ปีการศึกษา ๒๕๓๕

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมระบบปรับมาตรฐานเครื่องมือวัดไมรโครเวฟเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น HP436A

Microcontroller for control calibration System of Microwave Power Meter Model 436A

โดย

นายกิตติศักดิ์ นักคิ้ม 34161201

นายปิยะ สีตะระโส 34161218

นายทวีศักดิ์ นาระถี 34162206

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร

Advisor

Wittaya Thipsuvanporn

ปริญญานิพนธ์ สำหรับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032680

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา : เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

: เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง....

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมระบบปรับมาตรฐานเครื่องมือวัดไมรโครเวฟเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น HP436A

Microcontroller for control calibration System of Microwave Power Meter Model 436A

ผู้จัดทำ

1. นายกิตติศักดิ์ นักคิ้ม 34161201
2. นายปิยะ สีตะระโส 34161218
3. นายทวีศักดิ์ นาระถี 34162206

.....

(อ.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032680

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมระบบปรับมาตรฐานเครื่องมือวัด ไมรโครเวฟเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น HP436A

นายกิตติศักดิ์ นักคิ้ม 34161201
นายปิยะ สีตะระโส 34161218
นายทวีศักดิ์ นาระถี 34162206
อ.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงงาน 2 ซึ่งเป็นวิชาภาคปฏิบัติของนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง

จากการพัฒนาของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ จนมาเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์มีความก้าวหน้าสูง สามารถพัฒนางานทาง ดิจิตอล ได้กว้างขวางมีความแม่นยำ รวดเร็ว ใช้งานได้ง่ายและเริ่มที่จะมีราคาถูกลงทุกที ซึ่งปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้งานอำนวยความ-สะดวกได้หลายด้าน ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้สูงมาก

แนวความคิดในการพัฒนางานทางด้านเครื่องมือวัด ให้ประยุกต์ใช้งานได้กับ ไม-โครคอนโทรลเลอร์ เกิดมาจากการปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดทุกชนิด ของบ้านเรา ในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ Manual Operation และ Automatic Operation ซึ่งแบบหลังมีแนวโน้มจะใช้กันมากในอนาคต การกระทำก็ง่ายมากเพียงมีการ Interface ร่วมกับ Persional Computer ตามมาตรฐานของ IEEE488 สามารถเขียนแผนงาน (Program) ควบคุมการปรับเทียบ และศึกษาระบบ ตลอดจนการตรวจซ่อมได้จากจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง Microwave Power Meter Model HP436A เป็นอุปกรณ์ใช้วัดค่าพลังงานความถี่ย่าน Microwave (1 GHz) ขึ้นไป สามารถใช้ต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ แต่การสั่งเข้าอุปกรณ์ใช้งาน มีขั้นตอนมากทำได้ยากและมีราคาแพงมาก อีกทั้งต้องมีการส่งเจ้าหน้าที่ไปฝึกการใช้ โปรแกรมเฉพาะแบบ หลักการทำงานของมันคือ แปลงพลังงานไมโครเวฟเป็นสัญญาณ ดิจิตอล แสดงผลด้วย LED Segment ซึ่ง Front panel control switch สามารถควบคุมได้ด้วย Interface card เฉพาะแบบที่มีราคาแพงดังกล่าว ทางกลุ่มจึงมีความคิดจะพัฒนา ระบบการซ่อมบำรุงดังกล่าวให้เป็นแบบ อัตโนมัติ โดยสร้างการ์ดเลียนแบบใส่ระบบควบคุมการทำงานร่วมกับ Calibrattion Equipment คือ Rang Calibrator Model 11683A ซึ่งเป็นอุปกรณ์ปรับเทียบเครื่องวัดดังกล่าว โดยตรง สามารถสั่งงานและแสดงผลที่ Display ความละเอียดสูง (16*4 digit ถึง 5*7 dot matrix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microcontroller for Control Calibration System of Microwave Power Meter Model 436A

Kittisak Nugkim 34161201

Piya Sritaraso 34161218

Taweesak Narathee 34162206

Vittaya Tipsuvanporn Advisor

1992

ABSTRACT

This thesis is a part of project II ,subject of all engineer student at KMIL.Main idea of the project is to develop the manual calibration system of microwave power meter model 436A (HEWLET PACKARD) to be automatic calibration system.

Model 436A is a microwave power meter that can be measure microwave power (frequency more than 1GHz) and convert in to value of dBm or milliwat (or microwave) by LED 7 segment display. All microwave measurment technician know that model 436A can be interface with IEEE488 computer system.For using in automatic test equipment mode,but it's the terible and high price method.

This crouse us to develop this system with micro controller system.By the advantage of interface slot,that can be control all front panel switch by digital signal.We take that controller system subtitute the interface card and joint it with the calibration equipment (Model 11683A; rang calibrater).From manual switch to relay control switch and place all procedure into LCD display 5*7 dot matrix and 4*16 digit for high resolution display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ที่มาและแรงดลใจในการทำงานชุดนี้

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้งานในการควบคุม คำนวณ ตรวจจับ ประเมินผล ในรูปของเครื่องอำนวยความสะดวก หลาย ๆ รูปแบบ ทำให้มีการพัฒนา ประยุกต์ใช้เข้ากับสังคมของเราอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นทุกวัน ในทุกวงการ เช่น การแพทย์ การศึกษา การทหาร หรือแม้แต่ทางศาสนาก็มีใช้

จากประสบการณ์ในงานด้านการซ่อม ปรับเทียบมาตรฐานให้กับเครื่องวัด 4 ปีที่ผ่านมาในกองทัพอากาศ ได้พบว่าเราได้ซื้อเทคโนโลยีด้านการวัดมาจากอเมริกา มาเป็นเวลานานทำให้มีสายงานหลาย ๆ ด้านสะสมอยู่ การจากไปของเทคโนโลยีเก่า ๆ ที่ล้าสมัย เครื่องมือวัด ไมโครเวฟเพาเวอร์มิเตอร์ MODEL 436 A เป็นวิทยาการด้านหนึ่งของการวัด ที่ได้แปลงความถี่ย่าน UHF มาเป็นพลังงานแล้วแปลงค่าให้คนสามารถอ่านได้เป็นแบบ DIGITAL เพิ่มความสะดวกให้ช่างเครื่องวัด แต่เครื่องมือเครื่องใช้ในการวัด ถูกกำหนดให้มีอายุการใช้งาน (DUE) ตาม TECHNICAL ORDER แล้วประมาณ 6 เดือน เมื่อครบกำหนดตาม DATE DUE แล้วผู้ใช้จะต้องส่งเข้าปรับเทียบมาตรฐานจากหน่วยงานที่ได้รับรองมาตรฐานจาก AGMC (Aero space Guidauce Metrolagy Center) ของกองทัพอากาศไทย หน่วยงานที่รับผิดชอบคือ PMEL (Precision Measurment Equipment Laboratory)

การปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือชิ้นนี้จะใช้เครื่อง Range Calibrator ที่เป็น Standard เพียงตัวเดียวเท่านั้น แต่มีขั้นตอนมากมาย ดังผนวก ข.ทางกลุ่มเห็นว่าเป็นขั้นตอนที่สามารถประยุกต์ใช้วิทยาการทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ได้ศึกษามาประยุกต์เข้ากับการปรับเทียบ เครื่องมือวัดชนิดนี้ ได้ลองมาดูเทคโนโลยีด้าน ATE (Automatic Test Equipment) ที่ได้ทำมาแล้ว เขาได้ทำ Slot สำรองในตัวเครื่องมือวัดสำหรับการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การจะใช้ระบบ ATE ได้จะต้องซื้อ Board เฉพาะแบบมาจากบริษัทถึง 2 Board (ผนวก ข) และต้องซื้อ ซอฟท์แวร์มาศึกษา อีกทั้งจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี IEEE488 Card ค่าใช้จ่ายรวม ๆ แล้วประมาณ 14,000 บาท (ไม่รวมราคาคอมพิวเตอร์) ทำให้ไม่คุ้มค่า ทางกลุ่มจึงมีความคิดจะประยุกต์ใช้ Microcontroller มาควบคุมการปรับเทียบฯ ดังกล่าวโดยเน้นข้อดีหลาย ๆ ด้านคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต้องประหยัด
- ต้องมีประสิทธิภาพ
- ช่างสามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็วโดยใช้คู่มือน้อยที่สุด
- ใช้กับเครื่อง Model เดียวกันได้ทุกเครื่อง

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ทางกลุ่มแบ่งงานออกเป็น 2 ภาคการศึกษา ดังนี้

ภาคการศึกษาที่ 1

- ออกแบบ Hadrware
- จัดหาอุปกรณ์
- ประกอบวงจรโดยใช้ Wire Wrap และลงกล่อง
- ทดลองวงจรโดยใช้ Test Softwareให้มันติดต่อภายในระหว่างแป้นพิมพ์ (Keyboard), Display และ CPU ได้

ภาคการศึกษาที่ 2

- พัฒนา Hardware ให้สะดวกกับเครื่องมือวัด และติดต่อเครื่องวัดได้
- พัฒนา Software ให้มีประสิทธิภาพตาม Calibration Procedure
- ทดสอบใช้งานและทำมาตรฐาน สำหรับเครื่องมือชิ้นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	หน้าที่
บทที่ 1 Controller Module (XA6-D)	1-1
1.1 หลักการพื้นฐาน	1-1
1.2 การทำงานวงจร	1-2
1.3 Address Configuration	1-3
1.4 I/O Unit	1-3
1.5 การทดลอง	1-6
1.6 ปัญหาที่พบจากการทำงาน	1-7
1.7 ทฤษฎีการทำงานของเครื่องมือวัด	1-11
บทที่ 2 Display Module	2-1
2.1 ส่วนประกอบภายใน	2-1
2.2 บล็อกไดอะแกรมของ LCD	2-2
2.3 การต่อพอร์ต ใช้งาน	2-4
2.4 การ Initial LCD	2-5
2.5 คำสั่งควบคุม LCD	2-6
2.6 การทดลอง	2-14
2.7 ปัญหาที่พบในการทดลอง	2-16
2.8 การต่อ LCD กับโครงงาน	2-17
บทที่ 3 Divider Module	3-1
3.1 11683A Range Calibrator	3-1
3.2 ชุดจำลอง Range Calibrator ของโครงงาน	3-3
3.3 การทดลอง	3-3
3.4 ปัญหาที่พบจากการทดลอง	3-7
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

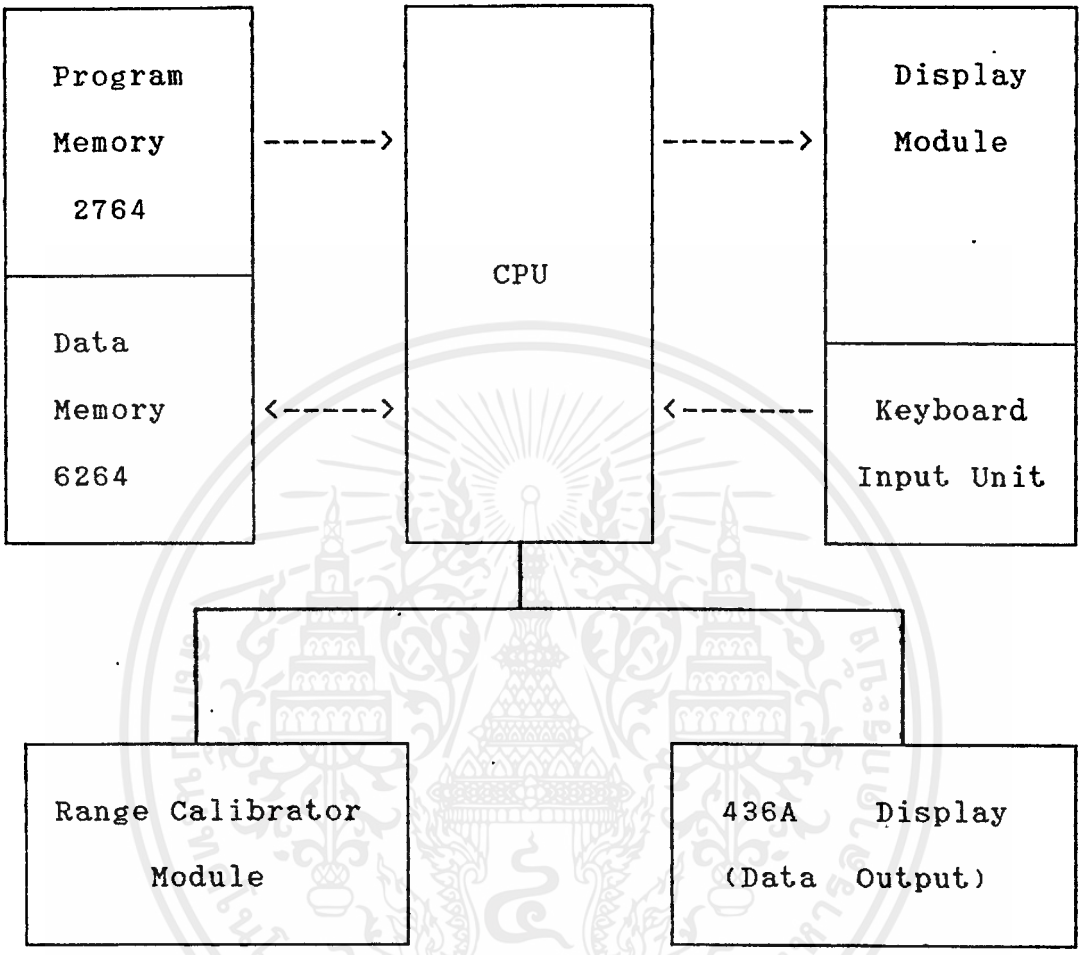
- ผนวก ก. วิธีการปรับเทียบมาตรฐานแบบ Manual(Performance test)
- ผนวก ข. คู่มือการใช้งาน LCD Display
- ผนวก ค. โปรแกรมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

