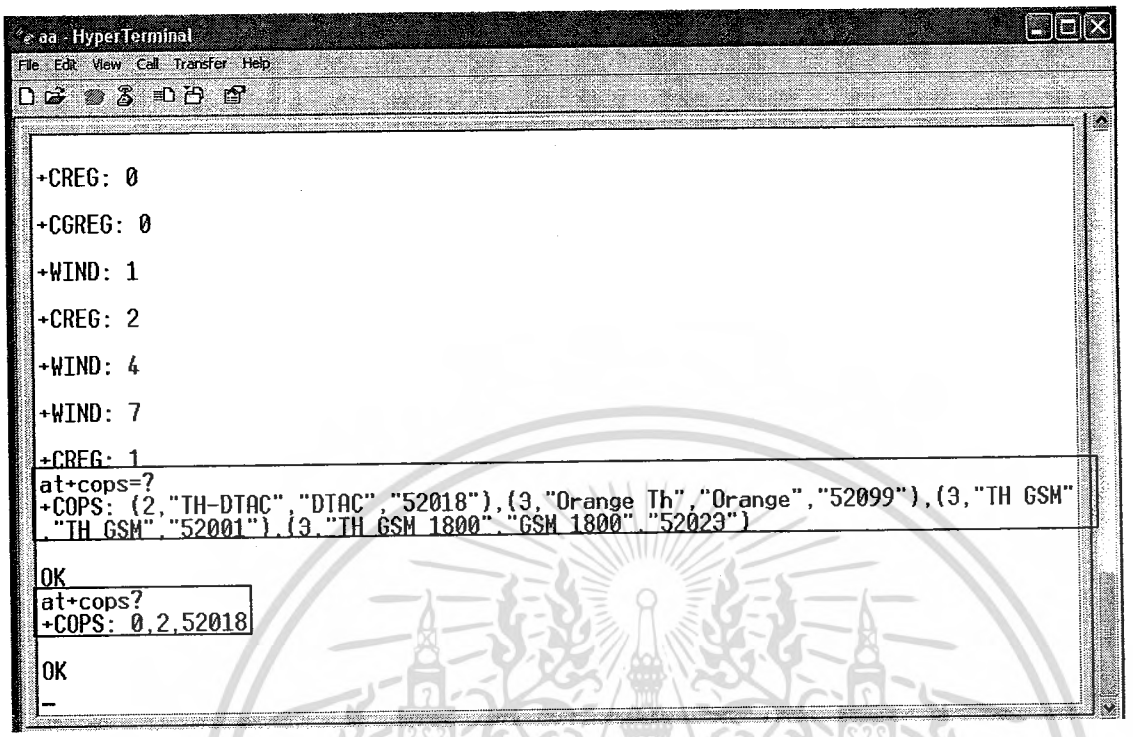
1. เลือกซิมเอไอเอส



รูปที่ 4.27 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่าย เอไอเอส

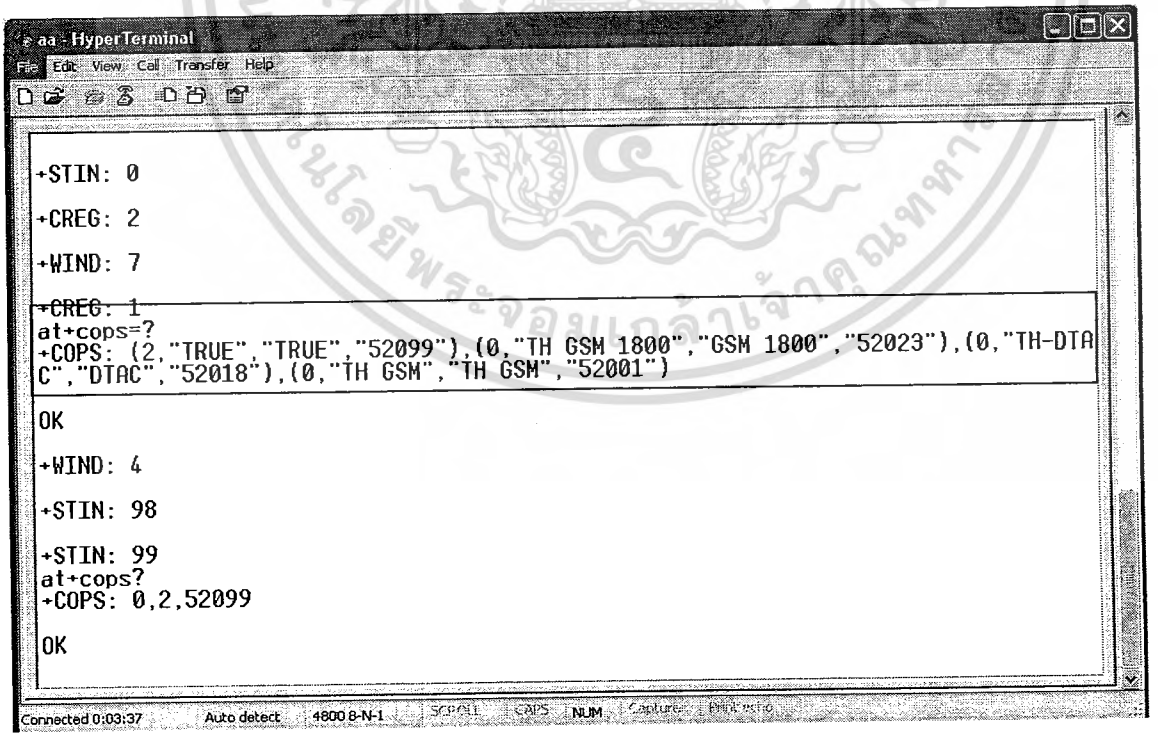
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.เลือกซิมดีแทค



รูปที่ 4.28 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่ายดีแทค

3.เลือกซิมทรูมูฟ

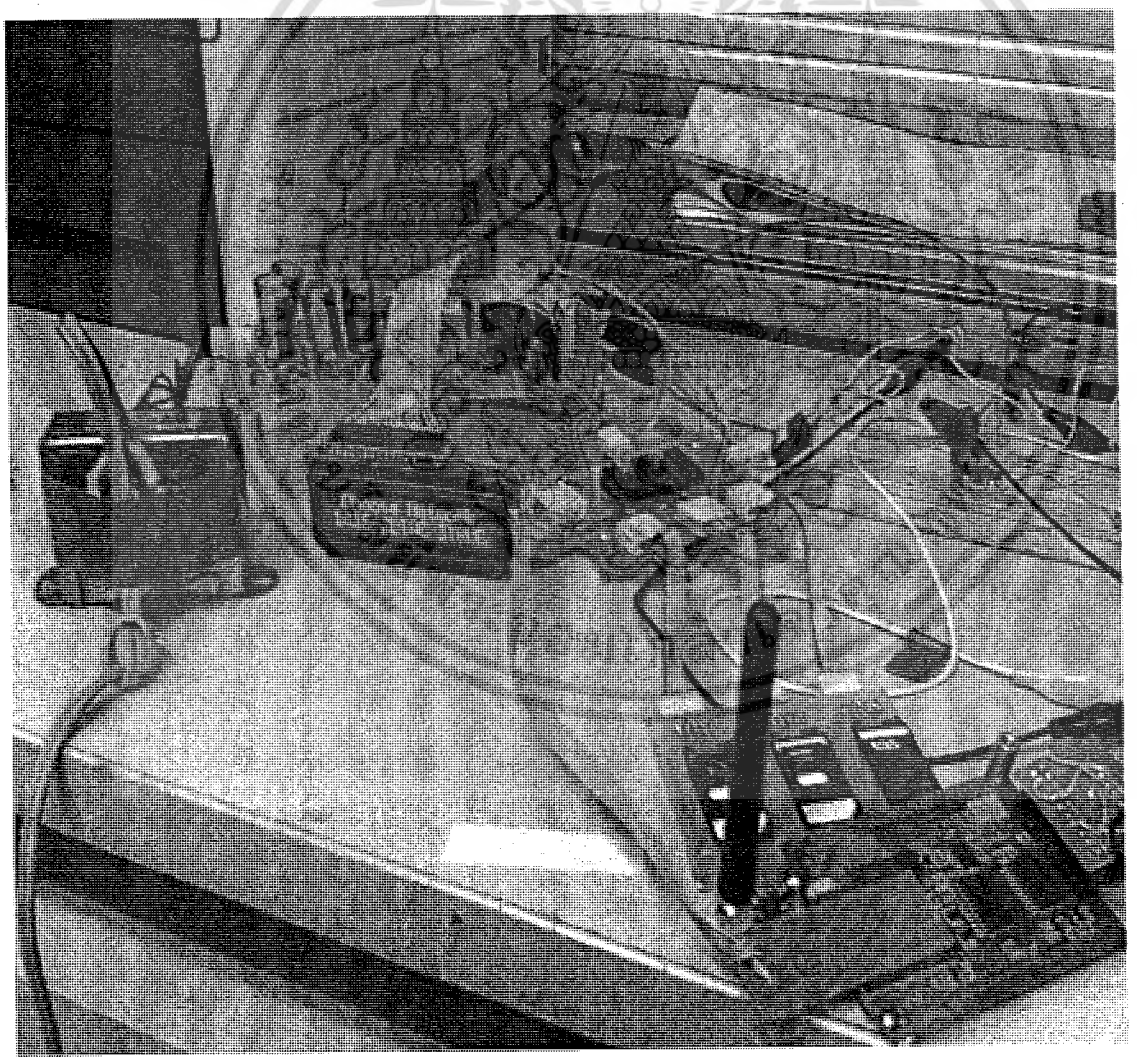


รูปที่ 4.29 แสดงผลการสวิตช์ซิมมาที่เครือข่ายทรูมูฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ 4 แสดงการสวิตช์ซิมทางไฮเปอร์เทอร์มินอลโดยการแสดงผลมีการเรียกคำสั่งแสดงเครือข่ายทั้งหมดที่จับสัญญาณได้ ณ ปัจจุบันว่า ณ เวลาขณะนั้น มีเครือข่ายใด ๆ บ้างที่จีเอสเอ็มโมดูลสามารถรองรับได้ (at+cops=?) โดยระบบจะแสดงชนิดเครือข่ายเป็นหมายเลขรหัสดังรูป ซึ่งเครือข่ายต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน จะมีหมายเลขรหัสนั้น ๆ แตกต่างกันไป โดยที่เครือข่ายทรูมูฟ (True move) จะมีรหัสเป็น 52099 เครือข่ายดีแทค (DTAC) จะมีรหัสเป็น 52018 และเครือข่ายเอไอเอส (TH AIS) จะมีรหัสเป็น 52001 เพื่อเป็นการเช็คเครือข่ายหลังจากสวิตช์แล้ว จะเรียกคำสั่งให้แสดงเครือข่ายของซิมในขณะนั้นเป็นเครือข่ายใดโดย at+cops? หากเครือข่ายที่วงจรสวิตช์ซิมเป็นเครือข่ายทรูมูฟ (True move) จะแสดงผลออกมาเป็น +COPS: 0,2,52099 เครือข่ายดีแทค (DTAC) จะแสดงผลออกมาเป็น +COPS: 0,2,52018 และเครือข่ายเอไอเอส (AIS) จะแสดงผลออกมาเป็น +COPS: 0,2,52001 ดังที่แสดงในผลการทดลองที่ 4 รูปที่ 4.27 รูปที่ 4.28 และรูปที่ 4.29 ตามลำดับ

4.7 การทดลองที่ 7 วงจรรวม

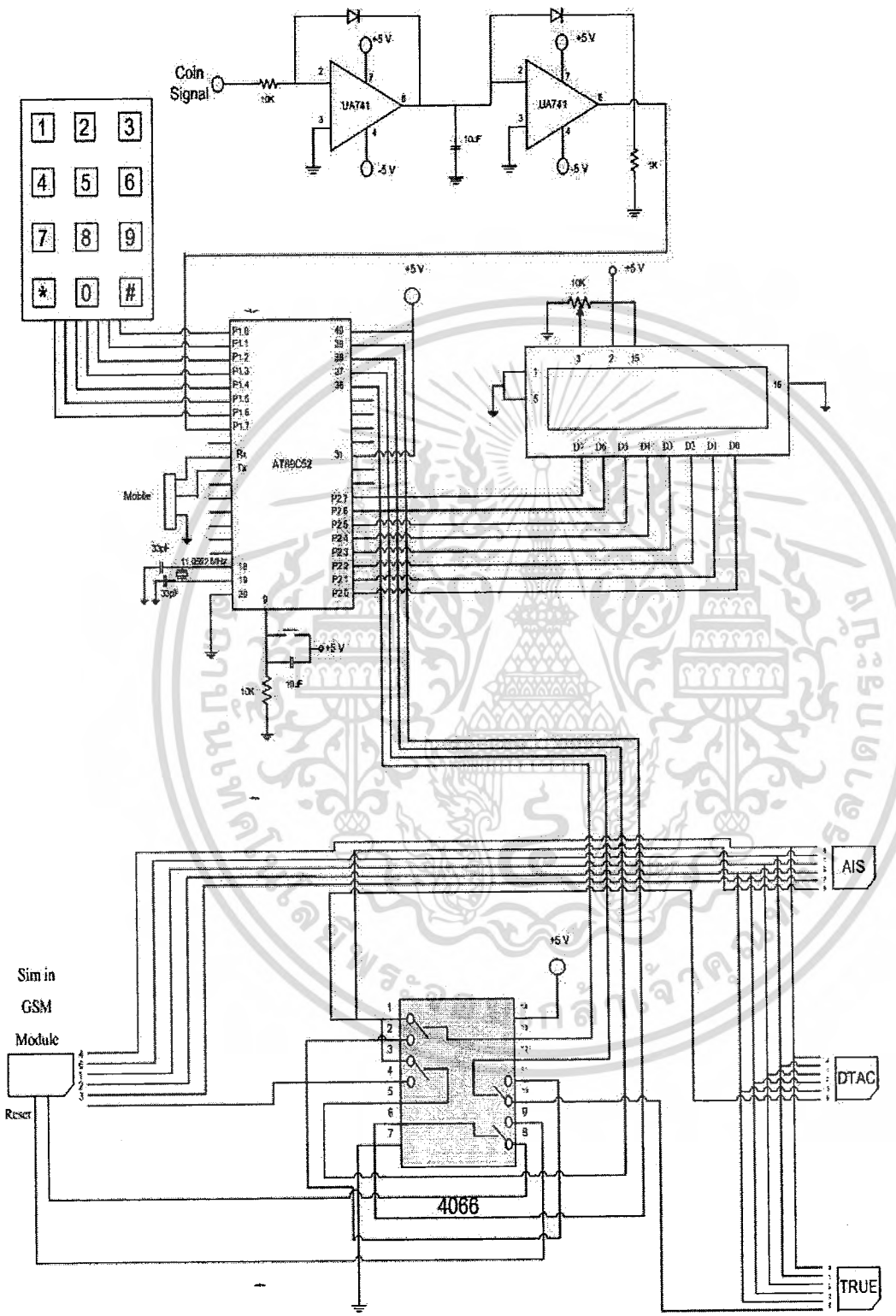


รูปที่ 4.30 แสดงวงจรรวมที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

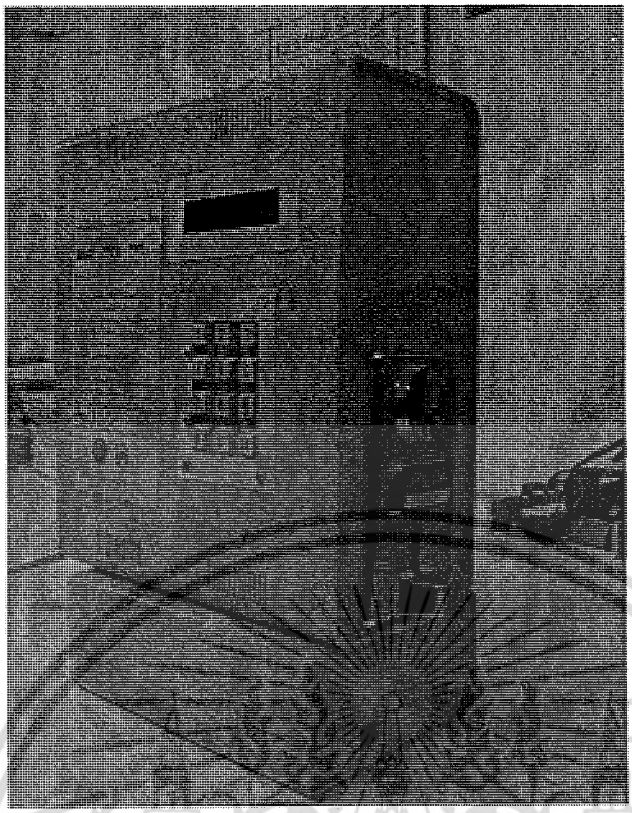
ลำดับการทดลอง

1. ต่อวงจรดังภาพ

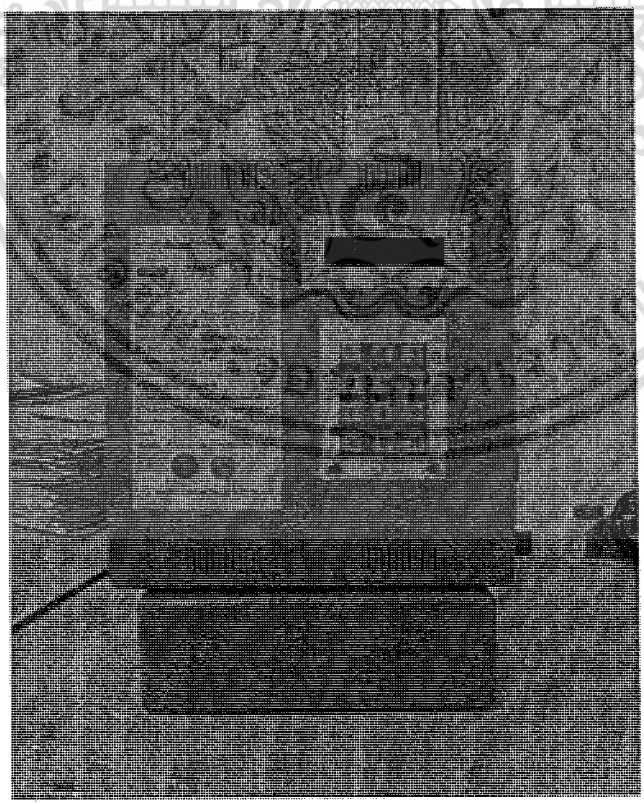


รูปที่ 4.31 รูปวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ คีย์แพด แอลซีดี และวงจรแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



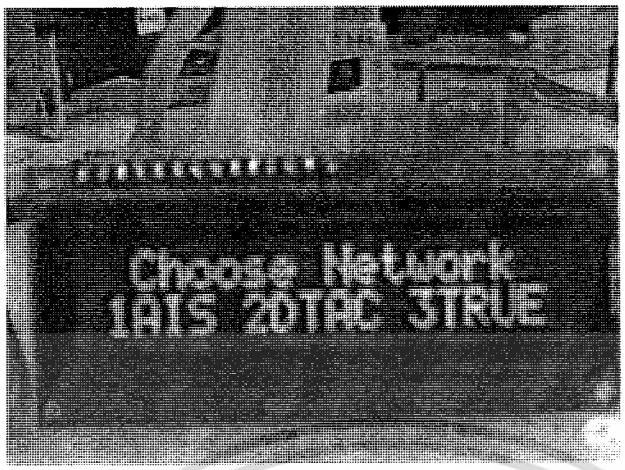
รูปที่ 4.32 รูปเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ



รูปที่ 4.33 รูปเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ (ต่อ)

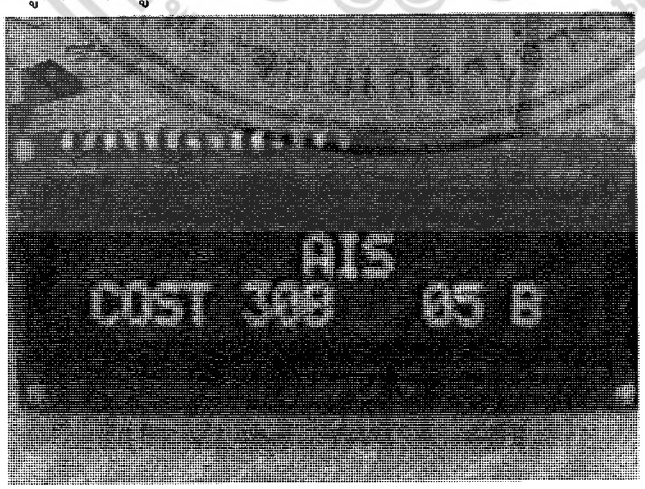
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



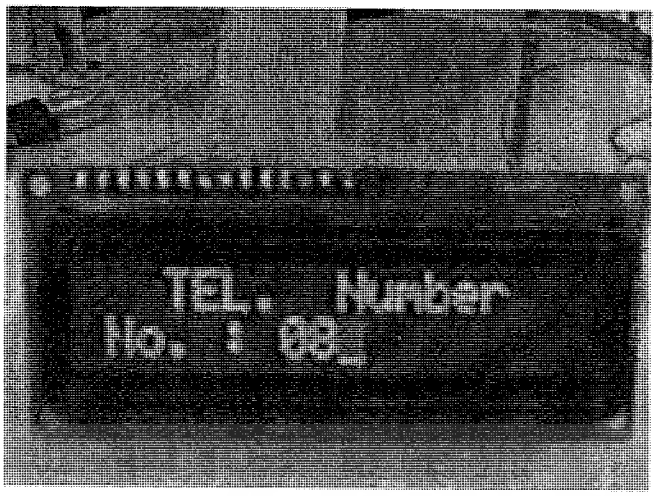
รูปที่ 4.34 รูปแสดงหน้าจอ LCD เบื้องต้นในสถานะที่ยังไม่ได้มีการทำรายการ

รูปที่ 4.35 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเลือกเครือข่าย

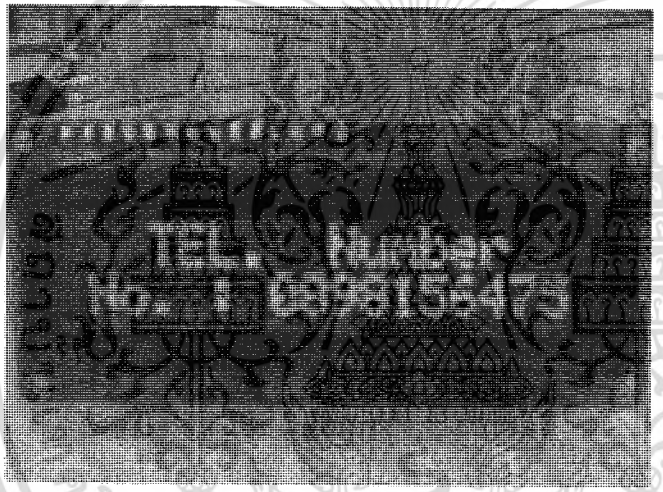


รูปที่ 4.36 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเลือกจำนวนเงินที่จะเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



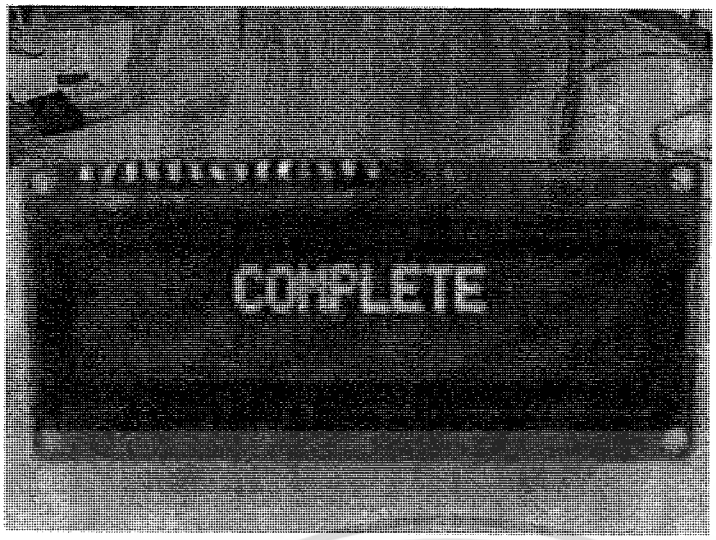
รูปที่ 4.37 รูปแสดงหน้าจอ LCD เมื่อถึงเมนูสำหรับกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการเติมเงิน



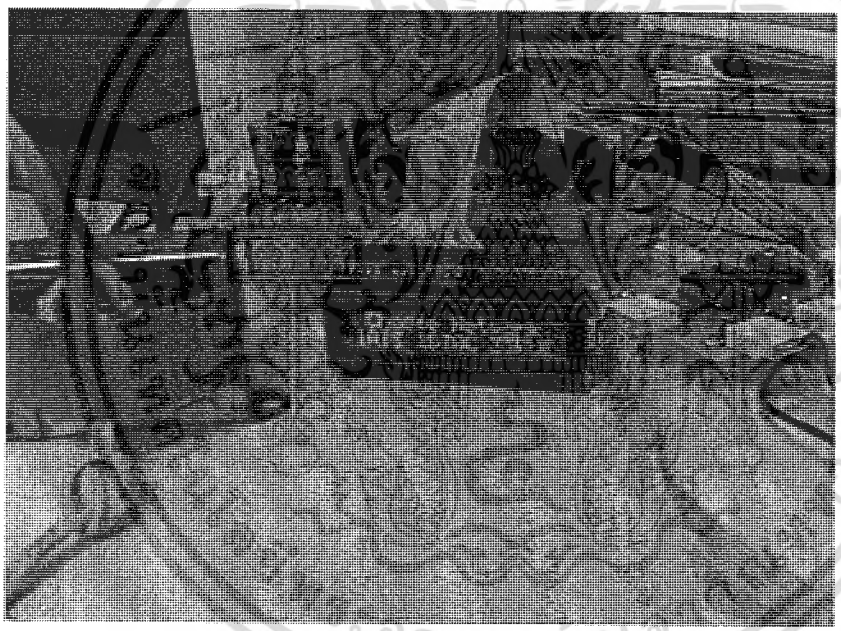
รูปที่ 4.38 รูปแสดงหน้าจอ LCD ขณะกดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการเติมเงิน

รูปที่ 4.39 รูปแสดงหน้าจอ LCD แสดงผลขณะที่ระบบกำลังทำการเติมเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 รูปแสดงหน้าจอ LCD หลังจากเติมเงินเสร็จสิ้น



รูปที่ 4.41 เมื่อระบบทำการเติมเงินสมบูรณ์จะแสดงผล LCD กลับมาที่สถานะเริ่มต้น

จากผลการทดลองแสดงการทำงานทั้งหมดของการเติมเงิน โดยที่การเลือกฟังก์ชันต่าง ๆ จะใช้ปุ่ม 1 2และ3 ของคีย์แพดเลือก ปุ่ม # เป็นปุ่มตกลงและปุ่ม * เป็นปุ่มยกเลิกและย้อนกลับสู่เมนูก่อนหน้า โดยในผลการทดลองนี้จะแสดงการเติมเงินผ่านเครือข่าย AIS ซึ่งที่แสดงผลจะเลือก 1 ในเมนูแรก ต่อมาเป็นการเลือกจำนวนเงินที่ต้องการจะเติมซึ่งมีกำหนดไว้เป็น 20 30 และ 50 บาท หลังจากนั้นระบบจะให้กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการเติมเงินและรอให้ระบบทำงานและประมวลผล และสิ้นสุดการทำงานเมื่อได้รับข้อความยืนยันการเติมจากโทรศัพท์ของผู้เติมเงินนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือแบบหยอดเหรียญ โดยใช้คีย์แพดเป็นตัวรับคำสั่งจากผู้ใช้และส่งคำสั่งนั้นไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และจีเอสเอ็มโมดูลโดยจีเอ็สเอ็มโมดูลจะทำการส่งข้อมูลกลับไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นจะแสดงผลออกทางจอแอลซีดี

5.1 อุปสรรคที่พบในการทำงาน

1. ในการต่อวงจรบางครั้งอุปกรณ์ชำรุดทำให้ไม่ได้ผลการทดลอง และสายไฟบางเส้นต่อกับบอร์ดไม่เข้าที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ผลการทดลองที่ได้ไม่ถูกต้อง
2. เนื่องจากเป็นเรื่องใหม่ที่ไม่ค่อยมีผู้ทำ จึงทำให้ต้องลองผิดลองถูกหลายครั้ง ทำให้เสียเวลา

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้

1. สามารถเข้าใจการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และประยุกต์ใช้งานได้
2. ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี
3. ได้เรียนรู้หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญและแอลซีดี
4. ได้เรียนรู้การทำงานของจีเอ็สเอ็มโมดูลและสามารถใช้คำสั่งเอทีคอมมานด์ได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