Controller Module (XA6-D)

1. หลักการพื้นฐาน



รูปที่ 1.1

หลักการคร่าว ๆ ให้ CPU ทำการอ่านค่าจากคำสั่งจาก Input Unit ที่ติดอยู่กับ Display Unit แล้วแสดงผลขั้นตอนการทำงานให้ช่างได้รับรู้ทางจอภาพ ว่าจะให้เริ่มทำงานหรือไม่ จะทำครั้งเดียวจนเสร็จกระบวนการ หรือจะทำเป็นขั้น ๆ ไปจนเป็นที่น่าพอใจเมื่อเริ่มขั้นตอนการ Calibrate CPU จะสั่งให้ Rang Calibrator ทำงานผ่านทาง Port output ให้กำเนิด Reference Voltage เพื่อการอ่านของเครื่องวัด แล้วรอจนกระทั่งเครื่องมือวัดอ่านค่าได้สมบูรณ์แล้วจึงนำค่านั้นไปประมวลผลว่าถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่ แล้วทำเช่นนี้ทุก ๆ ย่านการวัด จนกระทั่งจบขั้นตอนการ Calibrate

อนึ่งเมื่อพบจุดที่เกิดค่าผิดพลาดในการวัดจะต้องมีการปรับแต่ง ให้เครื่องมืออ่านค่าที่ถูกต้อง ดังนั้นเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับช่าง จึงจำเป็นต้องมีโปรแกรม สำหรับบอกให้ช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบว่ามีการผิดพลาดที่ขั้นตอนนี้ จะต้องไปทำการปรับแต่งที่อุปกรณ์ตัวใด หรือต้องทำการเปลี่ยนอะไหล่ตัวใดทั้งนี้จุดยากของโครงงานชิ้นนี้ คือการเขียน Software ให้ CPU สามารถวิเคราะห์อาการเสีย จนกระทั่งไปบอกให้ช่างทำการซ่อมอย่างถูกต้อง ซึ่งต้องอ้างอิงกับ Technicall Order (TO) และ Technical manual (TM) ดังผนวก ข. ได้ตลอดเวลาซึ่งการพัฒนาถึงจุดนี้ เป็นแผนที่ได้วางไว้ใน ภาคการศึกษาที่ 2

2. การทำงานวงจร

ตัว CPU จะไม่ใช้ INT0-INT1, T0-T1, RXD, TXD คือให้มันทำงานแบบพื้น ๆ ในการควบคุมทั่ว ๆ ไปขา EA ต่อ GND เพื่อให้อ่านค่าจากหน่วยความจำภายนอกตลอดที่พอร์ต P1 ต่อ Buffer Outputไว้เพื่อทดสอบฮาร์ดแวร์ว่าสามารถสั่งคำสั่ง Outง่าย ๆ ได้หรือไม่โดยมี LED ไว้ทดสอบ

Port0 ใช้เป็นพอร์ตข้อมูล (Data port) โดยมีบัฟเฟอร์ชนิด Bidirectional (74LS245) U5 เป็นตัวป้องกันการ Loading อีกทั้ง Port 0 นี้เสมือนเป็น Multiplexing data/address ดังภาพ

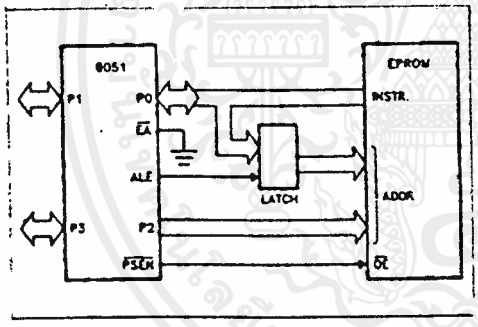


Figure 5. Executing from External Program Memory

รูปที่ 1.2

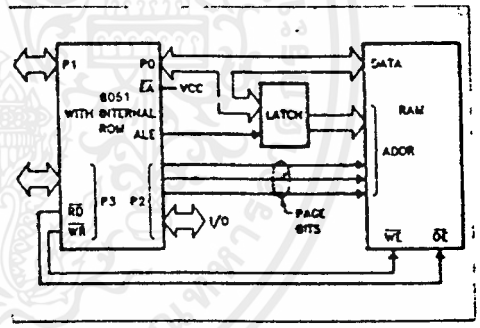


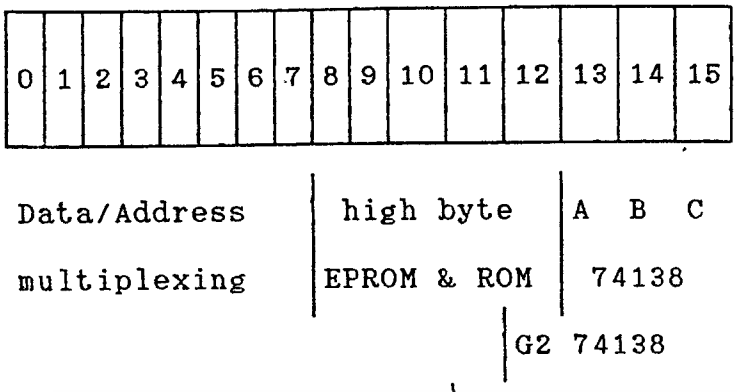
Figure 6. Accessing External Data Memory. If the Program Memory is Internal, the other Bits of P2 are Available as I/O

รูปที่ 1.3

หน่วยความจำใช้ PGM Memory เบอร์ 2764 (ขนาด 8K) ทำให้ใช้แอดเดรสถึง 13 เส้นอีก 3 เส้นที่เหลือจึงมาทำเป็น Decoder เพื่อป้อนใช้งานที่ U4, U7, U8ในการเลือกชื่อของพอร์ต การถอดรหัสชื่อพอร์ตใช้ A13, A14, A15 เป็นหลัก Address Mapping เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Address Configuration



รูปที่ 1.4

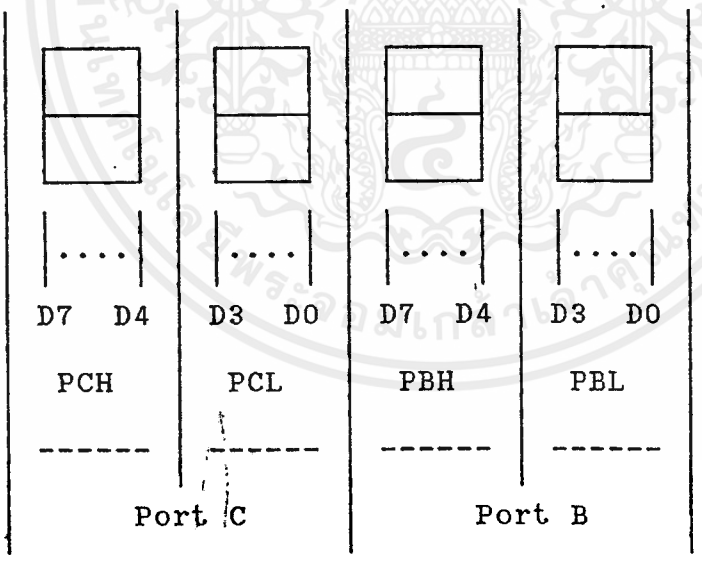
จากรูปจะสรุปแอดเดรสต่าง ๆ ของหน่วยความจำดังนี้

U3 --> 0000-1FFF --> Program monitor 8Kbyte

U4 --> 0000-1FFF --> Data memory 4Kbyte

4. <u>ส่วนของ I/O UNIT มี 2 PPI คือ</u>

- PPI-1;2001-2002 ใช้เป็นตัวอ่านค่าของ Display ที่ Laching มาจาก 7 Segment ของตัวเครื่อง มี 4 Digit มองจากหน้าเครื่องจะเป็นดังนี้



รูป 1.5

- ส่วน Port A ของ PPI-1จะใช้เป็นตัว Output Port คือใช้ PA-L(D0-D3) ไปควบคุมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PA0 -> Sensor Auto-zero

PA1 -> Rang hold

PA2 -> dB Refference

PA3 -> Use in watt mode

ทั้งนี้โดยให้ Bit ใดเป็น 1 จะทำงานตามเงื่อนไขเสมือนกับกดสวิตช์ จาก Front pannel กระแสจากเอาท์พุตของไอซีตัวนี้จะผ่าน Driveไปควบคุมที่ Interface slot ทำงานแทน Front pannel switch ได้

กล่าวโดยสรุปจะได้ดังนี้

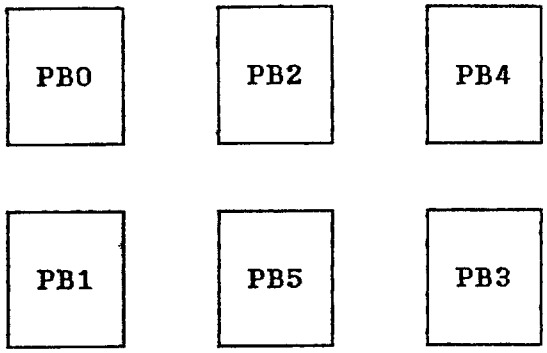
2000 (O/P)	Front pannel control (Port A)	PA0 -> Zero PA1 -> RH PA2 -> dBref PA3 -> watt
2000-2002 (I/P)	Display latching value (PB-PC)	PBL -> Digit0 PBH -> Digit1 PCL -> Digit2 PCH -> Digit3
2003	Control Port	PA -> Output port low PB-PC -> Input port

- PPI-2 เป็นข้อมูลเสริมของจุด Display Module ด้วย 4000-4003

4000 (Port A/PPI-2) เป็นเอาท์พุตพอร์ตโดยที่ดาต้าของพอร์ตนี้จะเป็นข้อมูลให้กับ D0-D7 ของ LCD Module โดยจะต่อโดยตรง

4001 (PortB /PPI-2) จะใช้เพียง 6 bit ด้าน low เท่านั้น ทำให้เป็น Intput port ของคีย์บอร์ดโดยมีแผนที่ของ key กับ เลข bit ของแต่ละ Digit ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4002 (Port C/PPI-2) เป็นเอาท์พุตพอร์ตแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วน LOW (PC0-PC2) ใช้ควบคุม LCD Module ซึ่งจะใช้ 3 bit ดังนี้

  PC0 -> ควบคุมขา R/W(LCD5)

  PC1 -> ควบคุมขา Enable (LCD6)

  PC2 -> คุมขา RS (LCD4)

- ส่วน HIGH (PC4-PC7) เป็นระหัสในการเลือกย่าน ของชุด Divider Module โดยมีระหัสดังนี้

PC4	PC5	PC6	PC7	Rang
0	0	0	0	3μw
0	0	0	1	10μw
0	0	1	0	30μw
0	0	1	1	100μw
0	1	0	0	300μw
0	1	0	1	1mw
0	1	1	0	3mw
0	1	1	1	10mw
1	0	0	0	30mw
1	0	0	1	100mw
1	0	1	0	Standby

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

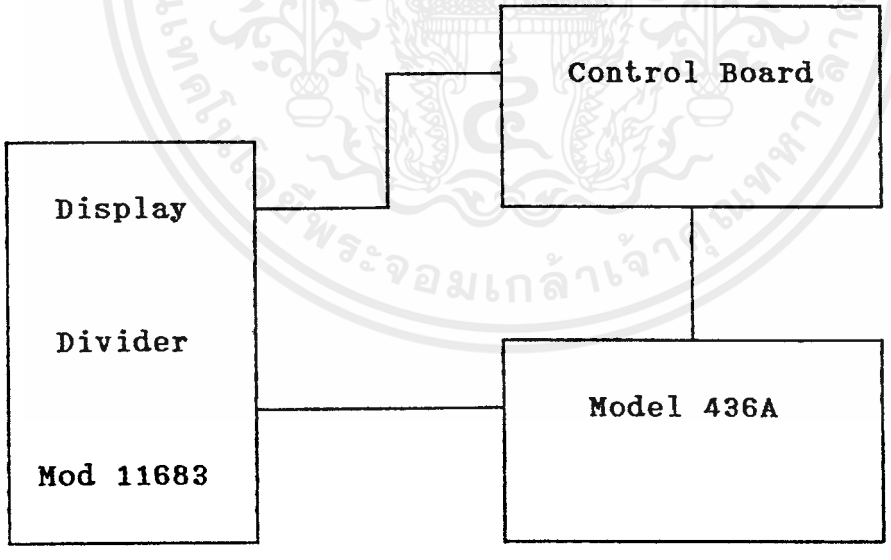
PC4	PC5	PC6	PC7	Rang
1	0	1	1	Standby
1	1	0	0	"
1	1	0	1	"
1	1	1	0	"
1	1	1	1	"