นำวงจรเครื่องหยอดเหรียญและแอลซีดีไปทำอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มกระป๋องได้ หรืออาจจะเพิ่มการทำงานเสริมของเครื่องเติมเงินโทรศัพท์มือถือในด้านต่างๆ เช่น การมี UPS เพื่อสำรองไฟฟ้าในขณะไฟดับขนาดของจอแสดงผล หรือสีของการแสดงผล ใช้จอแบบสัมผัสแทนการใช้ปุ่ม และการคืนเงินเมื่อทำรายการไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานและรายงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ดร.พิพัฒน์ พรหมมี ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีเสมอมา ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำโครงงานที่ให้ความอุปการะเลี้ยงดูด้วยความรัก ความเอาใจใส่และให้การศึกษา ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ในภาควิชาโทรคมนาคมทุกคนที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. สัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ , " หลักการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ " สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542

2. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2550

3. เดชฤทธิ มณีธรรม , สำเริง เต็มราม , "คัมภีร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" บริษัท เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด 2548

4. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุลและ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล , "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์" บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด 2521

5. สมบูรณ์ มาลานนท์และ สมคิด วิริยประสิทธิ์ชัย , "แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง" สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

6. รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ศุภเดช , "เซมิคอนดักเตอร์ดีไวซ์" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

Code in Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***********************************************
;Code Mobile Top-Up Vending Machine
;***********************************************

LCD_EN          BIT     P3.6
LCD_RS          BIT     P3.7
LCD_ADDR        EQU     030H
LCD_DATA        EQU     031H
KPAD_ROW0       BIT     P1.0
KPAD_ROW1       BIT     P1.1
KPAD_ROW2       BIT     P1.2
KPAD_ROW3       BIT     P1.3
KPAD_COL2       BIT     P1.4
KPAD_COL1       BIT     P1.5
KPAD_COL0       BIT     P1.6
KPAD_DATA       EQU     032H
NUM_MONEY       EQU     033H
C_NUM_MONEY     EQU     034H
MEM_MONEY       EQU     035H
C_MEM_MONEY     EQU     036H
COPY_ADDR       EQU     037H
MEM_NUM_AIS     EQU     040H
count_pulse     EQU     050H
copy            EQU     051H
char            EQU     052H


                ORG     0000
                LJMP    START

                ORG     0030H
start:          MOV     P2,#00000000B
                MOV     count_pulse,#00
                MOV     P0,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     LCD_EN
        CLR     LCD_RS

        MOV     PCON,#00H
        MOV     SCON,#50H
        MOV     TMOD,#21H
        MOV     TH1,#0FAH

        SETB    TR1

MAIN:   MOV     P0,#00
        ACALL   INIT_LCD
SELECT:         ACALL   LCD_CLR
        MOV     LCD_ADDR,#80H
        ACALL   SET_ADDR_LCD
        MOV     DPTR,#CHOOSE
        ACALL   WRLINE_LCD
        MOV     LCD_ADDR,#0C0H
        ACALL   SET_ADDR_LCD
        MOV     DPTR,#NETWORK
        ACALL   WRLINE_LCD
        MOV     LCD_ADDR,#0CFH
        ACALL   SET_ADDR_LCD
        ACALL   LCD_ON
        MOV     P1,#0FFH
LOOP:   ACALL   GET_KPAD
        MOV     A,KPAD_DATA
        CJNE    A,#1,CHK_1
        AJMP    AIS1
CHK_1:  CJNE    A,#2,CHK_2
        AJMP    DTAC1
CHK_2:  CJNE    A,#3,LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP    TRUE1
                AJMP    MAIN

;.............AIS.....................

AIS1:           MOV     P0,#00000000B
                CLR     P0.5
                SETB    P0.0
                LCALL   DELAY_1S1
                LCALL   DELAY_1S1
                SETB    P0.5


                ACALL   INIT_LCD
SELECT_A:       ACALL   LCD_CLR
                MOV     LCD_ADDR,#80H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#AIS
                ACALL   WRLINE_LCD
                MOV     LCD_ADDR,#0C0H
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                MOV     DPTR,#COST
                ACALL   WRLINE_LCD
                MOV     LCD_ADDR,#0CFH
                ACALL   SET_ADDR_LCD
                ACALL   LCD_ON
                MOV     P1,#0FFH
                CLR     A
                LCALL   GETC  :***Choose NUM_MONEY 20 30 50 ****
                LCALL   ToDropMedal
                LCALL   NUMB


                MOV     LCD_ADDR,#80H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#pleasewait
                ACALL WRLINE_LCD

                LCALL UploadMoneyAis

                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1

                MOV   LCD_ADDR,#80H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#complete
                ACALL WRLINE_LCD
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1

                LJMP  MAIN

;.....DTAC.....

DTAC1:          MOV   P0,#00000000B
                CLR   P0.5
                SETB  P0.1
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                SETB  P0.5


                ACALL INIT_LCD
SELECT_D:       ACALL LCD_CLR
                MOV   LCD_ADDR,#80H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV   DPTR,#DTAC
ACALL WRLINE_LCD
MOV   LCD_ADDR,#0C0H
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV   DPTR,#COST
ACALL WRLINE_LCD
MOV   LCD_ADDR,#0CFH
ACALL SET_ADDR_LCD
ACALL LCD_ON
MOV   P1,#0FFH
CLR   A
LCALL GETC
LCALL ToDropMedal
LCALL NUMB
MOV   LCD_ADDR,#80H

ACALL SET_ADDR_LCD
MOV   DPTR,#pleasewait
ACALL WRLINE_LCD


LCALL SameCodeTrueAndDtac
LCALL UploadMoneyDtac

LCALL DELAY_1S1
LCALL DELAY_1S1
LCALL DELAY_1S1
LCALL DELAY_1S1

MOV   LCD_ADDR,#80H
ACALL SET_ADDR_LCD
MOV   DPTR,#complete
ACALL WRLINE_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1

                LJMP  MAIN

;.....TRUE.....

TRUE1:          MOV   P0,#00000000B
                CLR   p0.5
                SETB  P0.2
                LCALL DELAY_1S1
                LCALL DELAY_1S1
                SETB  P0.5

                ACALL INIT_LCD
SELECT_T:       ACALL LCD_CLR
                MOV   LCD_ADDR,#80H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#TRUE
                ACALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#0C0H
                ACALL SET_ADDR_LCD
                MOV   DPTR,#COST
                ACALL WRLINE_LCD
                MOV   LCD_ADDR,#0CFH
                ACALL SET_ADDR_LCD
                ACALL LCD_ON
                MOV   P1,#0FFH
                CLR   A
                LCALL GETC
                LCALL ToDropMedal
                LCALL NUMB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV    LCD_ADDR,#80H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#pleasewait
        ACALL WRLINE_LCD

        LCALL SameCodeTrueAndDtac
        LCALL UploadMoneyTrue

        LCALL DELAY_1S1
        LCALL DELAY_1S1
        LCALL DELAY_1S1
        LCALL DELAY_1S1


        MOV    LCD_ADDR,#80H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV    DPTR,#complete
        ACALL WRLINE_LCD

        LCALL DELAY_1S1
        LCALL DELAY_1S1
        LCALL DELAY_1S1

        LJMP   MAIN

;.....GET_NUM.....

NUMB:       ACALL INIT_LCD
SELECT_NA:  ACALL LCD_CLR
            MOV    LCD_ADDR,#80H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV    DPTR,#NUM_1
            ACALL WRLINE_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   LCD_ADDR,#0C0H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV   DPTR,#NUM
        ACALL WRLINE_LCD
        MOV   LCD_ADDR,#0C8H
        MOV   COPY_ADDR,#0C8H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        ACALL LCD_ON
        ACALL LCD_BLINK
        MOV   P1,#0FFH
        LCALL LOOP_NANA  ; recei keypad and showNumber Tel.
        RET

;*****************************MEM_MONEY*********************************

GET_DATA1: LCALL GET_KPAD
CANCEL:    CJNE  A,#0AH,ENT
           LJMP  MAIN
ENT:       CJNE  A,#0CH,GET_DATA1
           RET


BYTE2LCD:  MOV   A,count_pulse
           MOV   B,#10
           DIV   AB
           MOV   LCD_ADDR,#0CBH
           ACALL SET_ADDR_LCD
           LCALL SHW_lcd
           MOV   A,B
           LCALL SHW_LCD
           RET

ToDropMedal: MOV  C,P1.7
             JC   ToDropMedal
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   DPTR,#10236
                LCALL DELAY_US
                MOV   DPTR,#10236
                LCALL DELAY_US
                MOV   DPTR,#47120
                LCALL DELAY_US

                MOV   C,P1.7
                JNC   ten_coins
five_coin:      CLR   A
                ADD   A,#5
                ADD   A,count_pulse
                MOV   count_pulse,A
                MOV   copy,A
                LCALL BYTE2LCD
                MOV   A,copy
                CJNE  A,num_money,ToDropMedal
wait_ent:       LCALL GET_KPAD
                CJNE  A,#0CH,wait_ent
                RET

ten_coins:      CLR   A
                ADD   A,#10
                ADD   A,count_pulse
                MOV   count_pulse,A
                MOV   copy,A
                LCALL BYTE2LCD
                MOV   A,copy
                CJNE  A,num_money,ToDropMedal
wait_ent1:      LCALL GET_KPAD
                CJNE  A,#0CH,wait_ent1
                RET

DELAY_US:       MOV   TH0,DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   TL0,DPL
        SETB  TR0
        JNB   TF0,$
        CLR   TF0
        CLR   TF0
        RET
;*****************************************

LOOP_NANA:  MOV   R0,#40H
LOOP_NA:    MOV   R2,#08H
LOOP_NA1:   ACALL GET_KPAD
            MOV   A,KPAD_DATA
            CJNE  A,#0BH,CHK_NA0
            MOV   A,#0
            PUSH  ACC
            ACALL SHW_LCD
            POP   ACC
            MOV   @R0,A
            INC   R0
            MOV   LCD_ADDR,#06H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            INC   COPY_ADDR
            CLR   A
            DJNZ  R2,LOOP_NA1
            SJMP  LOOP_NA1

CHK_NA0:        CJNE  A,#0AH,CHK_NA1
            DEC   COPY_ADDR
            MOV   LCD_ADDR,COPY_ADDR
            ACALL SET_ADDR_LCD
            SETB  LCD_RS
            MOV   DPTR,#SPACE
            MOV   A,#00H
            MOVC  A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     P2,A
                ACALL LCD_CLK
                ACALL LCD_ON
                ACALL DELAY_300MS
                DEC     R0
                MOV     @R0,#00H
                MOV     LCD_ADDR,COPY_ADDR
                ACALL SET_ADDR_LCD
                INC     R2
                CLR     A
                SJMP    LOOP_NA1

CHK_NA1:        CJNE    A,#0CH,CHK_NA

                LCALL LCD_CLR
                MOV     LCD_ADDR,#80H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV     A,#0
                LCALL SHW_LCD
                MOV     A,#8
                LCALL SHW_LCD
                MOV     R3,#08H
                MOV     R0,#40H
                CLR     A
CHK_NA11:       MOV     A,@R0
                LCALL SHW_LCD
                INC     R0
                CLR     A
                DJNZ    R3,CHK_NA11
                RET


CHK_NA:         PUSH    ACC
                ACALL SHW_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP     ACC
        MOV     @R0,A
        INC     R0
        MOV     LCD_ADDR,#06H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        INC     COPY_ADDR
        CLR     A
        DJNZ    R2,GET111
        LJMP    LOOP_NA1
GET111:         LJMP    LOOP_NA1

;************NUM_MONEY 20 30 50 ************

GETC:   LCALL GET_KPAD
        MOV     A,KPAD_DATA
        CJNE    A,#1,GETC2
        MOV     NUM_MONEY,#20
        MOV     LCD_ADDR,#0C0H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV     DPTR,#NEXT_20
        ACALL WRLINE_LCD
        CLR     A

        RET

GETC2:  CJNE    A,#2,GETC3
        MOV     NUM_MONEY,#30
        MOV     LCD_ADDR,#0C0H
        ACALL SET_ADDR_LCD
        MOV     DPTR,#NEXT_30
        ACALL WRLINE_LCD

        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GETC3:      CJNE    A,#3,GETC4
            MOV     NUM_MONEY,#50
            MOV     LCD_ADDR,#0C0H
            ACALL SET_ADDR_LCD
            MOV     DPTR,#NEXT_50
            ACALL WRLINE_LCD
            CLR     A

            RET

GETC4:      CJNE    A,#0AH,GETC5
            LJMP    MAIN

GETC5:      LJMP    GETC


;**********AT COMMAND ***********
;--------- FuncTion Is Work ----------


Initial_Serial_4800:                    ; 4800 bps : bit 200 us. 1 byte = 2 ms
            MOV     PCON,#00H
            MOV     SCON,#40H
            MOV     TMOD,#21H
            MOV     TH1,#0FAH
            SETB    TR1
            RET

Write:                                  ; send only 1 char
            MOV     SBUF,char
            JNB     TI,$
            CLR     TI
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WriteStr:       CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                CJNE    A,#00,ws
                RET
ws:             MOV     char,A
                LCALL   Write
                INC     DPTR
                SJMP    WriteStr

PushEnter:      MOV     char,#0DH
                LCALL   Write
                MOV     char,#0AH
                LCALL   Write
                RET

PushCtrlZ:      MOV     char,#1AH
                LCALL   Write
                RET

PushBS:         MOV     char,#08H
                LCALL   Write
                RET

Write_NoTel:    MOV     char,#'0'
                LCALL   Write
                MOV     char,#'8'
                LCALL   Write
                MOV     R1,#40H
                MOV     R2,#8
s_No1:          MOV     A,@R1
                ADD     A,#30H
                MOV     char,A
                LCALL   Write
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                INC     R1
                CLR     A
                DJNZ    R2,s_No1
                RET

;******** Start MONEY AIS *********
UploadMoneyAis:         MOV     DPTR,#AisStart
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV     DPTR,#codeAis
                LCALL WriteStr

                MOV     R1,#40H
                MOV     R2,#8
s_No:           MOV     A,@R1
                ADD     A,#30H
                MOV     char,A
                LCALL Write
                INC     R1
                CLR     A
                DJNZ    R2,s_No

                MOV     char,#'*'
                LCALL Write
                MOV     A,num_money
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                ADD     A,#30H
                MOV     char,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL Write
                MOV   char,#'0'
                LCALL Write

                MOV   char,#'#'
                LCALL Write
                MOV   char,#""
                LCALL Write
                LCALL PushEnter
                RET

;--------END AIS--------

SameCodeTrueAndDtac:
                MOV   DPTR,#At1
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#At9
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#At2
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV    DPTRteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#At4
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#At5
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#At6
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#At7
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#At8
LCALL WriteStr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At9
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At10
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At11
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At12
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At13
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At14
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At15
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV   DPTR,#At16
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL DELAY_1s1