4003 (Control Port/PPI2) จะควบคุมทั้ง 3 port ดังนี้

- 4000 (PortA) output port
- 4001 (PortB) input port
- 4002 (PortC) output port

5.การทดลอง

1.ต่อวงจรดังรูป



2.ปรับ R49 ให้ Out off limit จากตำแหน่งเดิมมากที่สุด

3.เปิดเครื่องแล้วรอจอ Logo จบไป 2 frame

4.เลือกเมนูการรันแบบ step by step

5.กด f2 จะมีการเลือกเมนูย่อย คือขั้นตอนการ Calibrate มีสองขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Zero Carry Ouer test (f3)

- Instrument Accuracy test (f4)

6.กด f3 จะทำการปรับ (ตามคู่มือในขั้นตอน 4-10) โดยอัตโนมัติและจะแสดงค่า R ที่จะทำการปรับเมื่อผิดพลาดที่จอภาพ

7.เมื่อทำการปรับแล้วกด Enter แล้วเครื่องจะทำการปรับที่ขั้นตอนเดิม

8.ทำการปรับเช่นเดียวกับข้อ 1-7 จนจบ

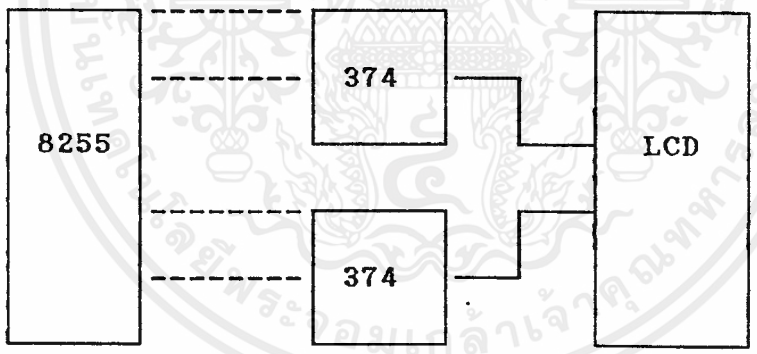
สรุปผลการทดลอง

1.เราสามารถใช้คอนโทรลเลอร์ในการการทำงานของเครื่องปรับเทียบได้

2.ไฟดีซีจาก Divider ถูกรบกวนจาก Niosepicup ที่มีอยู่ในอากาศทั่วไปจึงทำให้เกิดการผิดพลาดต้องมีการ Shield เพื่อลดปัญหาดังกล่าว

3.Front pannel switch ของเครื่อง Model 346 สามารถควบคุมได้จาก Internal Slot โดยตัวคอนโทรลเลอร์ทำการ Driver Switch

4.สัญญาณจาก Real out display จะเป็นดิจิตอลต้องทำให้คงที่โดยการแลตช์ด้วย IC#74LS374 2 ตัวเพื่อให้ครบ 16 bit ดังรูป



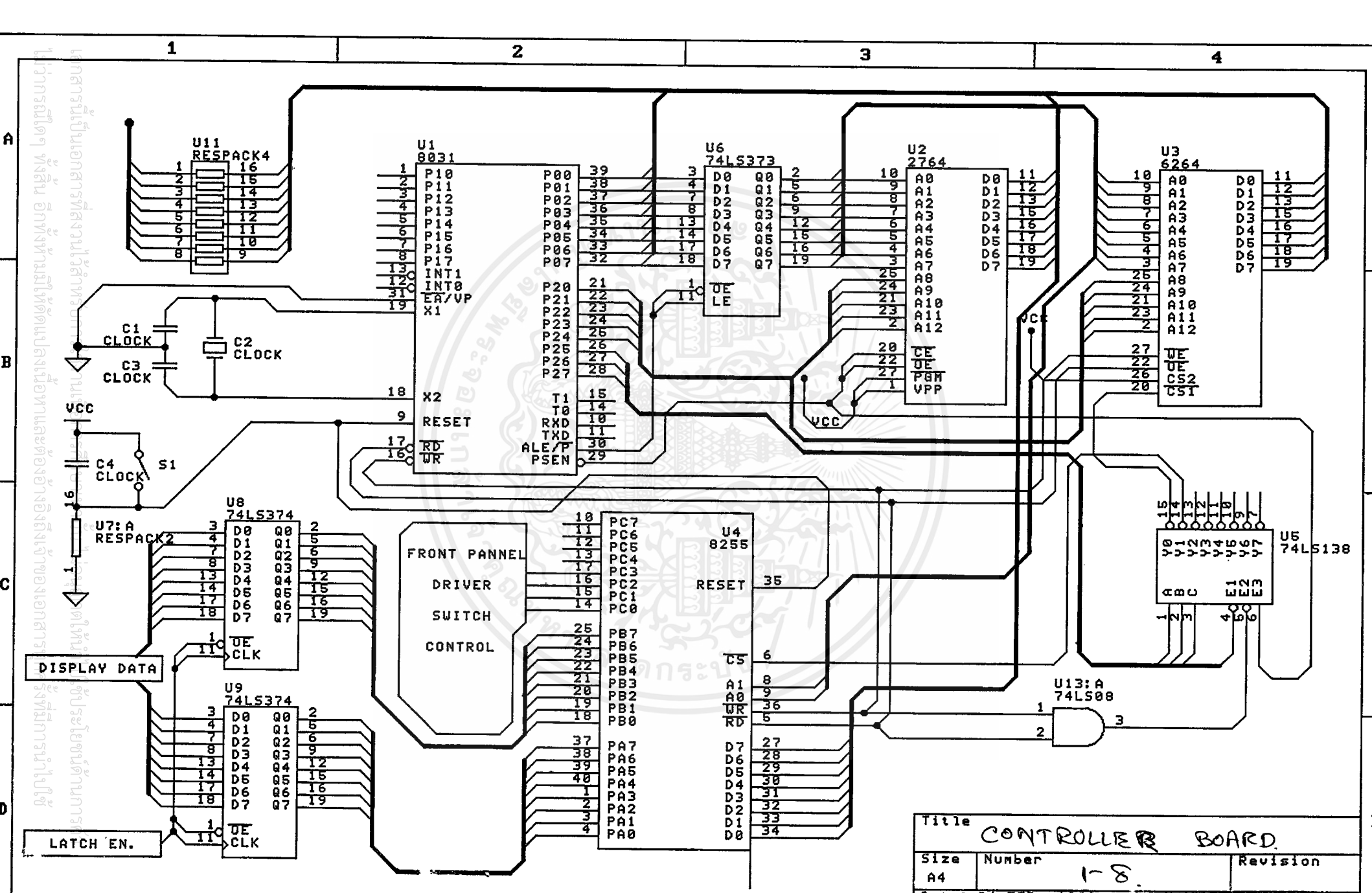
6. ปัญหาที่พบจากการทำงาน

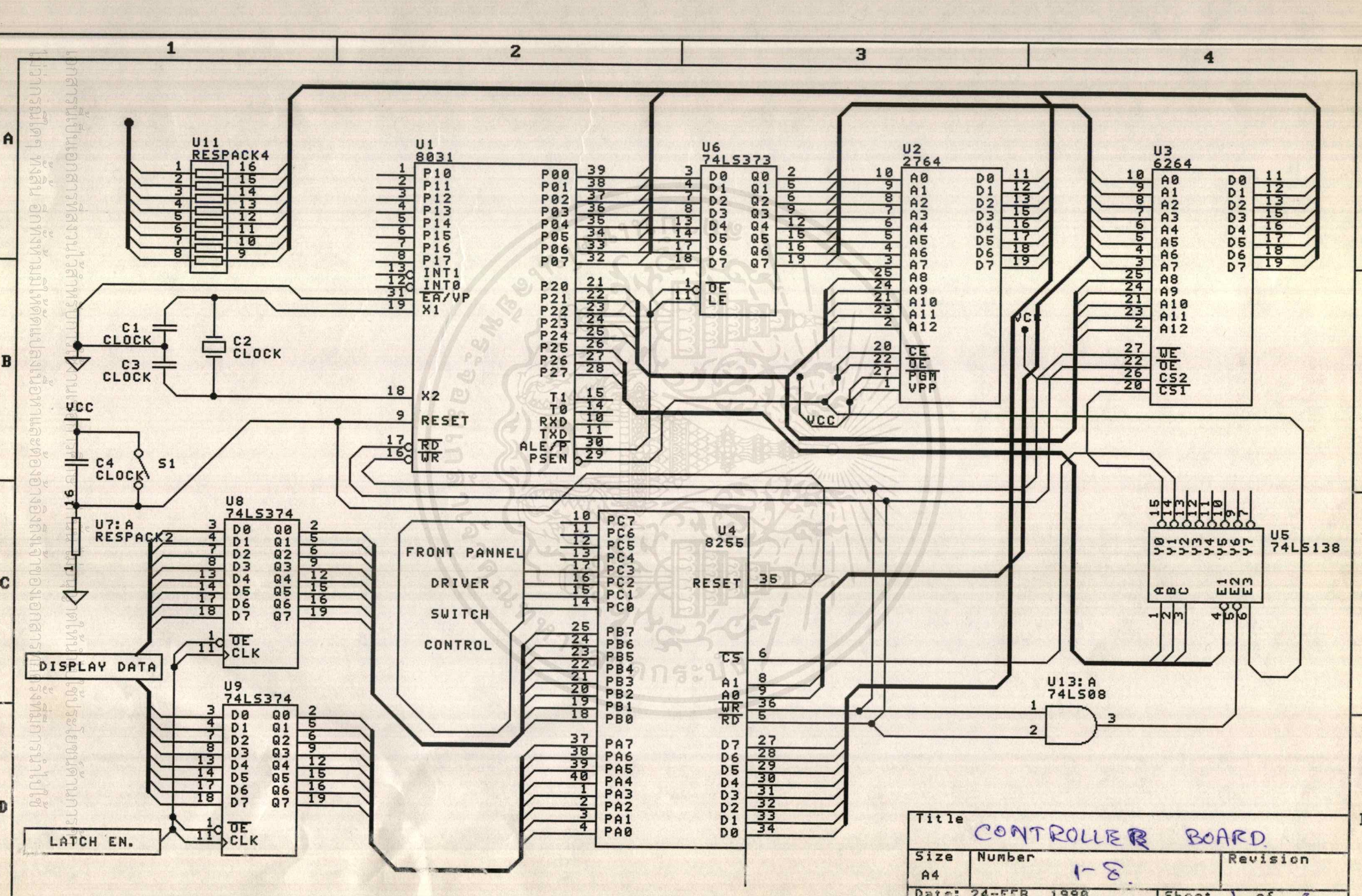
- PCB ที่ไปทำ ลายวงจรคุณภาพไม่ค่อยดีมีการขาดร่อนทำให้ผลการทดลองผิดพลาด
- การทดลอง Out port ให้ PPI บางครั้งทำครั้งเดียวจะรับไม่ทันต้องส่งเป็น Control port 2 ครั้งในระหัสเดิม
- กระแสไฟไม่เรียบสร้างปัญหาให้กับระบบ