                LCALL PushBS

                LCALL Write_NoTel
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL PushCtrlz
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                RET

;************ Start MONEY TRUE ************
UploadMoneyTrue:
                MOV   DPTR,#T_1
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#T_2
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                LCALL PushBS

                MOV   A,num_money
                MOV   B,#10
                DIV   AB
                ADD   A,#30H
                MOV   char,A
                LCALL Write
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV    char,#'0'
LCALL Write
LCALL DELAY_1s1
LCALL PushCtrlz
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#T_4
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    dptr,#T_5
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

LCALL PushBS

MOV    dptr,#T_6
LCALL WriteStr
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1
LCALL PushCtrlz
LCALL DELAY_1s1
LCALL DELAY_1s1

MOV    DPTR,#T_7
LCALL WriteStr
LCALL PushEnter
LCALL DELAY_1s1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#T_8
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#T_9
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                RET

;--------------------END TRUE------------

;************* start Dtac ****************
UploadMoneyDtac:
                MOV   DPTR,#D_1
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#D_2
                LCALL WriteStr

                MOV   A,num_money
                CJNE  a,#20,Dtac6
                MOV   char,#'1'
                LCALL Write
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SJMP    EM

Dtac6:  CJNE    A,#30,Dtac2
        MOV     char,#'2'
        LCALL   Write.
        SJMP    EM

Dtac2:  MOV     char,#'4'
        LCALL   Write

EM:     LCALL   PushEnter
        LCALL   DELAY_1s1

        MOV     DPTR,#D_3
        LCALL   WriteStr
        LCALL   PushEnter
        LCALL   DELAY_1s1

        MOV     DPTR,#D_4
        LCALL   WriteStr
        LCALL   PushEnter
        LCALL   DELAY_1s1

        LCALL   PushBS

        MOV     DPTR,#D_5
        LCALL   WriteStr
        LCALL   DELAY_1s1
        LCALL   DELAY_1s1
        LCALL   PushCtrlz
        LCALL   DELAY_1s1

        MOV     DPTR,#D_6
        LCALL   WriteStr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#D_7
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1

                MOV   DPTR,#D_8
                LCALL WriteStr
                LCALL PushEnter
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                LCALL DELAY_1s1
                RET
;---------- End DTAC ----------


;.....SHOW.....

SHW_LCD:        SETB  LCD_RS
                MOV   DPTR,#TITLE
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   P2,A
                ACALL LCD_CLK
                ACALL LCD_ON
                ACALL DELAY_300MS
                RET


SHW:            SETB  LCD_RS
                MOV   P2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL LCD_CLK
                RET

;.....LCD.....

INIT_LCD:       ACALL DELAY_100MS
                CLR   LCD_RS
                MOV   P2,#00111000B
                ACALL LCD_CLK
                ACALL DELAY_100MS
                MOV   P2,#00111000B
                ACALL LCD_CLK
                ACALL LCD_OFF
                ACALL LCD_CLR
                MOV   P2,#00000110B
                ACALL LCD_CLK
                ACALL LCD_HOME
LCD_CLR:        CLR   LCD_RS
                MOV   P2,#00000001B
                ACALL LCD_CLK
                RET
LCD_HOME:       CLR   LCD_RS
                MOV   P2,#00000010B
                ACALL LCD_CLK
                RET
LCD_OFF:        CLR   LCD_RS
                MOV   P2,#00001000B
                ACALL LCD_CLK
                RET
LCD_CLK:        SETB  LCD_EN
                ACALL LCD_DELAY
                CLR   LCD_EN
                ACALL LCD_DELAY
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCD_ON:         CLR     LCD_RS
                MOV     P2,#00001100B
                ACALL LCD_CLK
                RET
LCD_BLINK:      CLR     LCD_RS
                MOV     P2,#00001111B
                ACALL LCD_CLK
                RET
SET_ADDR_LCD:   CLR     LCD_RS
                MOV     P2,LCD_ADDR
                ACALL LCD_CLK
                RET
WRLINE_LCD:     MOV     R0,#16
WRLINE_LCD_1:   SETB    LCD_RS
                CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     P2,A
                ACALL LCD_CLK
                INC     DPTR
                DJNZ    R0,WRLINE_LCD_1
                ACALL LCD_ON
                RET

;.....DELAY.....

LCD_DELAY:      MOV     R7,#002
LCD_DELAY_1:    MOV     R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:    NOP
                NOP
                DJNZ    R6,LCD_DELAY_2
                DJNZ    R7,LCD_DELAY_1
                RET
DELAY_100MS:    MOV     R7,#100
DELAY_100MS_1:  MOV     R6,#0E6H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_100MS_2:      NOP
                    NOP
                    DJNZ    R6,DELAY_100MS_2
                    DJNZ    R7,DELAY_100MS_1
                    RET
DELAY_1S:           MOV     R5,#10
DELAY_1S_1:         ACALL   DELAY_100MS
                    DJNZ    R5,DELAY_1S_1
                    RET
DELAY_300MS:        MOV     R4,#3
DELAY_300MS_1:      ACALL   DELAY_100MS
                    DJNZ    R4,DELAY_300MS_1
                    RET

;.....KPAD.....

GET_KPAD:           MOV     P1,#0FFH
                    MOV     KPAD_DATA,#0
CHK_COL0:           CLR     KPAD_COL0
                    MOV     A,P1
                    ANL     A,#00FH
                    CJNE    A,#00FH,COL0_DETECT
                    AJMP    CHK_COL1
COL0_DETECT:        MOV     KPAD_DATA,#01
                    AJMP    GET_ROW
CHK_COL1:           SETB    KPAD_COL0
                    CLR     KPAD_COL1
                    MOV     A,P1
                    ANL     A,#00FH
                    CJNE    A,#00FH,COL1_DETECT
                    AJMP    CHK_COL2
COL1_DETECT:        MOV     KPAD_DATA,#02
                    AJMP    GET_ROW
CHK_COL2:           SETB    KPAD_COL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     KPAD_COL2
                MOV     A,P1
                ANL     A,#00FH
                CJNE    A,#00FH,COL2_DETECT
                AJMP    GET_KPAD
                RET
COL2_DETECT:    MOV     KPAD_DATA,#03
GET_ROW:        CLR     KPAD_COL0
                CLR     KPAD_COL1
                CLR     KPAD_COL2
                JB      KPAD_ROW0,CHK_ROW1
                RET
CHK_ROW1:       JB      KPAD_ROW1,CHK_ROW2
                MOV     A,KPAD_DATA
                ADD     A,#3
                MOV     KPAD_DATA,A
                RET
CHK_ROW2:       JB      KPAD_ROW2,CHK_ROW3
                MOV     A,KPAD_DATA
                ADD     A,#6
                MOV     KPAD_DATA,A
                RET
CHK_ROW3:       MOV     A,KPAD_DATA
                ADD     A,#9
                MOV     KPAD_DATA,A
                RET

;*************************************
;               Delay time 1ms
;*************************************
DELAY_1ms1:     MOV     R6,#0E6H
DELAY_1ms1_1:           DJNZ    R6,DELAY_1ms1_1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************
;                Delay time 10ms
;*************************************
DELAY_10ms1: MOV    R5,#0AH
DELAY_10ms1_1:      CALL   DELAY_1ms1
                    DJNZ   R5,DELAY_10ms1_1
                    RET

;*************************************
;                Delay time 100ms
;*************************************
DELAY_100ms1:       MOV    R7,#100 ; Do 100 times
DELAY_100ms1_1:     MOV    R6,#0E6H ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms1_2:     NOP
                    NOP
                    DJNZ   R6,DELAY_100ms1_2
                    DJNZ   R7,DELAY_100ms1_1
                    RET

;*************************************
;                Delay time 1s
;*************************************
DELAY_1s1:    MOV    R5,#0AH
DELAY_1s1_1:  LCALL  DELAY_100ms1
              DJNZ   R5,DELAY_1s1_1
              RET

;*************************************
;                Delay time 1s
;*************************************
DELAY_80ms:   MOV    R4,#50H
DELAY_80ms_1:       LCALL  DELAY_1ms1
              DJNZ   R4,DELAY_80ms_1
              RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;.....
CHOOSE:          DB      ' Choose Network '
NETWORK:    DB      '1AIS 2DTAC 3TRUE'
TITLE:           DB      '0123456789'
AIS:             DB      '    AIS    '
DTAC:            DB      '    DTAC   '
TRUE:            DB      '    TRUE   '
NUM_1:           DB      ' TEL. Number '
COST:            DB      ' COST: 20 30 50 '
NUM:             DB      'No. : 08      '

NEXT_20:         DB      'COST 20B __ B ' ;0xCC
NEXT_30:         DB      'COST 30B __ B '
NEXT_50:         DB      'COST 50B __ B '

SPACE:      DB      ' 11'
AT_COM:          DB      'ATD'
ENTER:      DB      '0DH'
LF:         DB      '0AH'

pleasewait:      DB      ' PLEASE WAIT '
complete:        DB      '  COMPLETE   '

AisStart:        DB      'AT+CSSN=1,1',0
codeAis:    DB      'AT+CUSD=1,"*123*8977*08",0 ;AIS na

At1:        DB      'AT',0
At2:        DB      'AT+CMGF=1',0
At3:        DB      'AT+CMEE=1',0
At4:        DB      'AT+WIND=15',0
At5:        DB      'AT+CPAS',0
At6:        DB      'AT+STSF=?',0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
At7:        DB    'AT+STSF=2,"5FFFFFFF7F",255,0',0
At8:        DB    'AT+STSF=1',0
At9:        DB    'AT+CFUN=1',0
At10:       DB    'AT+STIN?',0
At11:       DB    'AT+STGI=0',0
At12:       DB    'AT+STGR=0,1,1',0
At13:       DB    'AT+STGI=6',0
At14:       DB    'AT+STGR=6,1,1',0
At15:       DB    'AT+STGI=3',0
At16:       DB    'AT+STGR=3,1,0',0
;; No.Tel do Ctrl+z

;;-------------------------
;;True
T_1:        DB    'AT+STGI=3',0
T_2:        DB    'AT+STGR=3,1,0',0
; num MOney do Ctrl+z
T_4:        DB    'AT+STGI=3',0
T_5:        DB    'AT+STGR=3,1,0',0
T_6:        DB    '8977',0
: >>8977 do Ctrl+z
T_7:        DB    'AT+STGI=1',0
T_8:        DB    'AT+STGR=1',0
T_9:        DB    'AT+STGI=9',0
;;-------------------------

::DTAC
D_1:        DB    'AT+STGI=6',0
D_2:        DB    'AT+STGR=6,1,',0
D_3:        DB    'AT+STGI=3',0
D_4:        DB    'AT+STGR=3,1,0',0
D_5:        DB    '8977',0
: >>8977 do Ctrl+z
D_6:        DB    'AT+STGI=1',0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D_7:        DB      'AT+STGR=1',0
D_8:        DB      'AT+STGI=9',0
;;--------------------------
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

DATASHEET

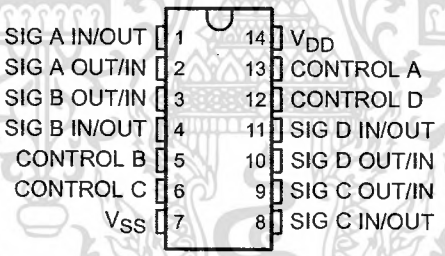
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CD4066B
CMOS QUAD BILATERAL SWITCH

SCHS051D – NOVEMBER 1998 – REVISED SEPTEMBER 2003

- 15-V Digital or ±7.5-V Peak-to-Peak Switching
- 125-Ω Typical On-State Resistance for 15-V Operation
- Switch On-State Resistance Matched to Within 5 Ω Over 15-V Signal-Input Range
- On-State Resistance Flat Over Full Peak-to-Peak Signal Range
- High On/Off Output-Voltage Ratio: 80 dB Typical at f_{is} = 10 kHz, R_L = 1 kΩ
- High Degree of Linearity: <0.5% Distortion Typical at f_{is} = 1 kHz, V_{is} = 5 V p-p, $V_{DD} - V_{SS} \geq 10$ V, R_L = 10 kΩ
- Extremely Low Off-State Switch Leakage, Resulting in Very Low Offset Current and High Effective Off-State Resistance: 10 pA Typical at $V_{DD} - V_{SS}$ = 10 V, T_A = 25°C
- Extremely High Control Input Impedance (Control Circuit Isolated From Signal Circuit): 10^{12} Ω Typical
- Low Crosstalk Between Switches: –50 dB Typical at f_{is} = 8 MHz, R_L = 1 kΩ
- Matched Control-Input to Signal-Output Capacitance: Reduces Output Signal Transients
- Frequency Response, Switch On = 40 MHz Typical
- 100% Tested for Quiescent Current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V Parametric Ratings
- Meets All Requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13-B, *Standard Specifications for Description of "B" Series CMOS Devices*
- Applications:
  - Analog Signal Switching/Multiplexing: Signal Gating, Modulator, Squelch Control, Demodulator, Chopper, Commutating Switch
  - Digital Signal Switching/Multiplexing
  - Transmission-Gate Logic Implementation
  - Analog-to-Digital and Digital-to-Analog Conversion
  - Digital Control of Frequency, Impedance, Phase, and Analog-Signal Gain

E, F, M, NS, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The CD4066B is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with the CD4016B, but exhibits a much lower on-state resistance. In addition, the on-state resistance is relatively constant over the full signal-input range.

The CD4066B consists of four bilateral switches, each with independent controls. Both the p and the n devices in a given switch are biased on or off simultaneously by the control signal. As shown in Figure 1, the well of the n-channel device on each switch is tied to either the input (when the switch is on) or to V_{SS} (when the switch is off). This configuration eliminates the variation of the switch-transistor threshold voltage with input signal and, thus, keeps the on-state resistance low over the full operating-signal range.

The advantages over single-channel switches include peak input-signal voltage swings equal to the full supply voltage and more constant on-state impedance over the input-signal range. However, for sample-and-hold applications, the CD4016B is recommended.

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.

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

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

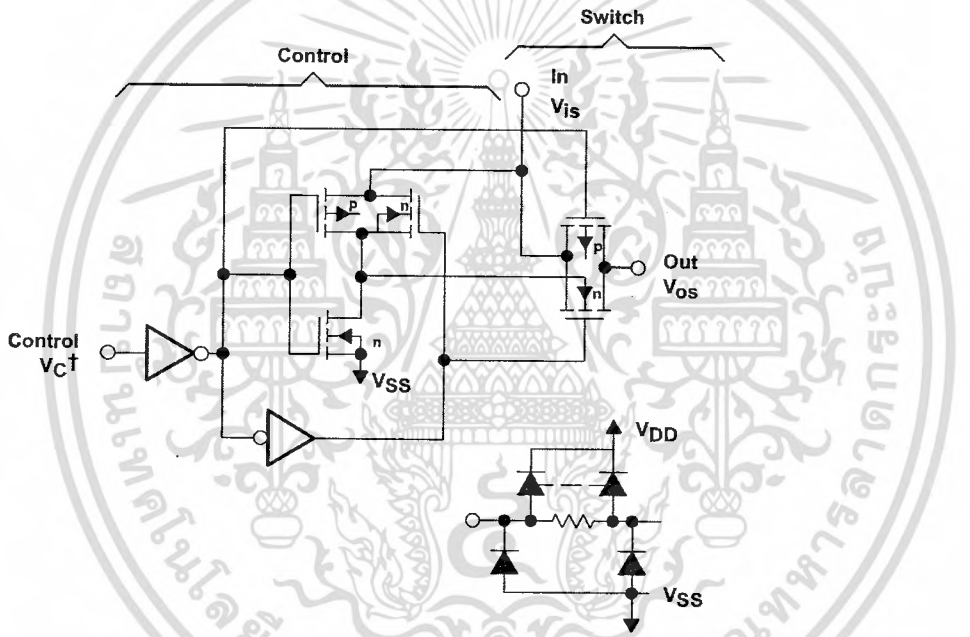
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

description/ordering information (continued)

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
–55°C to 125°C	CDIP – F	Tube of 25	CD4066BF3A	CD4066BF3A
	PDIP – E	Tube of 25	CD4066BE	CD4066BE
	SOIC – M	Tube of 50	CD4066BM	CD4066BM
		Reel of 2500	CD4066BM96	
		Reel of 250	CD4066BMT	
	SOP – NS	Reel of 2000	CD4066BNSR	CD4066B
	TSSOP – PW	Tube of 90	CD4066BPW	CM066B
		Reel of 2000	CD4066BPWR	

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



† All control inputs are protected by the CMOS protection network.

NOTES: A. All p substrates are connected to V_{DD}.
B. Normal operation control-line biasing: switch on (logic 1), $V_C = V_{DD}$; switch off (logic 0), $V_C = V_{SS}$
C. Signal-level range: $V_{SS} \le V_{is} \le V_{DD}$

92CS-29113

Figure 1. Schematic Diagram of One-of-Four Identical Switches and Associated Control Circuitry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

absolute maximum ratings over operating free-air temperature (unless otherwise noted)†

DC supply-voltage range, V_{DD} (voltages referenced to V_{SS} terminal) ..... –0.5 V to 20 V
Input voltage range, V_{is} (all inputs) ..... –0.5 V to V_{DD} + 0.5 V
DC input current, I_{IN} (any one input) ..... ±10 mA
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 1): E package ..... 80°C/W
M package ..... 86°C/W
NS package ..... 76°C/W
PW package ..... 113°C/W
Lead temperature (during soldering):
At distance 1/16 ± 1/32 inch (1,59 ± 0,79 mm) from case for 10 s max ..... 265°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.

NOTE 1: The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

		MIN	MAX	UNIT
V_{DD}	Supply voltage	3	18	V
T_A	Operating free-air temperature	–55	125	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics

PARAMETER		TEST CONDITIONS	V_{IN} (V)	V_{DD} (V)	LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES						UNIT
					–55°C	–40°C	85°C	125°C	25°C TYP	25°C MAX	
I_{DD}	Quiescent device current		0, 5	5	0.25	0.25	7.5	7.5	0.01	0.25	µA
			0, 10	10	0.5	0.5	15	15	0.01	0.5	
			0, 15	15	1	1	30	30	0.01	1	
			0, 20	20	5	5	150	150	0.02	5	
Signal Inputs (V_{is}) and Outputs (V_{os})											
r_{on}	On-state resistance (max)	$V_C = V_{DD}$, R_L = 10 kΩ returned to $\frac{(V_{DD} - V_{SS})}{2}$, $V_{is} = V_{SS}$ to V_{DD}		5	800	850	1200	1300	470	1050	Ω
				10	310	330	500	550	180	400	
				15	200	210	300	320	125	240	
Δr_{on}	On-state resistance difference between any two switches	R_L = 10 kΩ, $V_C = V_{DD}$		5					15		Ω
				10					10		
				15					5		
THD	Total harmonic distortion	$V_C = V_{DD}$ = 5 V, V_{SS} = –5 V, $V_{is(p-p)}$ = 5 V (sine wave centered on 0 V), R_L = 10 kΩ, f_{is} = 1-kHz sine wave							0.4		%
	–3-dB cutoff frequency (switch on)	$V_C = V_{DD}$ = 5 V, V_{SS} = –5 V, $V_{is(p-p)}$ = 5 V (sine wave centered on 0 V), R_L = 1 kΩ							40		MHz
	–50-dB feedthrough frequency (switch off)	$V_C = V_{SS}$ = –5 V, $V_{is(p-p)}$ = 5 V (sine wave centered on 0 V), R_L = 1 kΩ							1		MHz
I_{is}	Input/output leakage current (switch off) (max)	V_C = 0 V, V_{is} = 18 V, V_{os} = 0 V; and V_C = 0 V, V_{is} = 0 V, V_{os} = 18 V		18	±0.1	±0.1	±1	±1	$\pm 10^{-5}$	±0.1	µA
	–50-dB crosstalk frequency	$V_C(A) = V_{DD}$ = 5 V, $V_C(B) = V_{SS}$ = –5 V, $V_{is}(A)$ = 5 V_{p-p}, 50-Ω source, R_L = 1 kΩ							8		MHz
t_{pd}	Propagation delay (signal input to signal output)	R_L = 200 kΩ, $V_C = V_{DD}$, V_{SS} = GND, C_L = 50 pF, V_{is} = 10 V (square wave centered on 5 V), t_r, t_f = 20 ns		5					20	40	ns
				10					10	20	
				15					7	15	
C_{is}	Input capacitance	V_{DD} = 5 V, $V_C = V_{SS}$ = –5 V							8		pF
C_{os}	Output capacitance	V_{DD} = 5 V, $V_C = V_{SS}$ = –5 V							8		pF
C_{ios}	Feedthrough	V_{DD} = 5 V, $V_C = V_{SS}$ = –5 V							0.5		pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics (continued)

CHARACTERISTIC		TEST CONDITIONS	V_{DD} (V)	LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES						UNIT
				–55°C	–40°C	85°C	125°C	25°C TYP	25°C MAX	
Control (V_C)										
V_{ILC}	Control input, low voltage (max)	$\|I_{is}\| < 10\ \mu A$, $V_{is} = V_{SS}$, $V_{OS} = V_{DD}$, and $V_{is} = V_{DD}$, $V_{OS} = V_{SS}$	5	1	1	1	1		1	V
			10	2	2	2	2		2	
			15	2	2	2	2		2	
V_{IHC}	Control input, high voltage	See Figure 6	5	3.5 (MIN)						V
			10	7 (MIN)						
			15	11 (MIN)						
I_{IN}	Input current (max)	$V_{is} \le V_{DD}$, $V_{DD} - V_{SS} = 18$ V, $V_{CC} \le V_{DD} - V_{SS}$	18	±0.1	±0.1	±1	±1	$\pm 10^{-5}$	±0.1	µA
	Crosstalk (control input to signal output)	$V_C = 10$ V (square wave), t_r, $t_f = 20$ ns, $R_L = 10$ kΩ	10					50		mV
	Turn-on and turn-off propagation delay	$V_{IN} = V_{DD}$, t_r, $t_f = 20$ ns, $C_L = 50$ pF, $R_L = 1$ kΩ	5					35	70	ns
			10					20	40	
			15					15	30	
	Maximum control input repetition rate	$V_{is} = V_{DD}$, V_{SS} = GND, $R_L = 1$ kΩ to GND, $C_L = 50$ pF, $V_C = 10$ V (square wave centered on 5 V), t_r, $t_f = 20$ ns, $V_{os} = 1/2\ V_{os}$ at 1 kHz	5					6		MHz
			10					9		
			15					9.5		
C_I	Input capacitance							5	7.5	pF

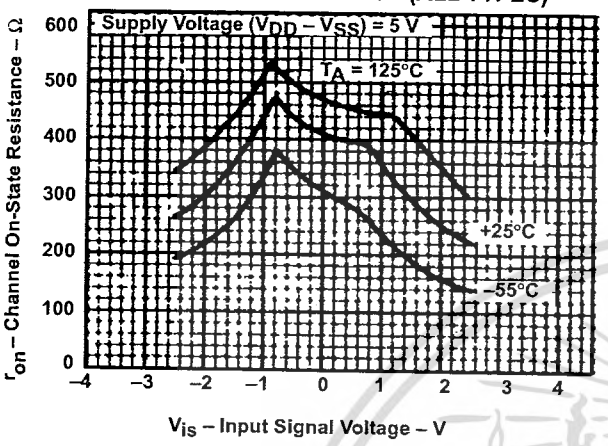
switching characteristics

V_{DD} (V)	SWITCH INPUT						SWITCH OUTPUT, V_{os} (V)	
	V_{is} (V)	I_{is} (mA)						
		–55°C	–40°C	25°C	85°C	125°C	MIN	MAX
5	0	0.64	0.61	0.51	0.42	0.36		0.4
5	5	–0.64	–0.61	–0.51	–0.42	–0.36	4.6	
10	0	1.6	1.5	1.3	1.1	0.9		0.5
10	10	–1.6	–1.5	–1.3	–1.1	–0.9	9.5	
15	0	4.2	4	3.4	2.8	2.4		1.5
15	15	–4.2	–4	–3.4	–2.8	–2.4	13.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

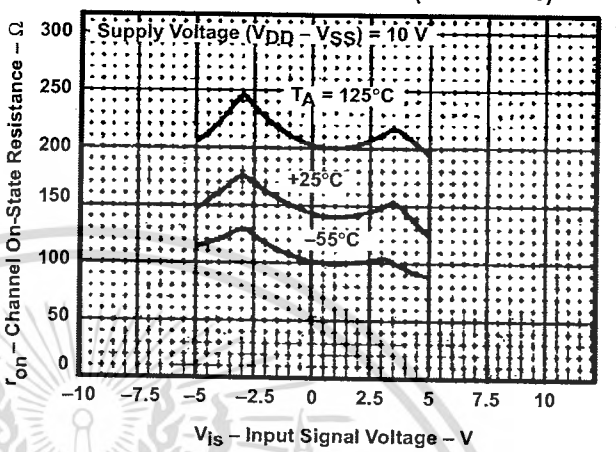
TYPICAL ON-STATE RESISTANCE
vs
INPUT SIGNAL VOLTAGE (ALL TYPES)



92CS-27326RI

Figure 2

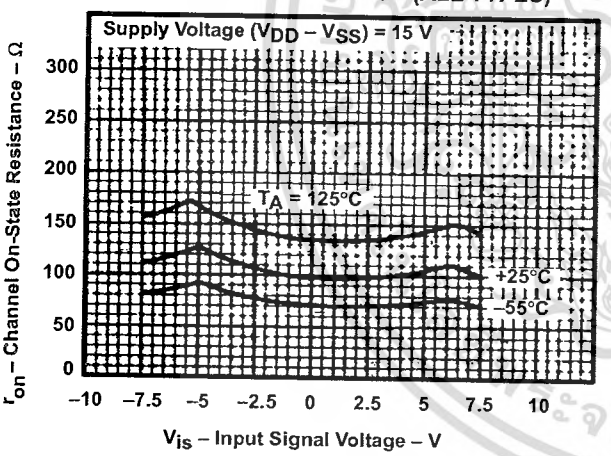
TYPICAL ON-STATE RESISTANCE
vs
INPUT SIGNAL VOLTAGE (ALL TYPES)



92CS-27327RI

Figure 3

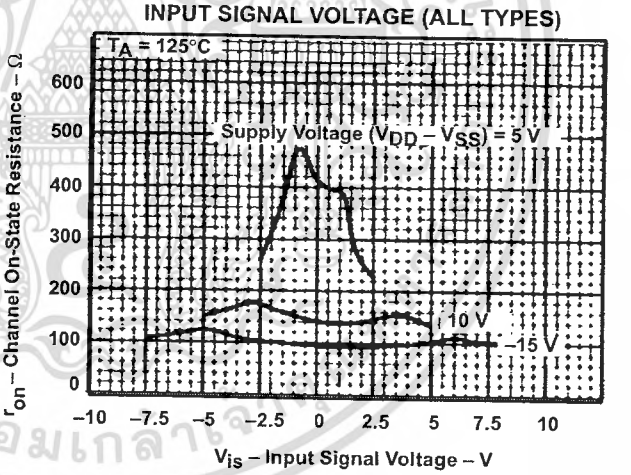
TYPICAL ON-STATE RESISTANCE
vs
INPUT SIGNAL VOLTAGE (ALL TYPES)



92CS-27329RI

Figure 4

TYPICAL ON-STATE RESISTANCE
vs
INPUT SIGNAL VOLTAGE (ALL TYPES)

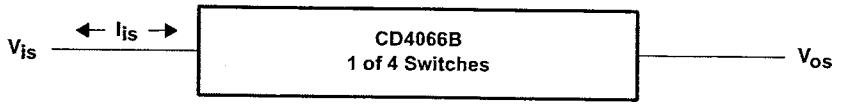


92CS-27330RI

Figure 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

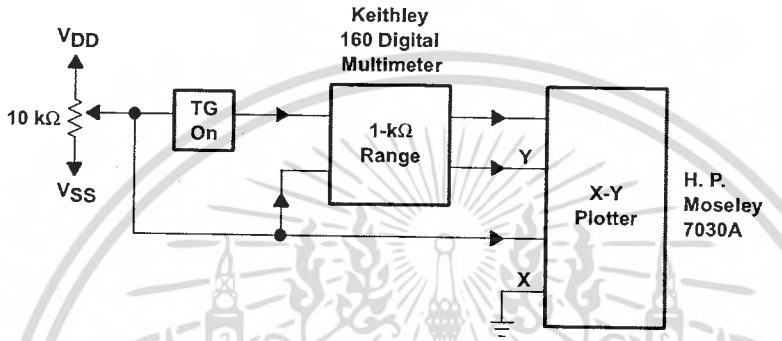
TYPICAL CHARACTERISTICS



$$r_{on} = \frac{|V_{is} - V_{os}|}{|I_{is}|}$$

92CS-30966

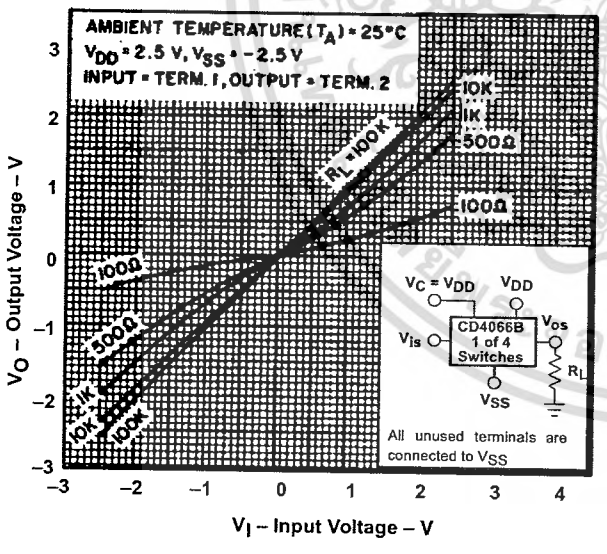
Figure 6. Determination of r_{on} as a Test Condition for Control-Input High-Voltage (V_{IHC}) Specification