การแก้ไข

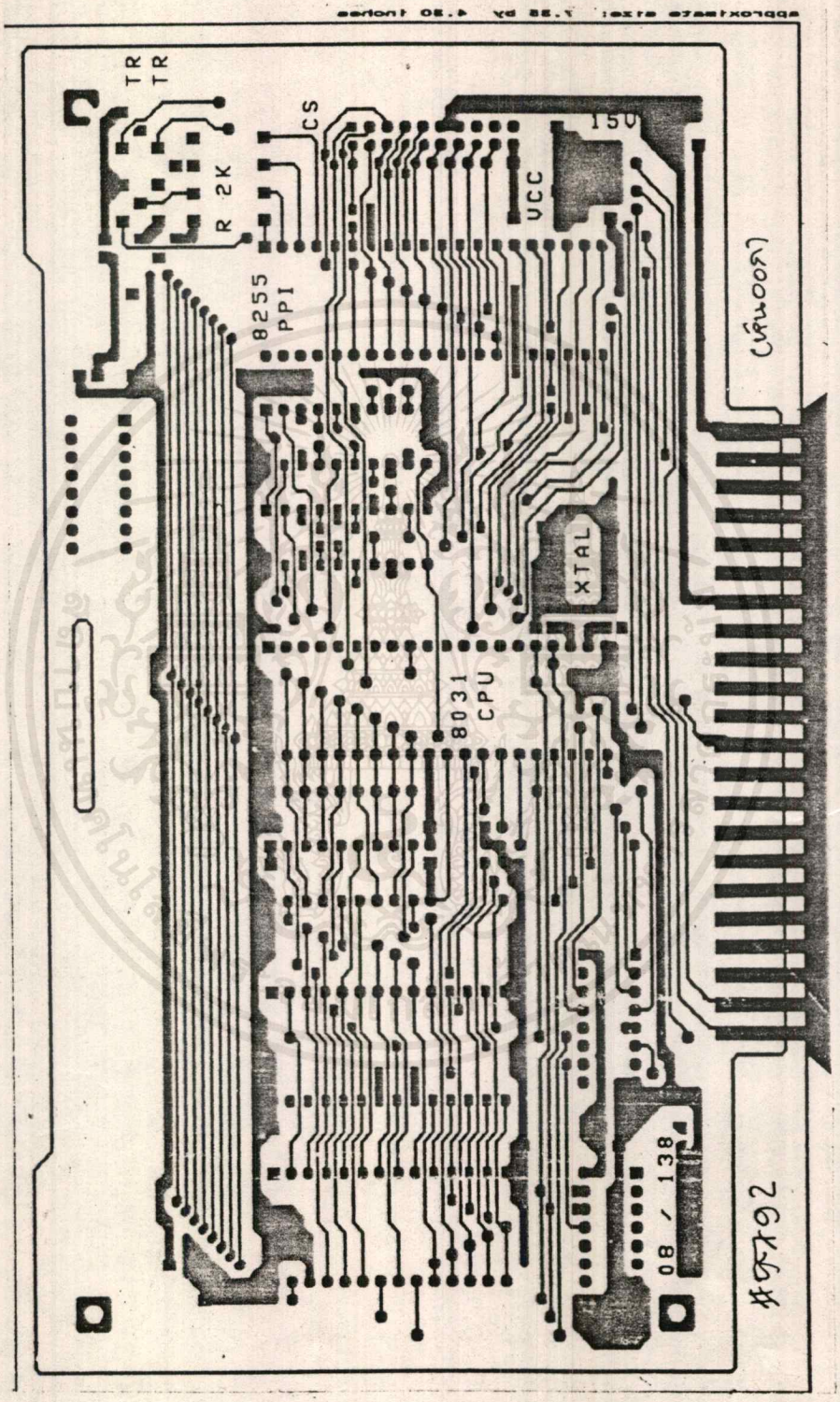
- ต้องทำ PCB แบบ Trough hole
- ใช้ Supply จากตัวเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


1
2
3
4
A
B
C
D
U11
RESPACK4
U1
8031
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
INT1
INT0
EA/VP
X1
X2
RESET
RD
WR
P00
P01
P02
P03
P04
P05
P06
P07
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
T1
T0
RXD
TXD
ALE/P
PSEN
U6
74LS373
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
Q0
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
OE
LE
U2
2764
A0
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
CE
OE
PGM
VPP
U3
6264
WE
OE
CS2
CS1
VCC
C1
CLOCK
C2
CLOCK
C3
CLOCK
C4
CLOCK
S1
U7:A
RESPACK2
U8
74LS374
U9
74LS374
CLK
DISPLAY DATA
LATCH EN.
FRONT PANNEL
DRIVER
SWITCH
CONTROL
U4
8255
PC7
PC6
PC5
PC4
PC3
PC2
PC1
PC0
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PB0
PA7
PA6
PA5
PA4
PA3
PA2
PA1
PA0
RESET
CS
A1
A0
WR
RD
U5
74LS138
Y0
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
Y7
A
B
C
E1
E2
E3
U13:A
74LS08
Title
CONTROLLER BOARD
Size
A4
Number
1-8
Revision


1
2
3
4
A
B
C
D
U11
RESPACK4
U1
8031
P10
P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
INT1
INT0
EA/VP
X1
X2
RESET
RD
WR
P00
P01
P02
P03
P04
P05
P06
P07
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
T1
T0
RXD
TXD
ALE/P
PSEN
U6
74LS373
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
Q0
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
OE
LE
U2
2764
A0
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
CE
OE
PGM
VPP
U3
6264
WE
OE
CS2
CS1
VCC
C1
CLOCK
C2
CLOCK
C3
CLOCK
C4
CLOCK
S1
U7:A
RESPACK2
U8
74LS374
U9
74LS374
CLK
DISPLAY DATA
LATCH EN.
FRONT PANNEL
DRIVER
SWITCH
CONTROL
U4
8255
PC7
PC6
PC5
PC4
PC3
PC2
PC1
PC0
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB2
PB1
PB0
PA7
PA6
PA5
PA4
PA3
PA2
PA1
PA0
RESET
CS
A1
A0
WR
RD
U5
74LS138
U13:A
74LS08
Title
CONTROLLER BOARD
Size
A4
Number
1-8.
Revision

- Soldier Side



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 ทฤษฎีการทำงานของเครื่องมือวัด

7-1 บทนำ อุปกรณ์ Power Meter เป็นเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงสูง แสดงผลแบบ Digital readout สามารถทำการวัดค่าของพลังงานไมโครเวฟเล็กๆ ได้ทั้งใน Mode Automatic และ Manual

เครื่องมือวัดตัวนี้ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับ ตัวตรวจจับพลังงาน(Power sensor) เฉพาะแบบของมัน อ้างอิงโดย รูปที่ 1-1 และตาราง 1-1 เป็น Specification ของ Power Sensor ตัวนี้ เพื่อให้เป็นระบบการวัดที่สมบูรณ์ การออกแบบของบริษัทพบว่าขีดจำกัดของความถี่และย่านของกำลังที่เราจะทำการวัดเราสามารถเลือกได้โดยการเลือกที่ตัว Power sensor โดยทั่วไปการวัดสามารถคลอบคลุมในย่านความถี่ 100 KHz ถึง 18 GHz และสามารถทำการวัดได้ในย่านกำลังตั้งแต่-70 ถึง + 35 dBm

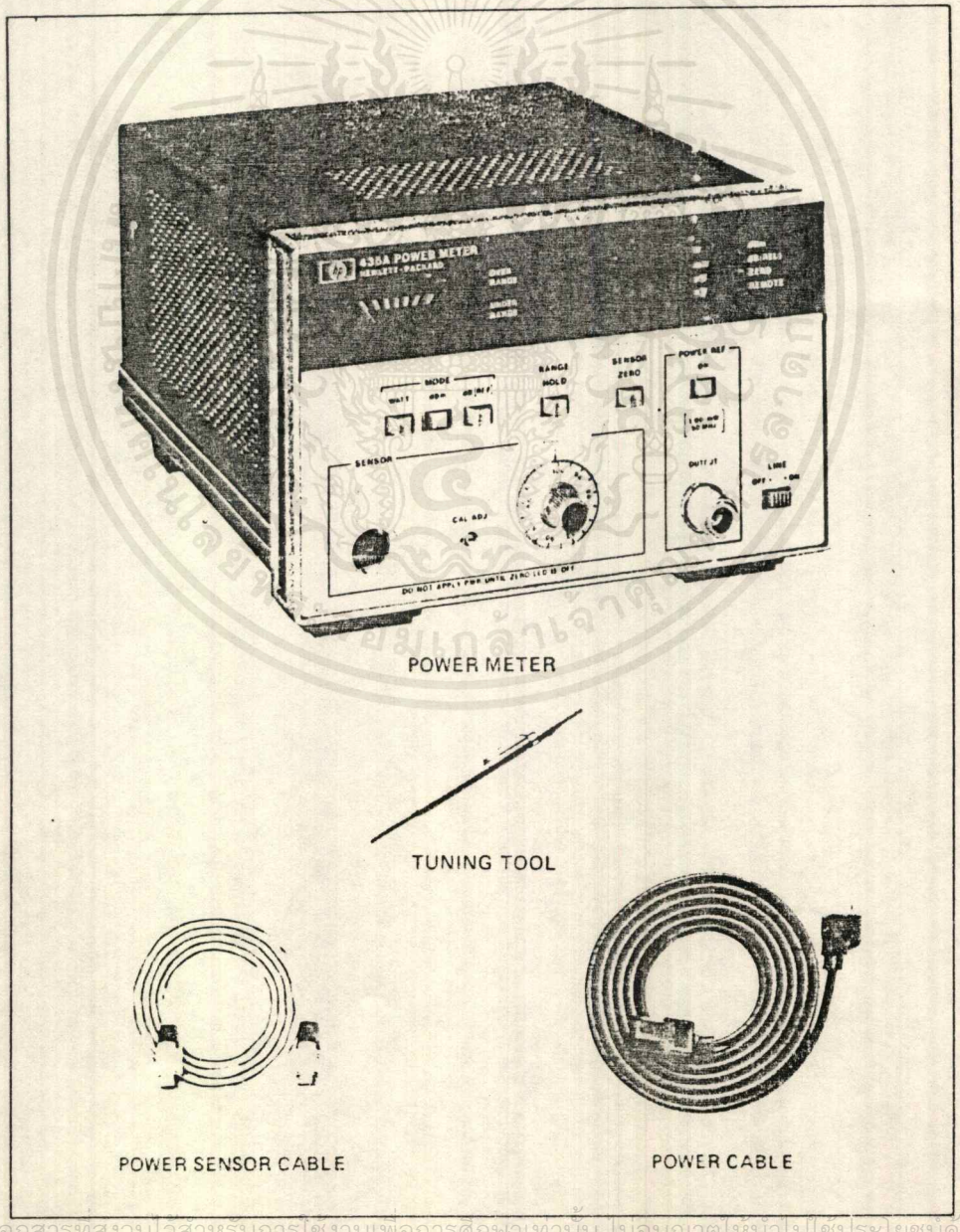


Figure 1-1. HP Model 436A Power Meter and Accessories Supplied

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS

Frequency Range:
100 kHz to 26.5 GHz (depending on power sensor used).

Power Range:
(display calibrated in watts, dBm, and dB relative to reference power level).

With 8481A, 8482A, or 8483A sensors: 50 dB with 5 full scale ranges of −20, −10, 0, 10, and 20 dBm (10 μW to 100 mW).

With 8481H or 8482H sensors: 45 dB with 5 full scale ranges of 0, 10, 20, 30 and 35 dBm (1 mW to 3W).

With 8484A sensor: 50 dB with 5 full scale ranges of −60, −50, −40, −30, and −20 dBm (1 nW to 10 μW).

Accuracy:

Instrumentation[1]:
Watt mode: ±0.5%.
dBm mode: ±0.02 dB ±0.001 dB/°C.
dB [REL] mode[2]: ±0.02 dB ±0.001 dB/°C.

Zero: Automatic, operated by front panel switch.

Zero set: ±0.5% of full scale on most sensitive range. typical, ±1 count on other ranges.

Zero carry over: ±0.2% of full scale when zeroed on the most sensitive range.

Noise (typical, at constant temperature, peak change over any one-minute interval): 20 pW (8484A); 40 nW (8481A, 8482A, 8483A); 4 μW (8481H, 8482H).

Drift (1 hour, typical, at constant temperature after 24-hour warm-up); 20 pW (8484A); 10 nW (8481A, 8482A, 8483A); 1.0 μW (8481H, 8482H).

Power Reference: Internal 50 MHz oscillator with Type N Female connector on front panel (or rear panel, Option 003 only).

Power output: 1.00 mW.
Factory set to ±0.7%, traceable to the National Bureau of Standards.
Accuracy: ±1.2% worst case (±0.9% rss) for one year (0°C to 55°C).

Response Time:
(0 to 99% of reading, five time constants)

Range 1 (most sensitive)	<10 seconds.
Range 2	<1 second
Range 3–5	<100 milliseconds.

(Typical, measured at recorder output).

Cal Factor:
16-position switch normalizes meter reading to account for calibration factor or effective efficiency. Range 85% to 100% in 1% steps.

Cal Adjustment:
Front panel adjustment provides capability to adjust gain of meter to match power sensor in use.

Recorder Output:
Proportional to indicated power with 1 volt corresponding to full scale and 0.316 volts to −5 dB; 1 kΩ output impedance, BNC connector.

RF Blanking Output:
Open collector TTL; low corresponds to blanking when auto-zero mode is engaged.

Display:
Digital display with four digits, 20% over-range capability on all ranges. Also, uncalibrated analog peaking meter to see fast changes.

Power Consumption:
100, 120, 220, or 240V +5%, −10%, 48 to 66 Hz and 360 to 440 Hz, less than 20 watts (<23 watts with Option 022, or 024).

Dimensions:
134 mm High (5-1/4 inches).
213 mm Wide (8-3/8 inches).
279 mm Deep (11 inches).

Net Weight: 4.5 kg (10 lbs).

[1] Includes sensor non-linearity. Add +1.5 −1.0% on top range when using the 8481A, 8482A, or 8483A power sensors.