92CS-22716

Figure 7. Channel On-State Resistance Measurement Circuit

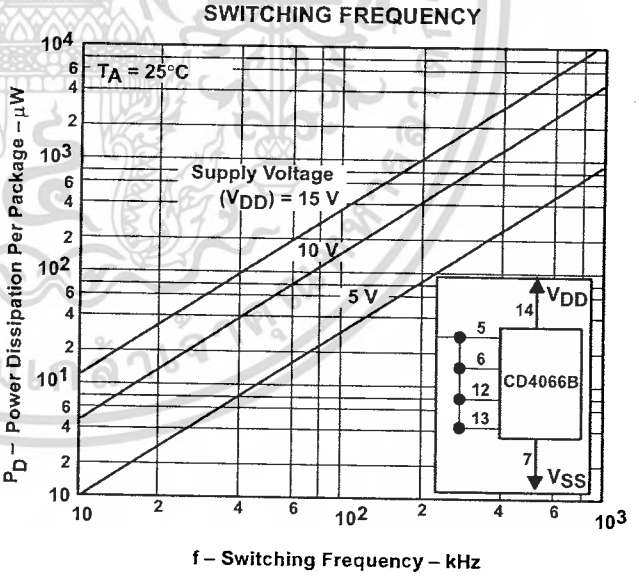
TYPICAL ON CHARACTERISTICS
FOR 1 OF 4 CHANNELS



92CS-30919

Figure 8

POWER DISSIPATION PER PACKAGE
vs
SWITCHING FREQUENCY

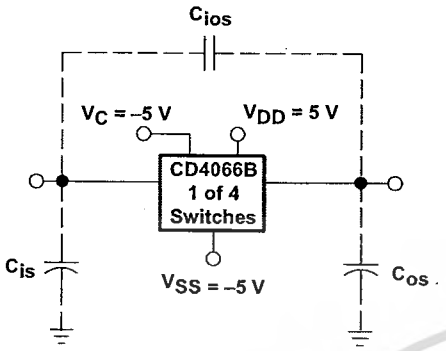


92C-30920

Figure 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

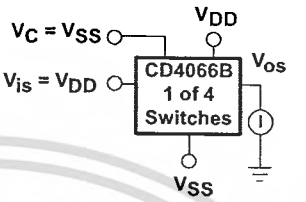
TYPICAL CHARACTERISTICS



92CS-30921

Measured on Boonton capacitance bridge, model 75a (1 MHz); test-fixture capacitance nulled out.

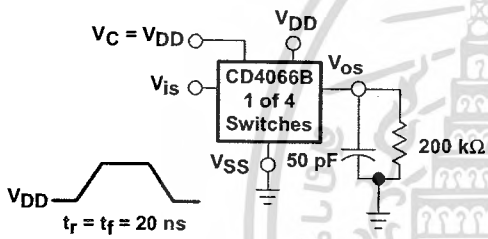
Figure 10. Typical On Characteristics for One of Four Channels



92CS-30922

All unused terminals are connected to V_{SS}.

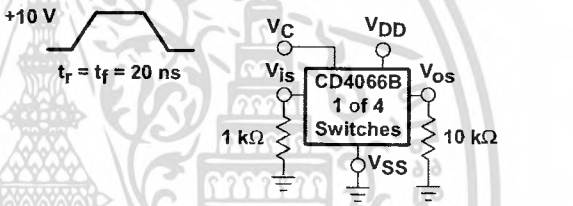
Figure 11. Off-Switch Input or Output Leakage



92CS-30923

All unused terminals are connected to V_{SS}.

Figure 12. Propagation Delay Time Signal Input (V_{is}) to Signal Output (V_{os})



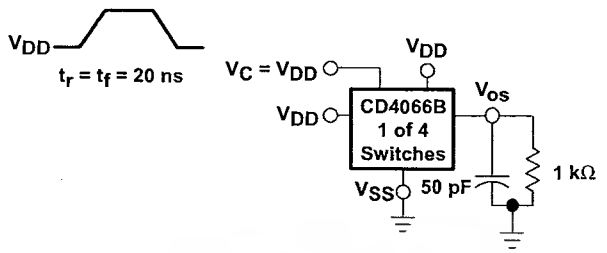
92CS-30924

All unused terminals are connected to V_{SS}.

Figure 13. Crosstalk-Control Input to Signal Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

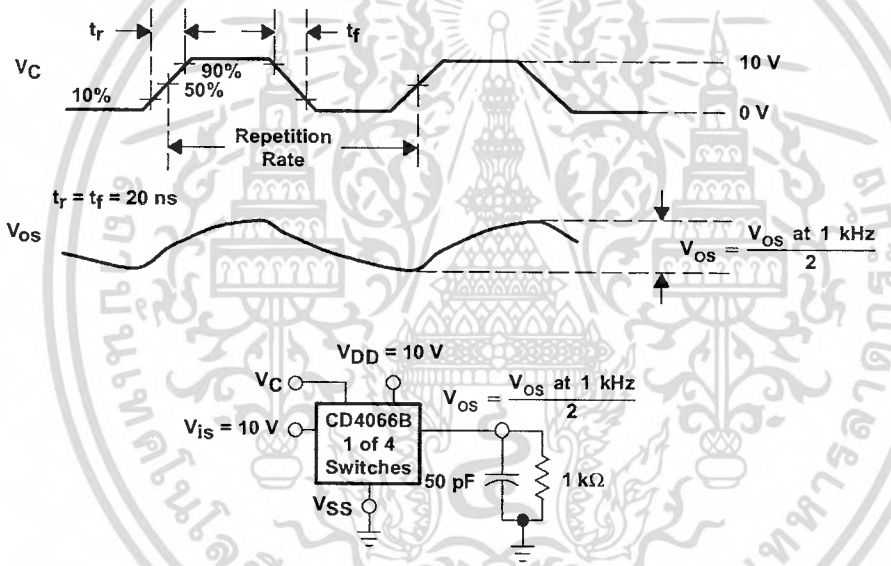
TYPICAL CHARACTERISTICS



NOTES: A. All unused terminals are connected to V_{SS}.
B. Delay is measured at V_{OS} level of +10% from ground (turn-on) or on-state output level (turn-off).

92CS-30925

Figure 14. Propagation Delay, t_{PLH}, t_{PHL} Control-Signal Output



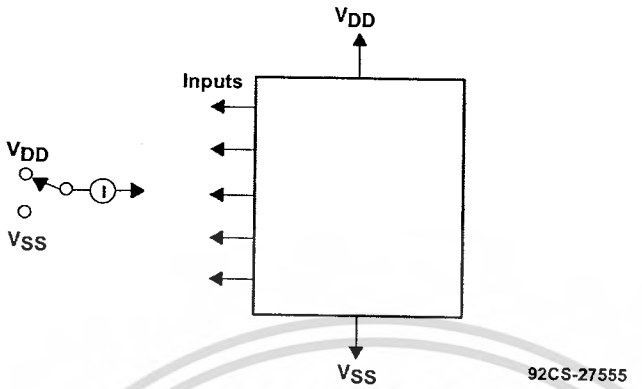
All unused terminals are connected to V_{SS}.

92CS-30925

Figure 15. Maximum Allowable Control-Input Repetition Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS



Measure inputs sequentially to both V_{DD} and V_{SS}. Connect all unused inputs to either V_{DD} or V_{SS}. Measure control inputs only.

Figure 16. Input Leakage-Current Test Circuit

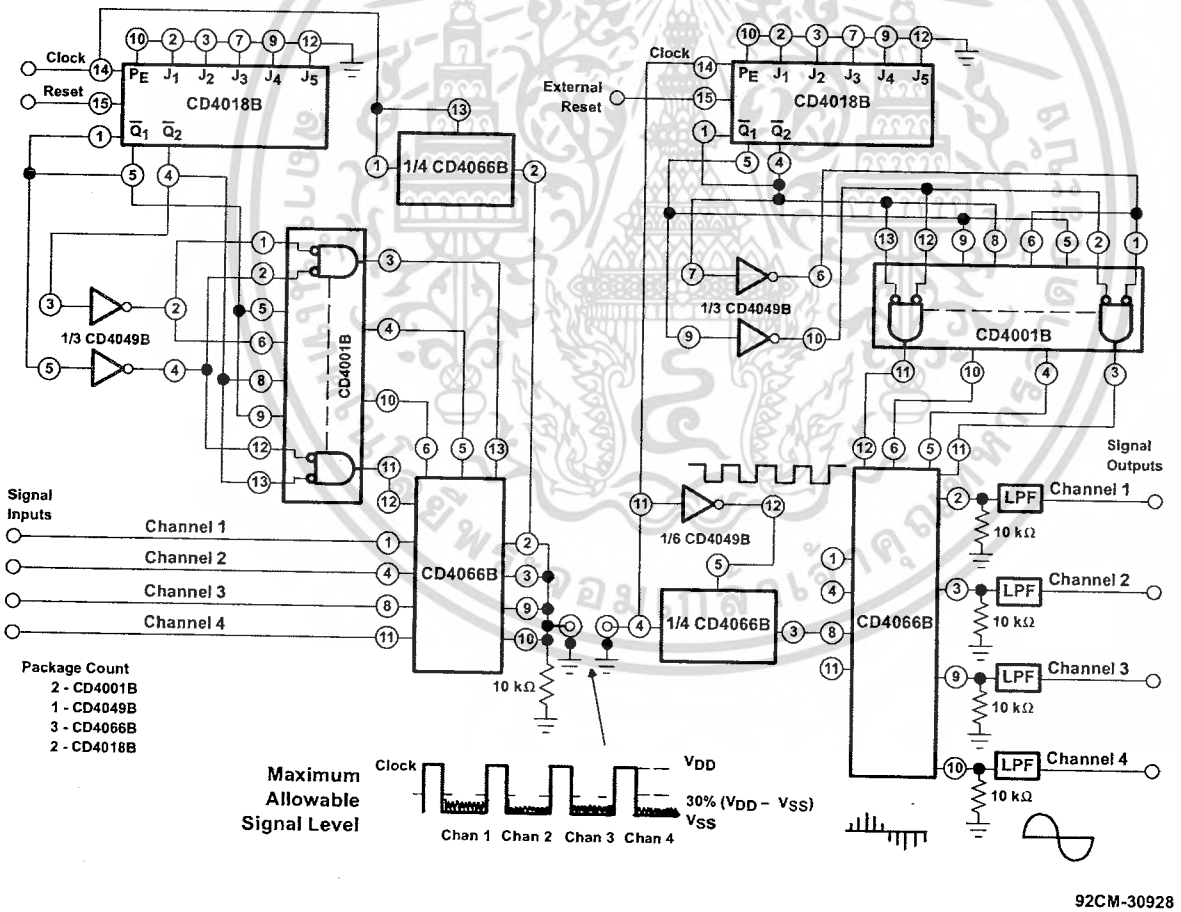
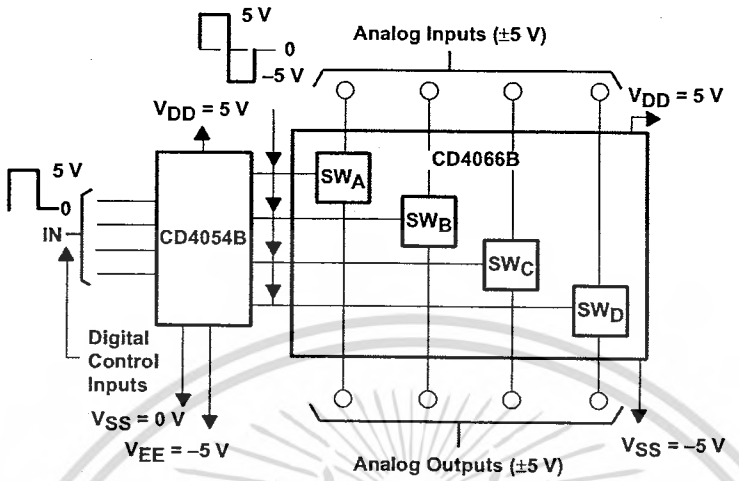


Figure 17. Four-Channel PAM Multiplex System Diagram

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS



92CS-30927

Figure 18. Bidirectional Signal Transmission Via Digital Control Logic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION

In applications that employ separate power sources to drive V_{DD} and the signal inputs, the V_{DD} current capability should exceed V_{DD}/R_L (R_L = effective external load of the four CD4066B bilateral switches). This provision avoids any permanent current flow or clamp action on the V_{DD} supply when power is applied or removed from the CD4066B.

In certain applications, the external load-resistor current can include both V_{DD} and signal-line components. To avoid drawing V_{DD} current when switch current flows into terminals 1, 4, 8, or 11, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.8 V (calculated from r_{on} values shown).

No V_{DD} current will flow through R_L if the switch current flows into terminals 2, 3, 9, or 10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status [1]	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan [2]	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp [3]
CD4066BE	ACTIVE	PDIP	N	14	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
CD4066BF	ACTIVE	CDIP	J	14	1	None	Call TI	Level-NC-NC-NC
CD4066BF3A	ACTIVE	CDIP	J	14	1	None	Call TI	Level-NC-NC-NC
CD4066BM	ACTIVE	SOIC	D	14	50	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
CD4066BM96	ACTIVE	SOIC	D	14	2500	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
CD4066BMT	ACTIVE	SOIC	D	14	250	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
CD4066BNSR	ACTIVE	SO	NS	14	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
CD4066BPW	ACTIVE	TSSOP	PW	14	90	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-1-250C-UNLIM
CD4066BPWR	ACTIVE	TSSOP	PW	14	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-1-250C-UNLIM
JM38510/05852BCA	ACTIVE	CDIP	J	14	1	None	Call TI	Level-NC-NC-NC

[1] The marketing status values are defined as follows:
ACTIVE: Product device recommended for new designs.
LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.
NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.
PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.
OBSOLETE: TI has discontinued the production of the device.