[2] Specifications are for within range measurements. For range-to-range accuracy add the range uncertainties.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ทำการวัดและสถานภาพการทำงานเครื่องมือวัดจะเป็นดังนี้

1) Digital display ขนาด 4 digitใช้ LED 7 Segmentมีเครื่องหมาย+/- เพื่อวัดใน Mode dBm หรือ dB REL ซึ่งมักจะมีการแสดงค่า Under หรือ Over rangeเสมอ กำหนดให้เกิด Overange ได้ 20% ของแต่ละ range ซึ่งขนาดของ Segment แต่ละ Digit คือ 1 cm(0.375 นิ้ว) ทำให้สามารถอ่านได้ง่ายจากระยะไกล

2) Auxilary Meterเป็น Meter เข็มข้าง ๆ ตัว Digital display ตามแนวคิดของคนทำ เพื่อเป็นการวัดจาก peak ของเครื่องส่ง โดยการดูจากเข็มจะดูได้ง่ายกว่า LED และค่าโดยละเอียดหลัง ๆ จุดทศนิยมเราจะดูจาก LED display อีกที

3) การเลือกตัว display ใน Mode Watt,dBm,หรือ dB ค่าของกำลังจริง ๆ (Absolute power)สามารถอ่านได้ใน Mode Watt หรือ dB โดยตรงแต่ค่าของกำลังที่ต้องการวัดแบบอ้างอิง (Relative power) เราสามารถทำการอ่านได้โดย Mode dB rel(dB REF)โดยกด SW. ตัวนี้แล้ว display จะเริ่มต้นวัดที่ 0.00 เสมอไม่ว่าก่อนกดจะมี powerใน Mode นี้ทำให้เราทราบค่าของ Attenuation และ Amplification ของเครื่องส่งวิทยุหรือแหล่งจ่าย microwave ได้

4) Completely Auto range เครื่องมือวัด Power sensor สามารถทำการเลื่อน Range ของมันได้โดยอัตโนมัติถึง 5 Rangeเพื่อให้เป็นการทำงานโดยไม่ต้องใช้มือปรับ Range (hand off operation) เหมือนดัง Meter ทั่วไปเราสามารถล็อคไม่ให้มันเลื่อน Range ไปได้โดยการกด switch range hold เมื่อไม่ต้องการให้มันทำงานแบบ Auto range

5) Automatic sensor Recognition ตัว Meter ทำการ decode แรงดันไฟ Analog ที่ได้จาก Power sensor ซึ่งข้อมูลนี้เราทำการ decode แบบอัตโนมัติอีกทั้งถ้าค่าที่อ่านได้เกิน Range จะทำการ เลื่อน Range เองพบได้ใน watt mode จะมีไฟ LED แสดงหน่วยของกำลัง (Power unit) เช่น uW,nW,mW เป็นต้น

6) Auto zero ทำงานโดยการกด Switch Sensor zero ค้างไว้แล้วรอจนกระทั่ง Display เป็น 0.00 (ทำในขณะที่ไม่ป้อน R.F.เข้าสู่ Power sensor) พอปล่อย sw zero แล้วจะมีไฟแสดงการ zero ติดค้าง 5-6 วินาที ระหว่างนี้ห้ามป้อน Power ใด ๆ เข้าสู่ตัว Sensor รอจนไฟ zero จะดับ

7) R.F.blanking output การกด Switch Sensor zero ทุก ๆ ครั้งต้องทำขณะไม่ใส่พลังงานป้อนให้กับ Power sensor หากมีพลังงานป้อนเข้าจะทำให้การ zero ผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาดเป็นอันมากลักษณะนี้เป็นการทำงานของวงจร R.F.blanking เป็นตัวปิดบังสัญญาณที่ป้อนเข้ามาให้ด้อยค่าลงไปจนเมื่อมันทำงานใน Mode ปกติค่าที่อ่านจะผิดพลาด

8) ความเที่ยงตรงในการ Calibrate จะมีสัญญาน Calibrator ขนาด 1 mw, 50 MHz เป็นกำลังอ้างอิงผลิตโดยเครื่องของมันเองจ่ายออกมาที่ front pannel สามารถทำการ calibrate ตัว power sensorได้โดยการปรับ cal.adj. เพื่อให้ค่าของ display อ่านค่าตรงกับสัญญาณดังกล่าว(เป็นการสอบเทียบมาตรฐานกับ power refference ที่ผลิตโดยตัวมันเอง)

9) Calibration factor ในการวัดสัญญาณความถี่สูงขึ้นไปจะมีค่าความผิดพลาดจากหัววัด(ที่เราไม่ต้องการ)เกิดขึ้น คือจะทำให้ค่าที่อ่านที่ display ลดลงไปจากค่าจริง ที่ความถี่สูง ดังนั้นในแต่ละย่านจึงมีการปรับ calibration factor เพื่อเป็นการชดเชยความผิดพลาดจากการวัดดังกล่าว ซึ่งในแต่ละย่านความถี่จะมีค่า cal. factor เท่าไรดูที่ power sensor ซึ่งทำการ calibrate ใน lab มาตรฐานโดยตรงจะมีค่าเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในpower sensor แต่ละตัวจะมี cal. factor แต่ละ range ไม่เหมือนกัน

10)Recorder output เป็นตัวให้กำเนิดแรงดันไฟ D.C.ที่มีความเป็นเชิงเส้นขึ้นอยู่กับ display ของแต่ละ range คือที่ full scale ของแต่ละ range จะให้แรงดันออกมา +1.00 VDC เป็นแรงดันอ้างอิงตามตารางที่ 1.1 โดยให้ประโยชน์กับช่างเครื่องวัดคือเราสามารถนำค่าที่ได้ ไปอ่านขยายจำนวนหลักของมัน โดยใช้ digital voltmeter ที่มีจำนวน digit สูงๆ (high resolution) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึง range ต่างๆตามการเลือกตัว power sensor ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการ calibrate ที่เกี่ยวข้อง (Recommend test Equipment)

Table 1-2. Recommended Test Equipment

Instrument Type	Critical Specifications	Suggested Model	Use *
Range Calibrator	Chopped dc output for each range referenced to 1 mW range	HP 11683A	P,A,T
Digital Voltmeter	Function: DC, resistance Range Resistance: 200 ohms Vdc: 100 mVdc, 1000 mVdc, 10 Vdc, 100 Vdc 10MΩ input impedance 6-digit resolution (±0.05% of reading, ±0.02% of range)	HP 3490A	P,A,T
Power Meter	Range: 1 mW Transfer Accuracy (input -to-output): 0.2%	HP 432A	P, A
Thermistor Mount	SWR: 1.05, 50 MHz Accuracy: ±0.5% at 50 MHz	HP 478A-H75** or HP 478A-H76***	P, A
Counter	Frequency Range: 220 Hz, 50 MHz Sensitivity: 100 mVrms Accuracy: 0.01%	HP 5245L	A
Oscilloscope	Bandwidth: dc to 50 MHz Vertical Sensitivity: 0.2V/division Horizontal Sensitivity: 1 ms/division	HP 180C/ 1801A/1821A	T
Logic Analyzer	Clock Input: 60 kHz Trigger Word: 8 Bits Bit Input: TTL Display Word: 8 Bits	HP 1600A	T

*P = Performance Tests; A = Adjustments; T = Troubleshooting

**HP 478A-H75 must be calibrated at the National Bureau of Standards (NBS) for this accuracy.

***HP 478A-H76 includes HP standards lab calibration to ± 0.58% at 50 MHz (traceable to NBS).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7-2 คำอธิบายการทำงานของเครื่อง (Process Instrument Operation)

-Microwave Power Meter Model 436 A เป็นเครื่องมือวัดที่แสดงผลแบบ digital สามารถทำงานได้โดยตัวเองโดยควบคุม MODE การวัดจากแผงสวิทช์ควบคุมด้านหน้า หรือควบคุมโดยการ Remote จาก Computer ผ่านอุปกรณ์ interface เฉพาะแบบคือ HP-IB (Hewlett Packard interface bus) ในรุ่น 022 หรือ BCD Interface (Binary code decimal interface) ในรุ่น 024 การเลือกย่านการวัดเช่นย่านความถี่หรือขีดจำกัดของกำลังที่จะใช้วัดสามารถเลือกได้จาก Power Sensor

-เมื่อ Power Sensor ทำงานโดยตัวเอง (Locally operate)จะใช้แผงสวิทช์กดเป็นตัวเลือก Mode การวัด (dB หรือ watt) โดยมีชุด Autorange เป็นตัวเลือกย่านการวัดของแต่ละ Modeให้การวัดอยู่ใน Range ที่พอเหมาะสมที่สุด หากต้องการจะทำการวัดกำลังของ RF ในย่านที่กำหนดเราสามารถให้ Range อยู่คงที่ได้โดยการ Lock ชุด Autorange โดยการกด Switch Range Hold ซึ่งตัวเครื่องจะทำให้ Range ของมันคงที่ Range ใดๆ 1 ใน 5 ของ Range ทั้งหมด

-เมื่อตัว Power Meter ทำงานแบบควบคุมจากภายนอก (Remote operation) เราจะไม่สนใจแผง S.W.ควบคุมการเลือก Mode การวัดและ Range จะถูกควบคุมโดย Program ที่มาจาก inter face bus พบว่าตัวเครื่องจะถูกควบคุมจากอุปกรณ์ interface เท่านั้นจะไม่สามารถควบคุมจาก Front pannelได้

-จากคู่มือการซ่อมเครื่อง (Technical Manual) แผ่นที่ 1 พบว่า Function การทำงานจะถูกควบคุม หรือให้ทำงานเป็นวงรอบโดย O/P ของ Controller ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะถูกสร้าง โดยการประมวลผลจากคำสั่งที่ควบคุมมันทั้งสองทาง คือโดยการควบคุมที่ front panel switch (local operation) หรือควบคุม โดยคำสั่งจาก interface (remote operation) ซึ่งจุดที่ทำการควบคุมตัวเครื่องมือวัดได้คือตัวเลือกของโหมดการวัด และย่านการวัด มีการเลือกจากภายในโดยการควบคุมของอุปกรณ์ประเภท MOS memory chip ดังนั้นเพื่อที่จะเข้าใจการทำงานของ hardware ที่แสดงในคู่มือของเครื่องสิ่งที่จำเป็นสิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจก่อนคือ โปรแกรมควบคุมการทำงานซึ่งมี flowchart การทำงานของเครื่องเป็นไปตามภาพ 8-15 (จากคู่มือซ่อม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

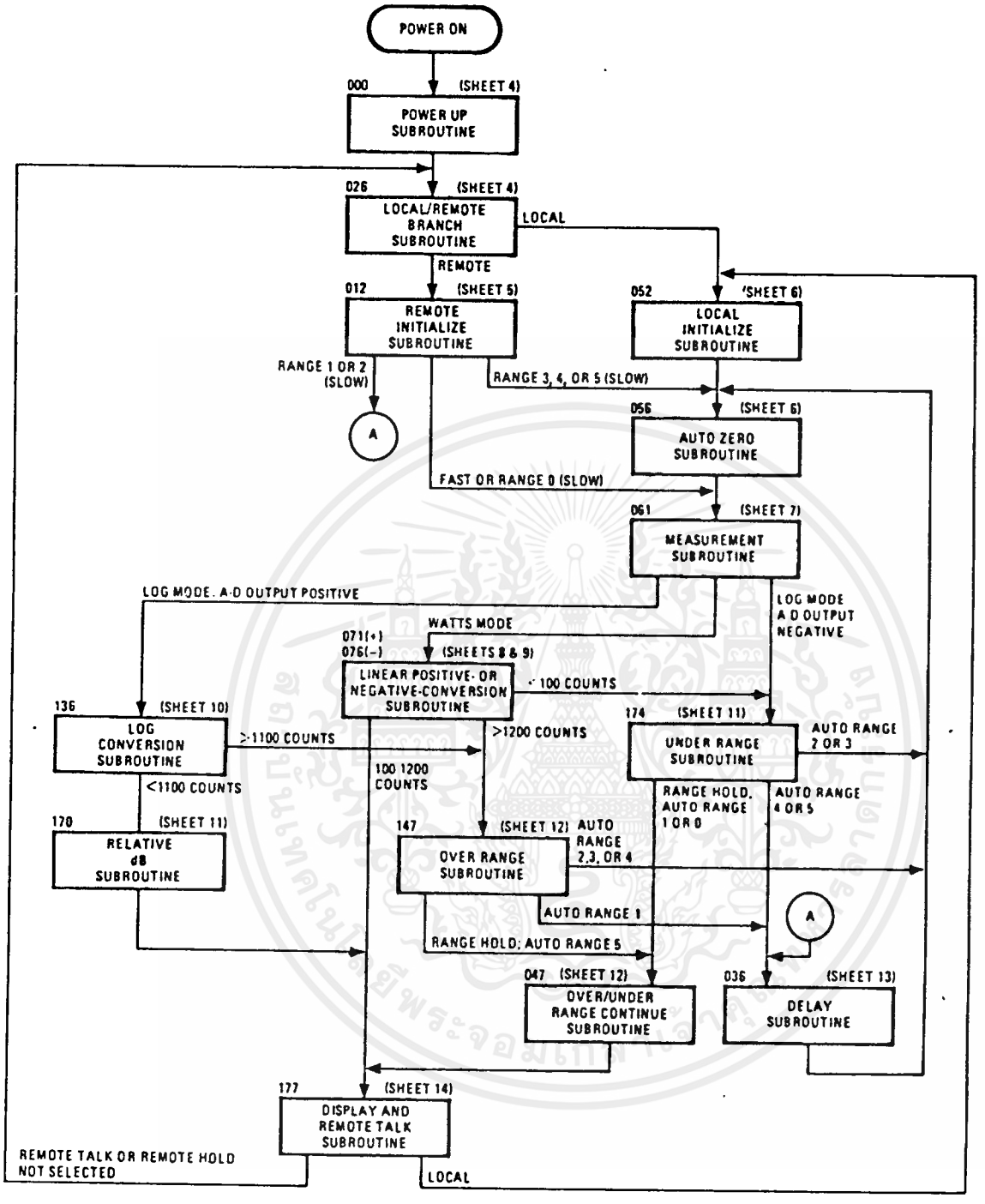
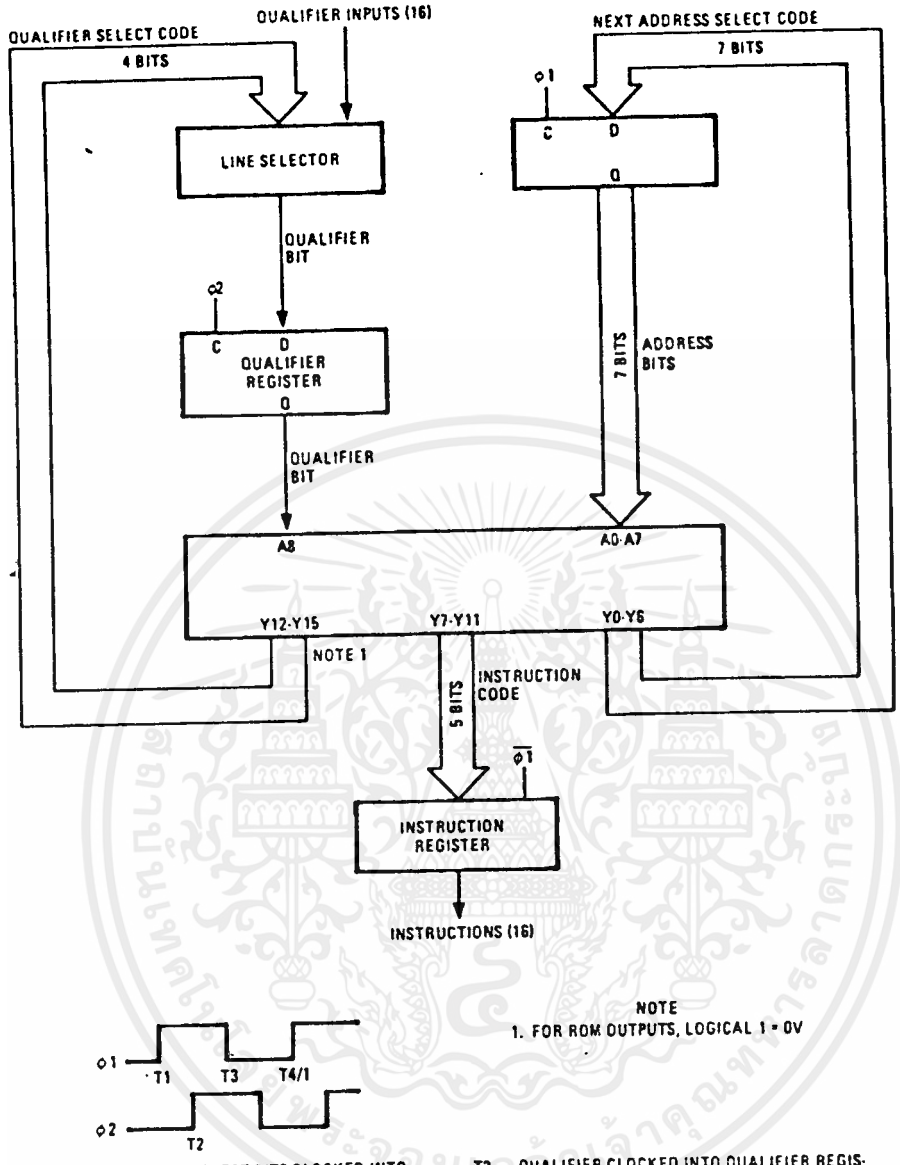


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (1 of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM TIMING



T1a. NEXT ADDRESS SELECT BITS CLOCKED INTO STATE REGISTER AND APPLIED TO ROM. ROM OUTPUTS ADDRESSED WORD'

b. QUALIFIER OUTPUT OF LINE SELECTOR DETERMINED BY QUALIFIER SELECT CODE.

T2. QUALIFIER CLOCKED INTO QUALIFIER REGISTER AND APPLIED TO ROM AS ADDRESS MODIFIER. ROM OUTPUTS ADDRESSED WORD.

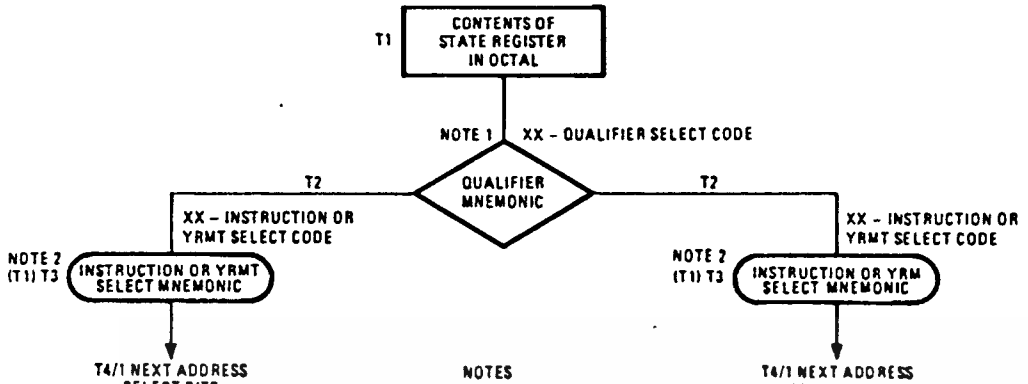
T3. INSTRUCTION REGISTER ENABLED; INSTRUCTION CODE SELECTS OUTPUT.

T4/1. INSTRUCTION REGISTER DISABLED; NEXT CYCLE INITIATED AS LISTED FOR 1a AND 1b.

Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (2 of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART ARRANGEMENT



NOTES

1. DECISION BLOCK LEFT BLANK WHEN ROM IS PROGRAMMED TO PROVIDE SAME OUTPUT FOR EITHER 1 OR 0 QUALIFIER STATE.
2. WHEN A YRMT SELECT CODE IS GENERATED AT T1, INSTRUCTION REGISTER IS DISABLED AND STATE OF YRMT LINE AT T2 DETERMINES NEXT ADDRESS AT T4/1.

QUALIFIER SELECT CODES

Y_{15}	Y_{14}	Y_{13}	Y_{12}		
0	0	0	0	+5V	(0_8)
0	0	0	1	YH1	(1_8)
0	0	1	0	YH2	(2_8)
0	0	1	1	YH4	(3_8)
0	1	0	0	YH8	(4_8)
0	1	0	1	YK1	(5_8)
0	1	1	0	YK8	(6_8)
0	1	1	1	YPLS	(7_8)
1	0	0	0	NRZO	(10_8)
1	0	0	1	YR1	(11_8)
1	0	1	0	YR2	(12_8)
1	0	1	1	YR3	(13_8)
1	1	0	0	NAUTO	(14_8)
1	1	0	1	YM1	(15_8)
1	1	1	0	YM2	(16_8)
1	1	1	1	YRMT	(17_8)*

*YRMT IS A MULTIPLEXED QUALIFIER LINE. INSTRUCTION CODE SELECTS OUTPUT OF MULTIPLEXER.

INSTRUCTION CODES

Y_{11}	Y_{10}	Y_9	Y_8	Y_7		
0	0	0	0	0	LSDAV	(0_8)
0	0	0	0	1	LAZ	(1_8)
0	0	0	1	0	LINP	(2_8)
0	0	0	1	1	LRMP	(3_8)
0	0	1	0	0	LREL	(4_8)
0	0	1	0	1	LSOR	(5_8)
0	0	1	1	0	LSUR	(6_8)
0	0	1	1	1	LCRU	(10_8)
0	1	0	0	0	LCOR	(7_8)
0	1	0	0	1	LCRD	(11_8)
0	1	0	1	0	LCRA	(12_8)
0	1	0	1	1	LCKM	(13_8)
0	1	1	0	0	LLRE	(14_8)
0	1	1	0	1	LCLR	(15_8)
0	1	1	1	0	LPSC	(16_8)
0	1	1	1	1	LTC	(17_8)
1	0	0	0	0	SAME AS ABOVE	
		THRU			EXCEPT LCNT ALSO	
1	0	1	1	1	GENERATED TO CLOCK MAIN COUNTER	

*YRMT SELECT CODES

1	1	0	0	0	DISABLE	
1	1	0	0	1	SELECT LDAV (31_8) AS YRMT QUALIFIER	
1	1	0	1	0	SELECT LTALK (32_8)	" "
1	1	0	1	1	SELECT HMDT (33_8)	" "
1	1	1	0	0	SELECT LRFDO (34_8)	" "
1	1	1	0	1	SELECT LFAST (35_8)	" "
1	1	1	1	0	SELECT LHOLD (36_8)	" "
1	1	1	1	1	SELECT LREMOTE (37_8)	" "

Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (3 of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

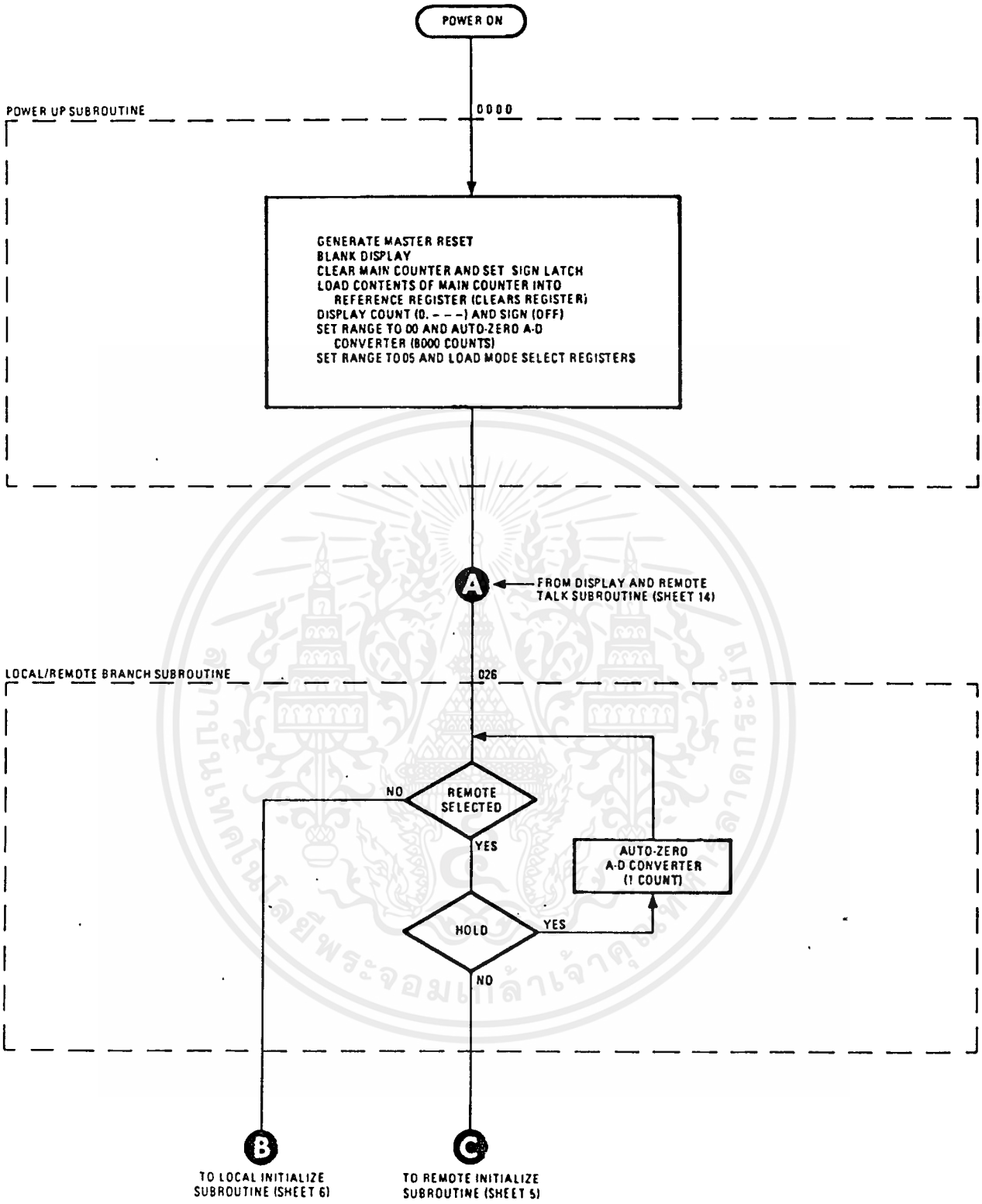


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (4A of 14)