[2] Eco Plan - May not be currently available - please check http://www.ti.com/productcontent for the latest availability information and additional product content details.
None: Not yet available Lead (Pb-Free).
Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.
Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean "Pb-Free" and in addition, uses package materials that do not contain halogens, including bromine (Br) or antimony (Sb) above 0.1% of total product weight.

[3] MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDECindustry standard classifications, and peak solder temperature.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

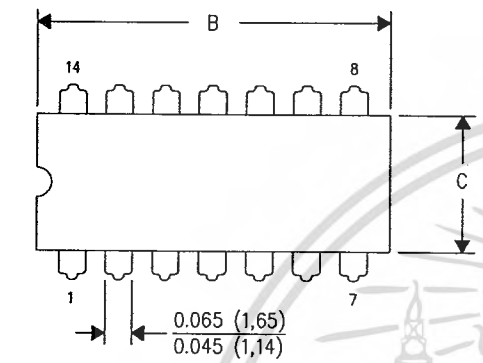
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

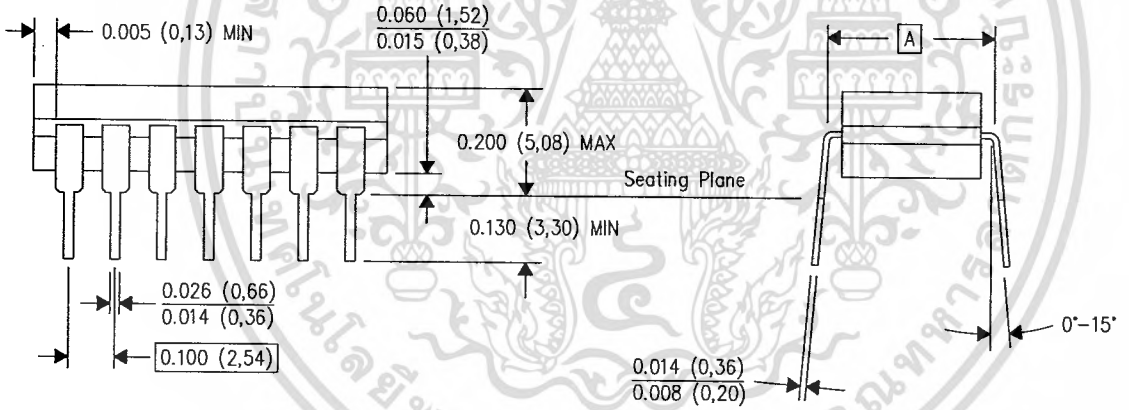
J (R–GDIP–T**)

CERAMIC DUAL IN–LINE PACKAGE

14 LEADS SHOWN



DIM \ PINS **	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)



4040083/F 03/03

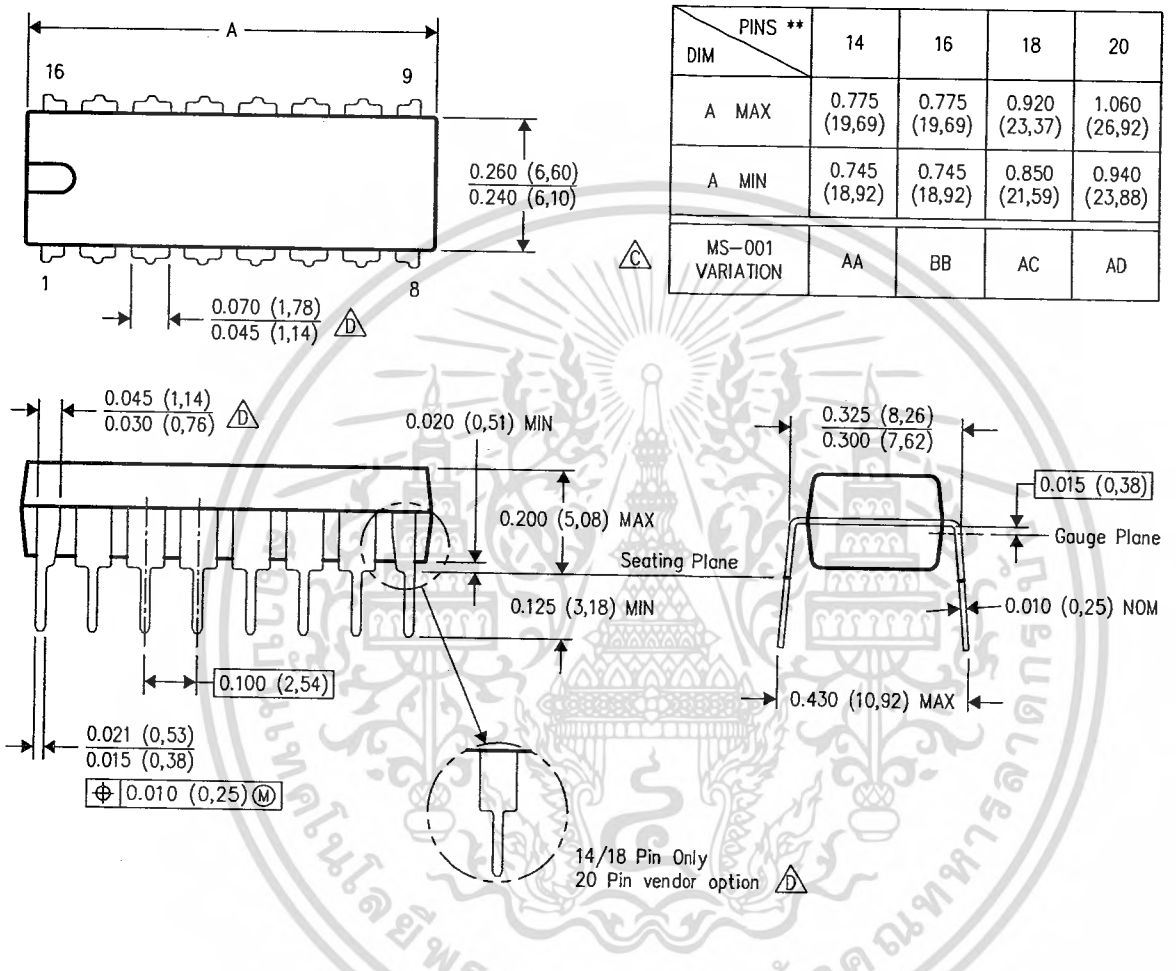
NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
D. Index point is provided on cap for terminal identification only on press ceramic glass frit seal only.
E. Falls within MIL STD 1835 GDIP1–T14, GDIP1–T16, GDIP1–T18 and GDIP1–T20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N (R–PDIP–T**)

16 PINS SHOWN

PLASTIC DUAL–IN–LINE PACKAGE

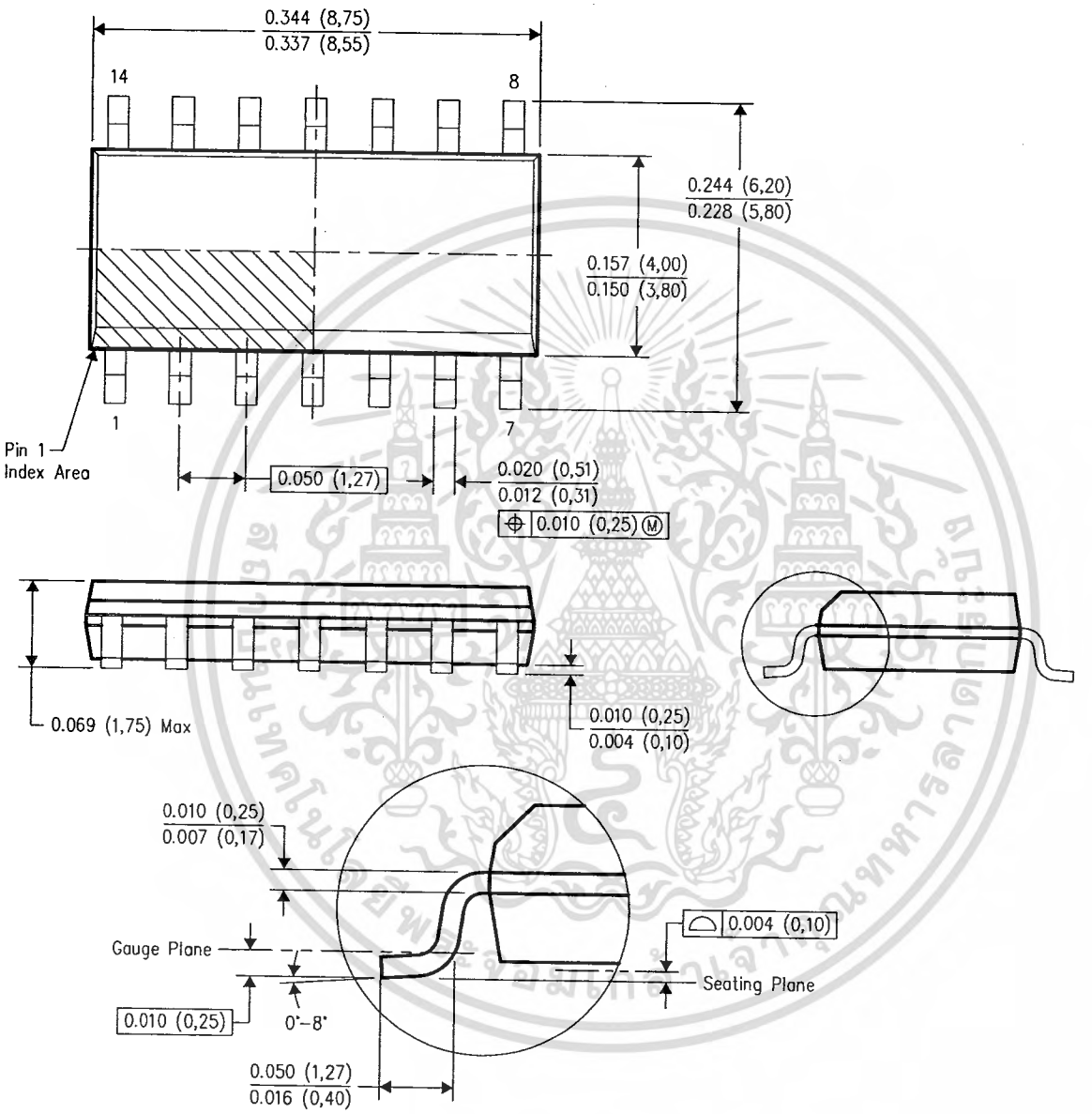


DIM \ PINS **	14	16	18	20
A MAX	0.775 (19,69)	0.775 (19,69)	0.920 (23,37)	1.060 (26,92)
A MIN	0.745 (18,92)	0.745 (18,92)	0.850 (21,59)	0.940 (23,88)
MS–001 VARIATION (C)	AA	BB	AC	AD

NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Falls within JEDEC MS–001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
D. The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D (R–PDSO–G14) PLASTIC SMALL–OUTLINE PACKAGE



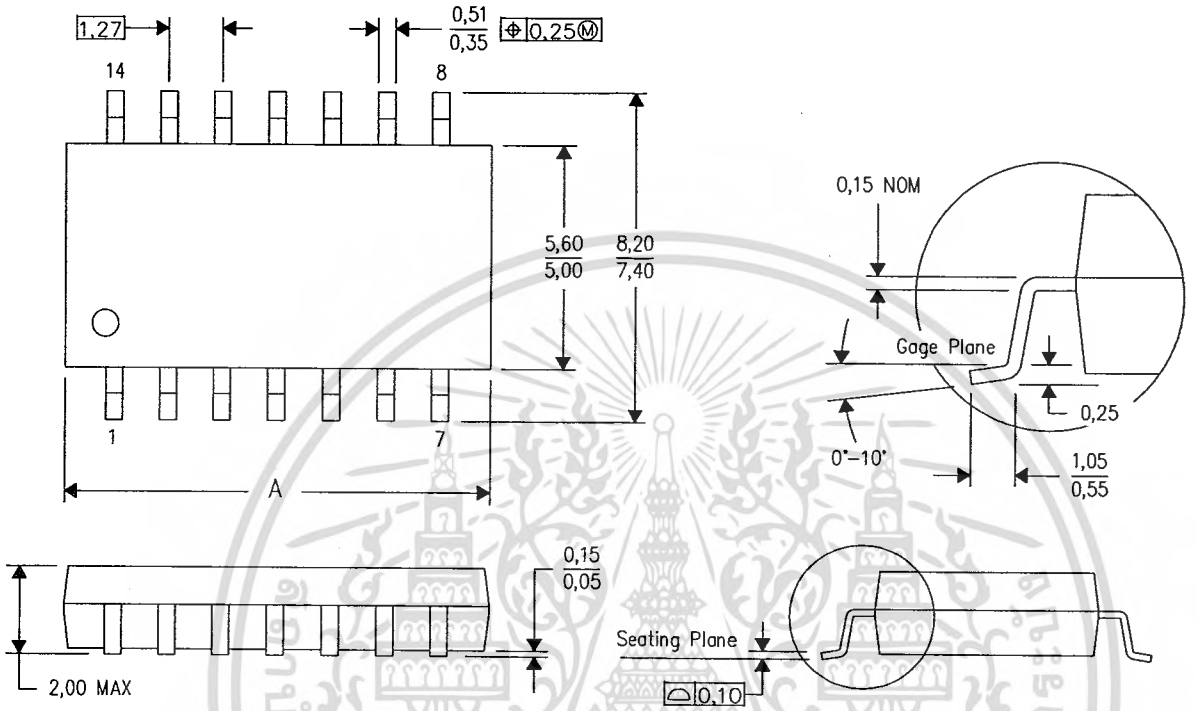
NOTES:
A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
D. Falls within JEDEC MS–012 variation AB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MECHANICAL DATA