8-28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

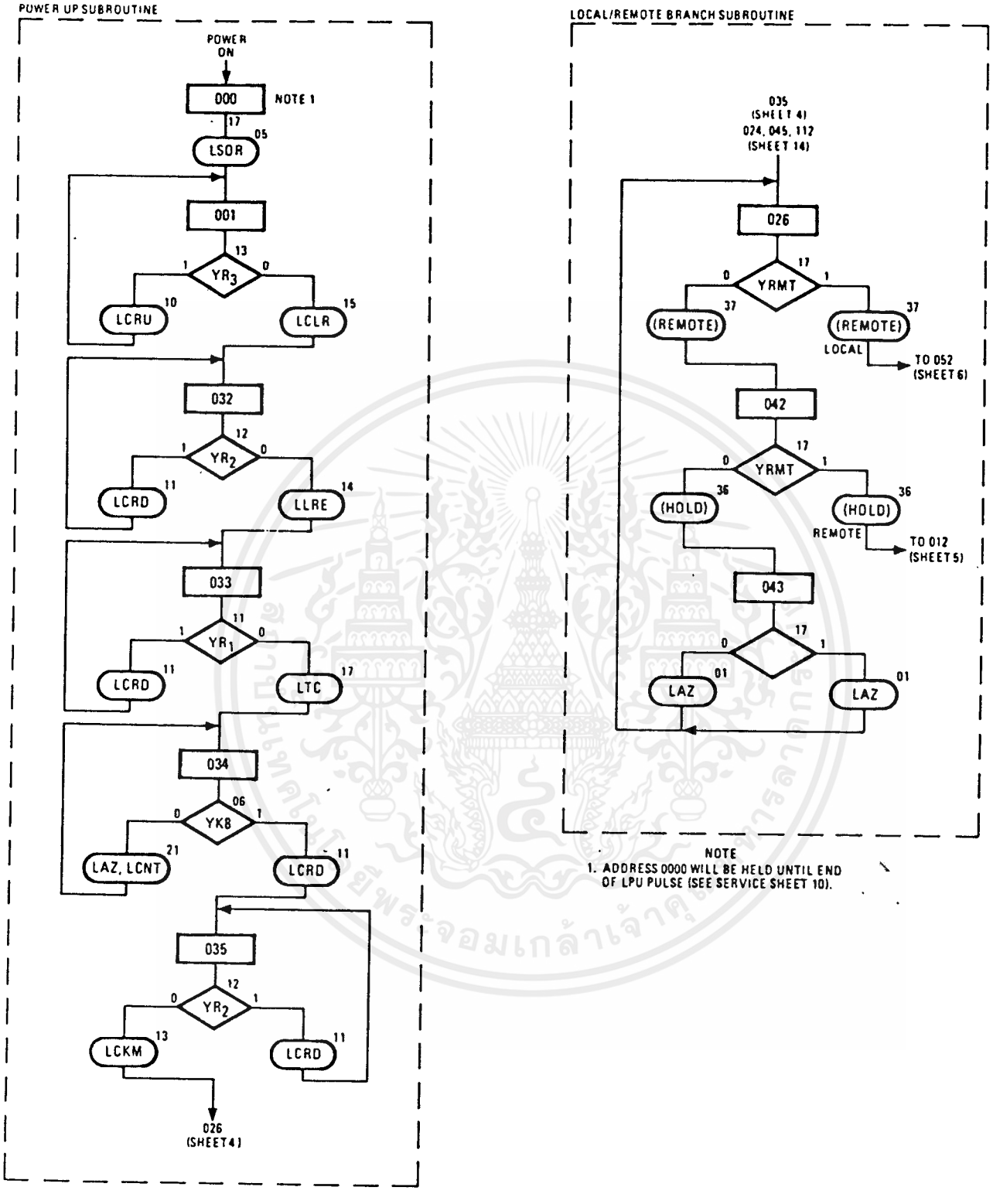


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (4B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

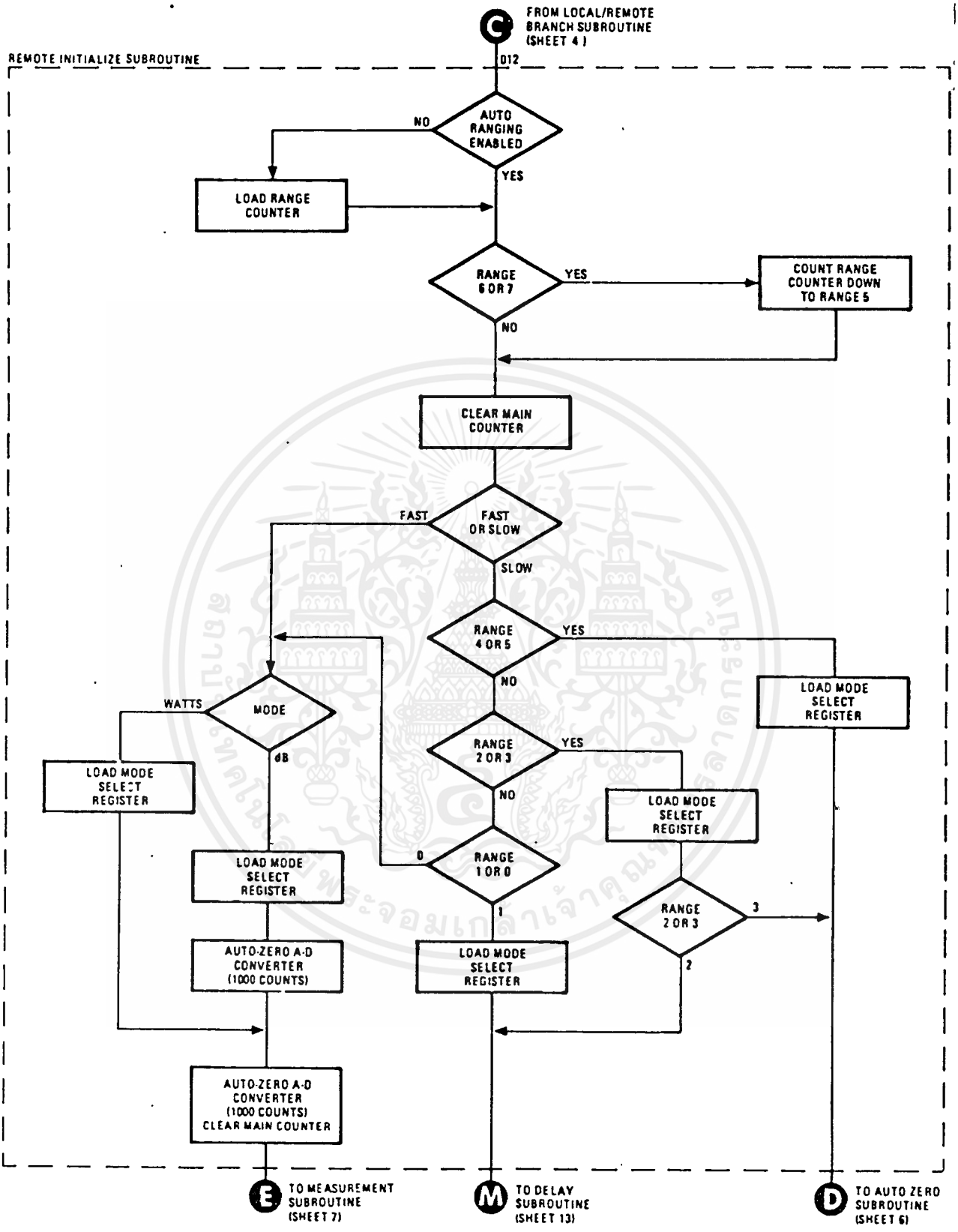


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (5A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

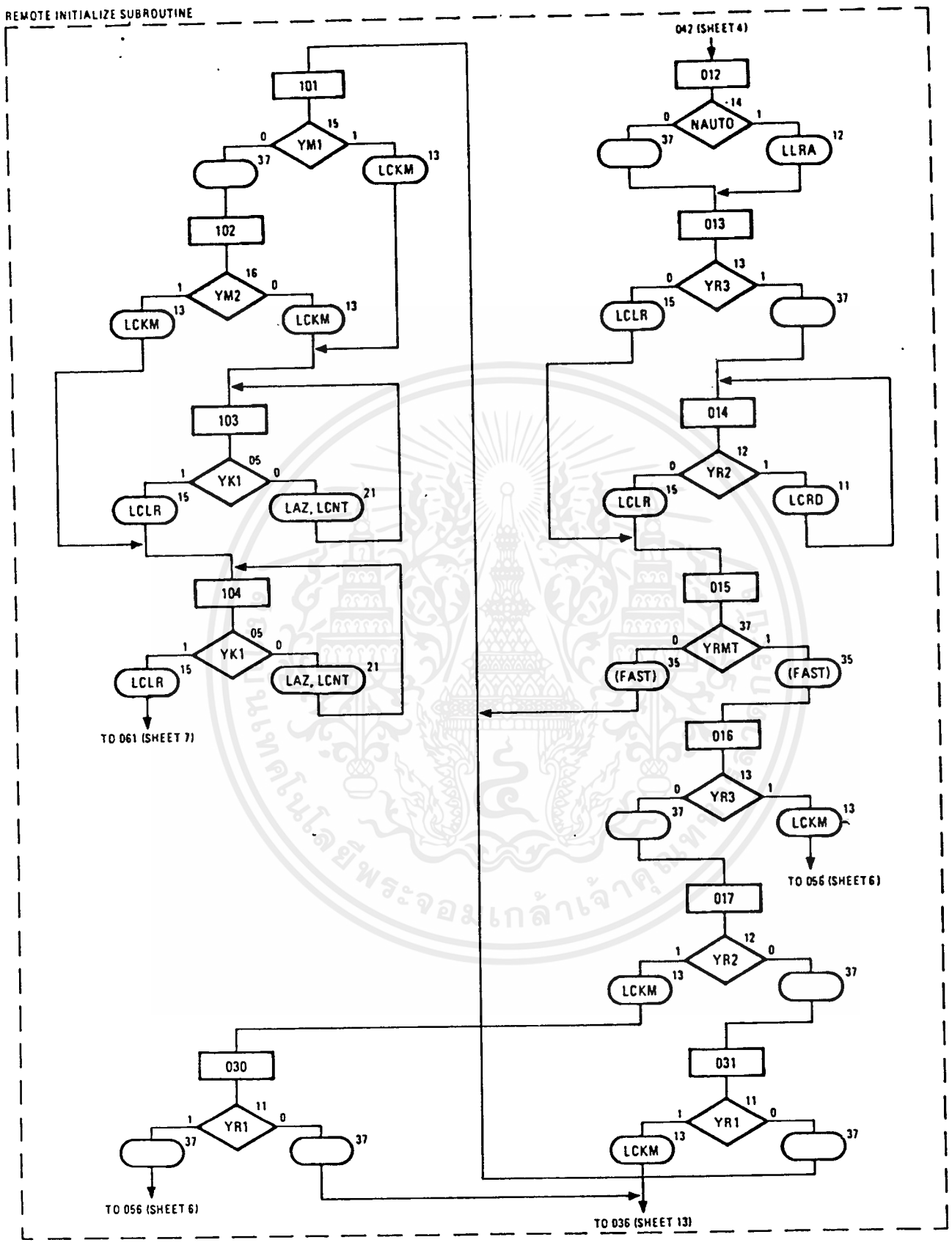


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (5B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