NS (R-PDSO-G)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE**

14-PINS SHOWN



DIM \ PINS **	14	16	20	24
A MAX	10,50	10,50	12,90	15,30
A MIN	9,90	9,90	12,30	14,70

4040062/C 03/03

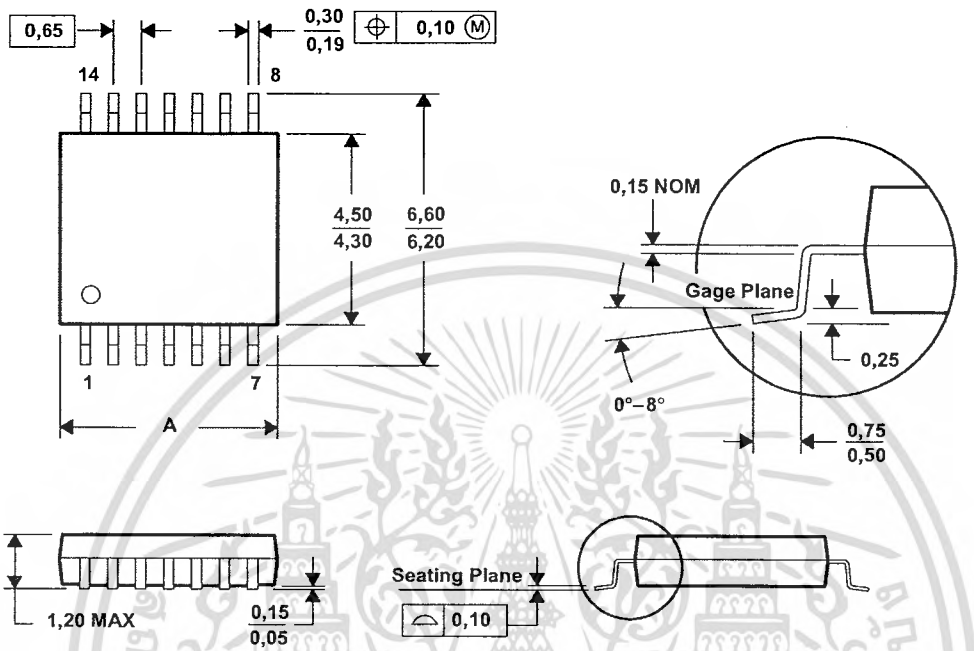
NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0,15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MTSS001C – JANUARY 1995 – REVISED FEBRUARY 1999

PW (R-PDSO-G)** **PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE**

14 PINS SHOWN



DIM \ PINS **	8	14	16	20	24	28
A MAX	3,10	5,10	5,10	6,60	7,90	9,80
A MIN	2,90	4,90	4,90	6,40	7,70	9,60

4040064/F 01/97

NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0,15.
D. Falls within JEDEC MO-153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

Copyright © 2005, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UA741

GENERAL PURPOSE SINGLE OPERATIONAL AMPLIFIER

- LARGE INPUT VOLTAGE RANGE
- NO LATCH-UP
- HIGH GAIN
- SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- NO FREQUENCY COMPENSATION
- REQUIRED
- SAME PIN CONFIGURATION AS THE UA709

N
DIP8
(Plastic Package)

D
SO8
(Plastic Micropackage)

DESCRIPTION

The UA741 is a high performance monolithic operational amplifier constructed on a single silicon chip. It is intented for a wide range of analog applications.

- Summing amplifier
- Voltage follower
- Integrator
- Active filter
- Function generator

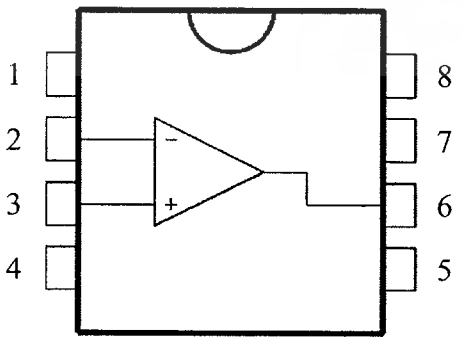
The high gain and wide range of operating voltages provide superior performances in integrator, summing amplifier and general feedback applications. The internal compensation network (6dB/ octave) insures stability in closed loop circuits.

ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
UA741C	0°C, +70°C	•	•
UA741I	-40°C, +105°C	•	•
UA741M	-55°C, +125°C	•	•
Example : UA741CN			

N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)

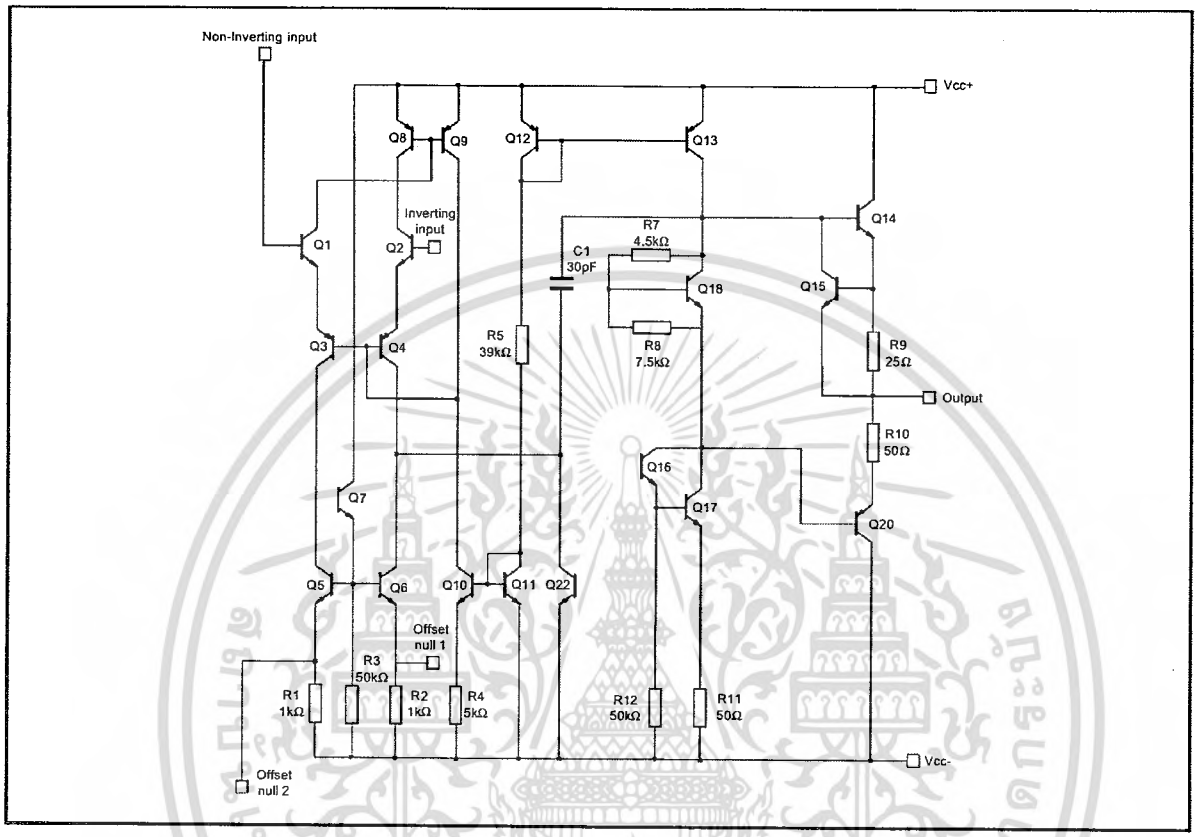
PIN CONNECTIONS (top view)



1 - Offset null 1
2 - Inverting input
3 - Non-inverting input
4 - V_{CC}^-
5 - Offset null 2
6 - Output
7 - V_{CC}^+
8 - N.C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	UA741M	UA741I	UA741C	Unit
V_{CC}	Supply voltage	±22			V
V_{id}	Differential Input Voltage	±30			V
V_i	Input Voltage	±15			V
P_{tot}	Power Dissipation [1]	500			mW
	Output Short-circuit Duration	Infinite			
T_{oper}	Operating Free-air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150			°C

1. Power dissipation must be considered to ensure maximum junction temperature (Tj) is not exceeded.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

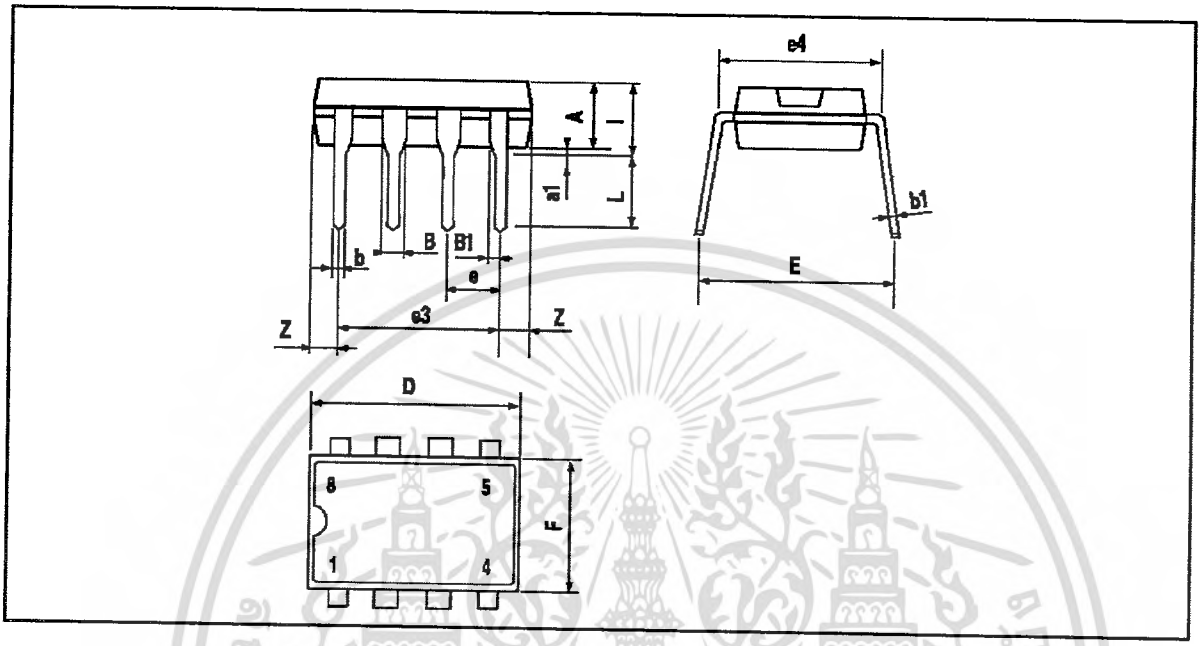
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = ±15V, T_{amb} = +25°C (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{io}	Input Offset Voltage ($R_s \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		1	5 6	mV
I_{io}	Input Offset Current T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		2	30 70	nA
I_{ib}	Input Bias Current T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		10	100 200	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain (V_o = ±10V, R_L = 2kΩ) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	50 25	200		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_s \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	77 77	90		dB
I_{CC}	Supply Current, no load T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		1.7	2.8 3.3	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	±12 ±12			V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_S \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	70 70	90		dB
I_{OS}	Output short Circuit Current	10	25	40	mA
$\pm V_{opp}$	Output Voltage Swing T_{amb} = +25°C R_L = 10kΩ R_L = 2kΩ $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ R_L = 10kΩ R_L = 2kΩ	12 10 12 10	14 13		V
SR	Slew Rate V_i = ±10V, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity Gain	0.25	0.5		V/µs
t_r	Rise Time V_i = ±20mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity Gain		0.3		µs
K_{ov}	Overshoot V_i = 20mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity Gain		5		%
R_i	Input Resistance	0.3	2		MΩ
GBP	Gain Bandwith Product V_i = 10mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, f =100kHz	0.7	1		MHz
THD	Total Harmonic Distortion f = 1kHz, A_v = 20dB, R_L = 2kΩ, V_o = $2V_{pp}$, C_L = 100pF, T_{amb} = +25°C		0.06		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage f = 1kHz, R_s = 100Ω		23		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
Øm	Phase Margin		50		Degrees

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

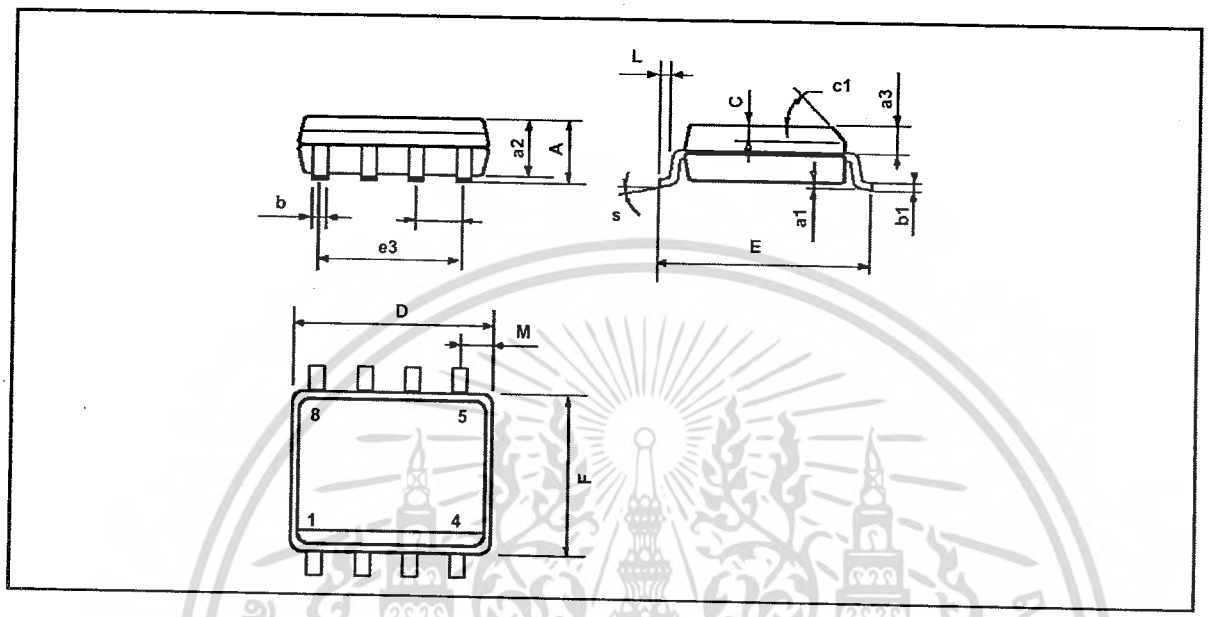
PACKAGE MECHANICAL DATA
8 PINS - PLASTIC DIP



Dim.	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A		3.32			0.131	
a1	0.51			0.020		
B	1.15		1.65	0.045		0.065
b	0.356		0.55	0.014		0.022
b1	0.204		0.304	0.008		0.012
D			10.92			0.430
E	7.95		9.75	0.313		0.384
e		2.54			0.100	
e3		7.62			0.300	
e4		7.62			0.300	
F			6.6			0260
i			5.08			0.200
L	3.18		3.81	0.125		0.150
Z			1.52			0.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA
8 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)



Dim.	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.010
a2			1.65			0.065
a3	0.65		0.85	0.026		0.033
b	0.35		0.48	0.014		0.019
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C	0.25		0.5	0.010		0.020
c1	45° (typ.)					
D	4.8		5.0	0.189		0.197
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		3.81			0.150	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.6			0.024
S	8° (max.)					

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2001 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved
STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia
Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States
© http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้