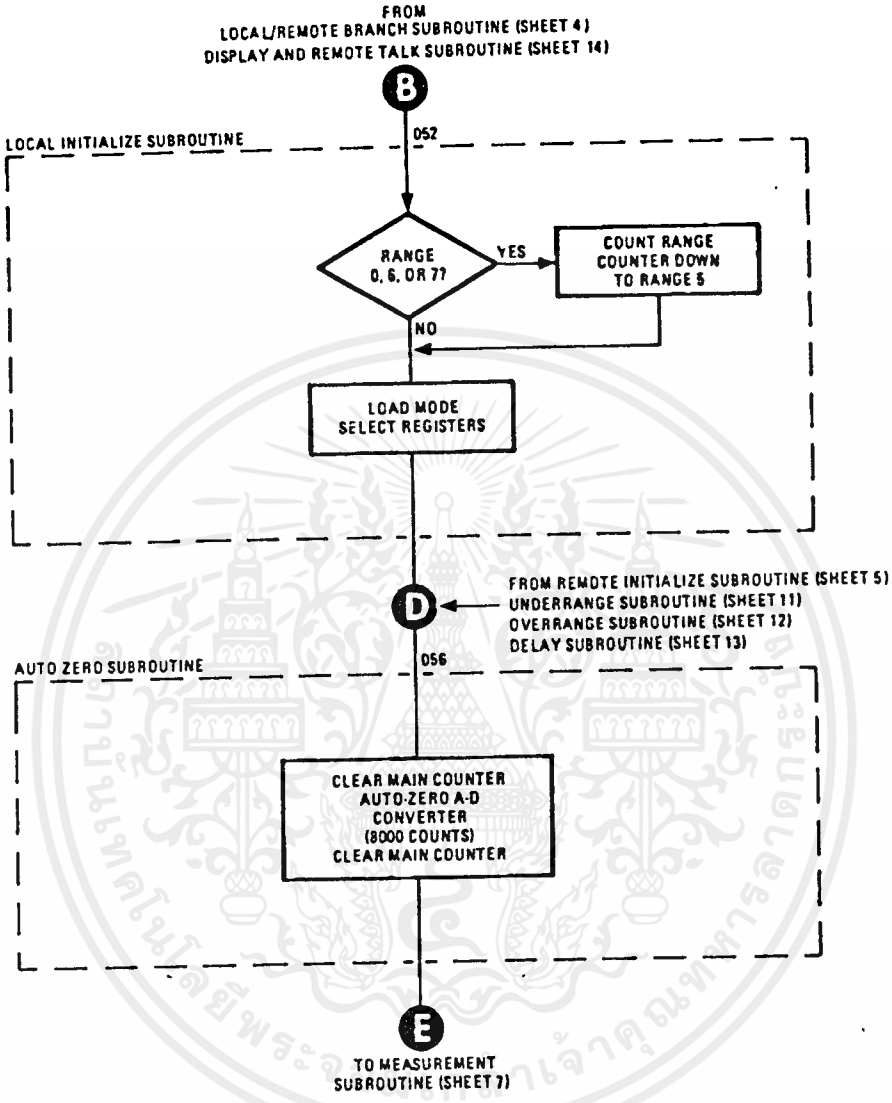


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (6A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

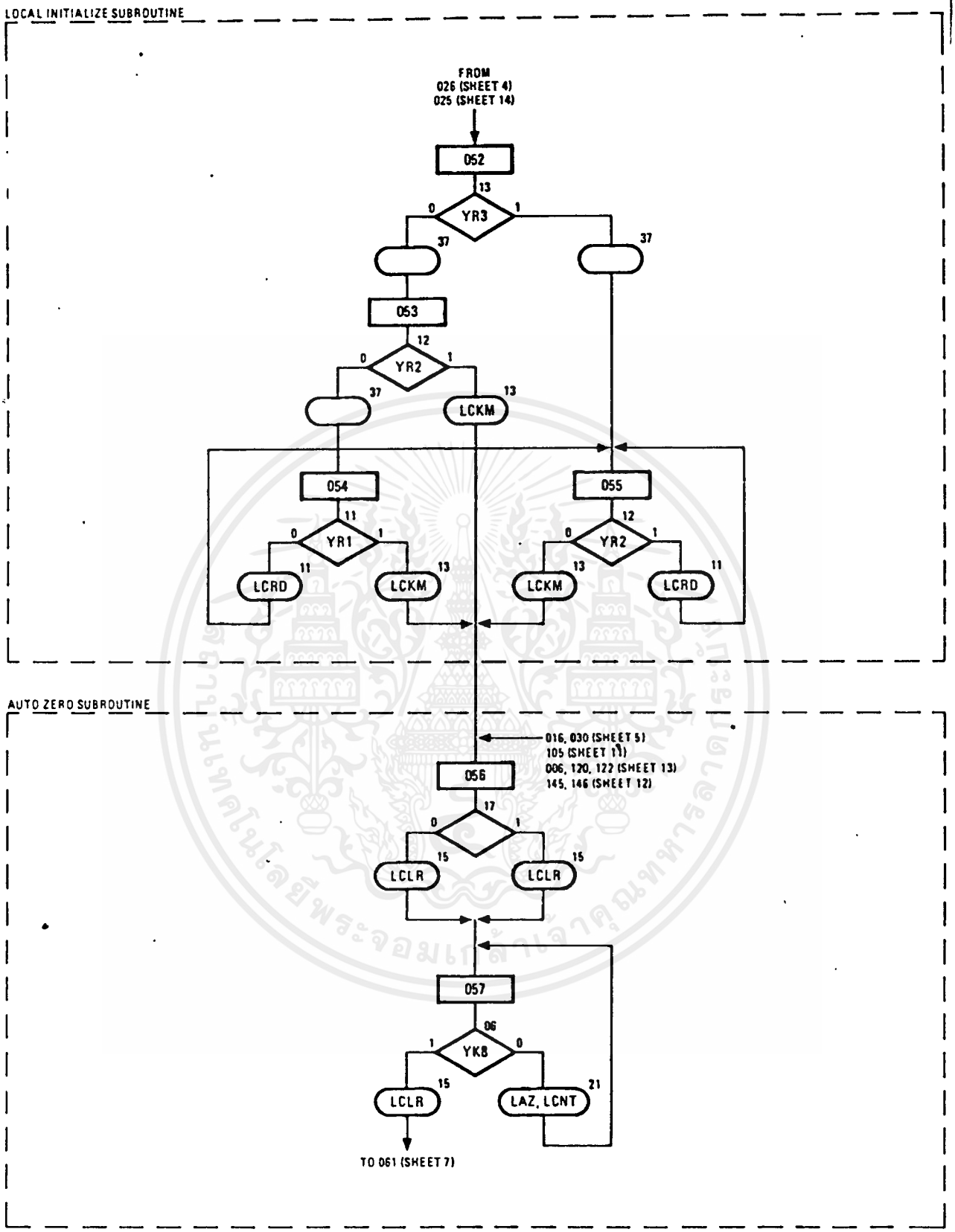


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (6B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

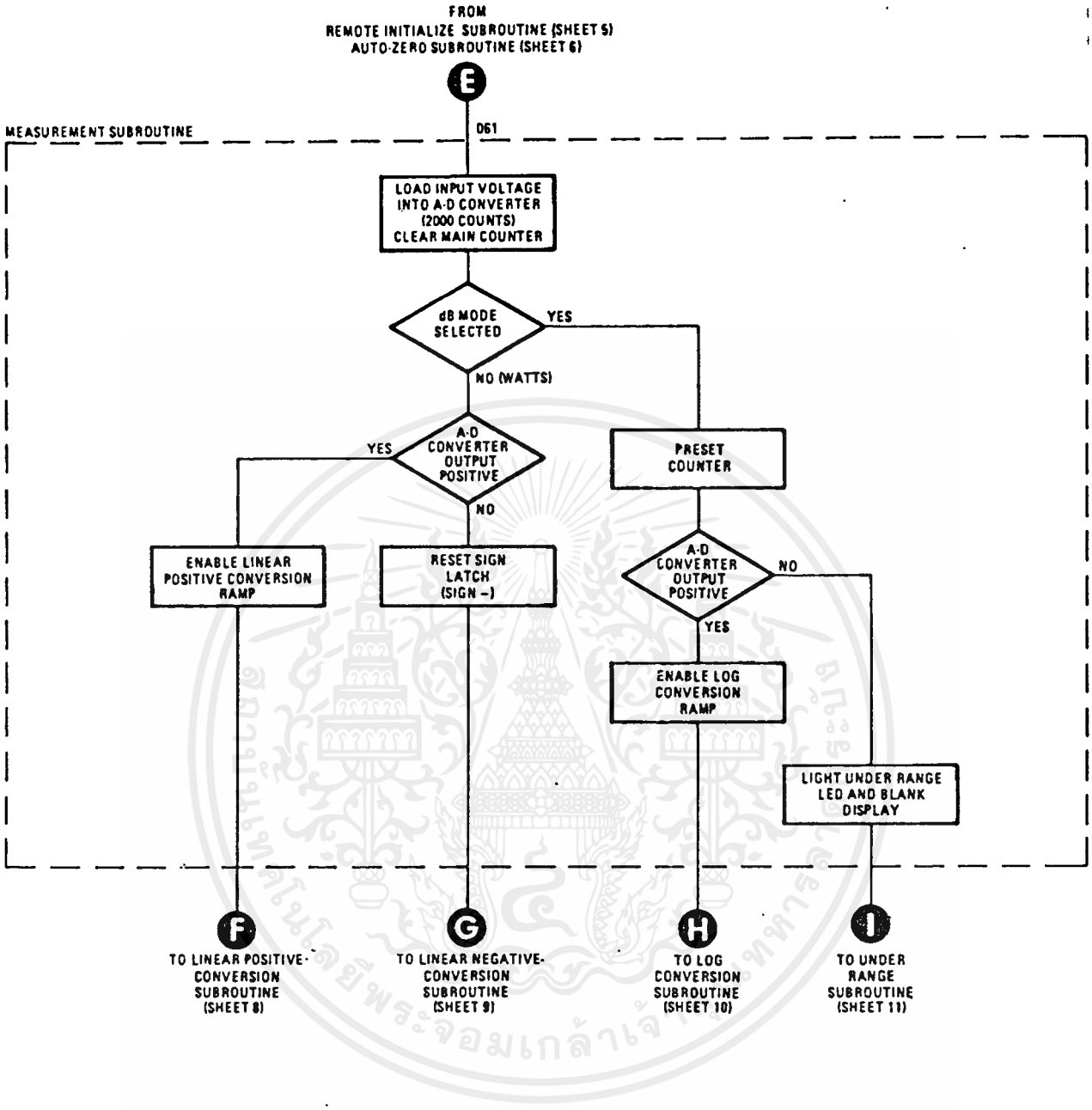


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (7A of 14)

34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

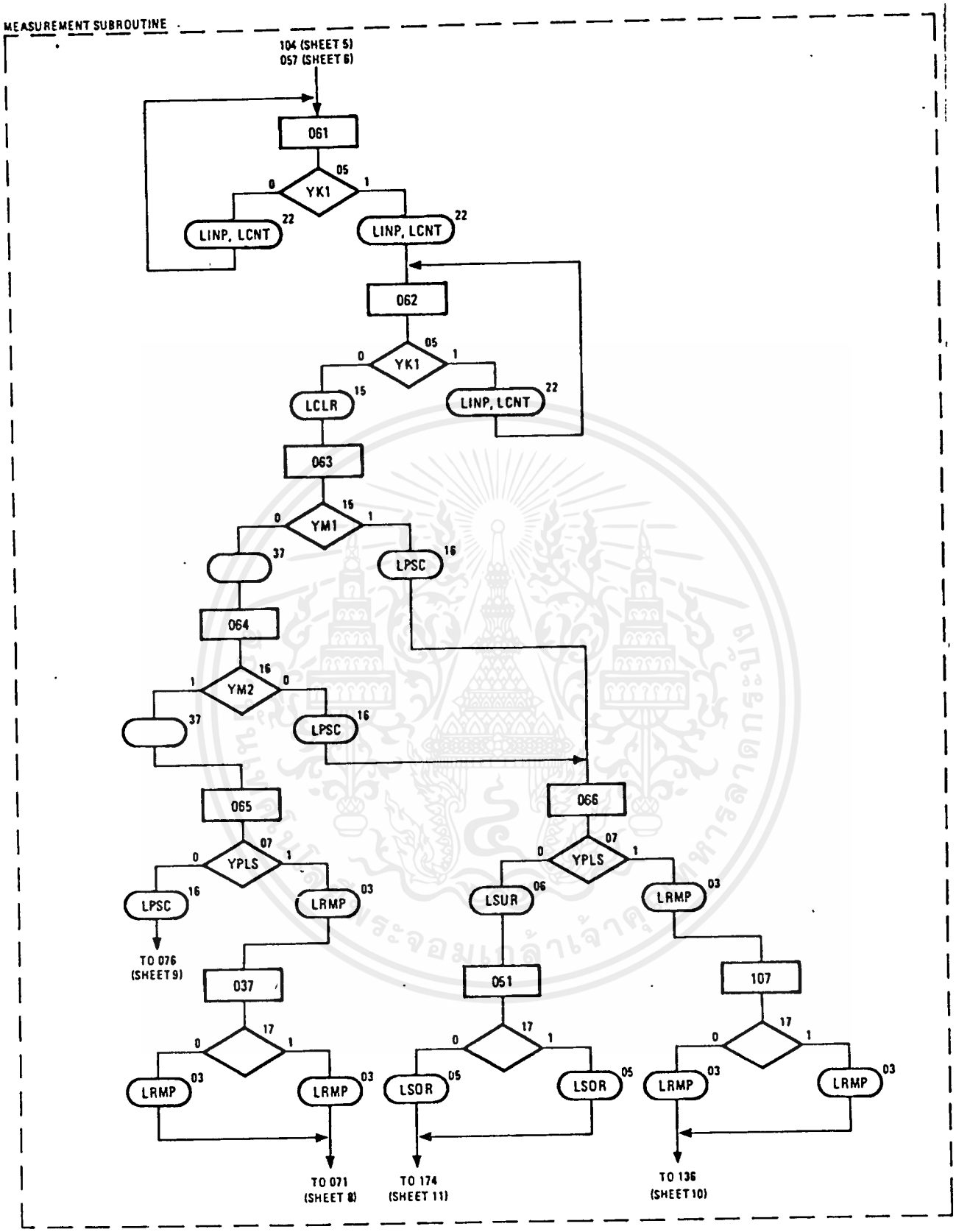


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (7B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

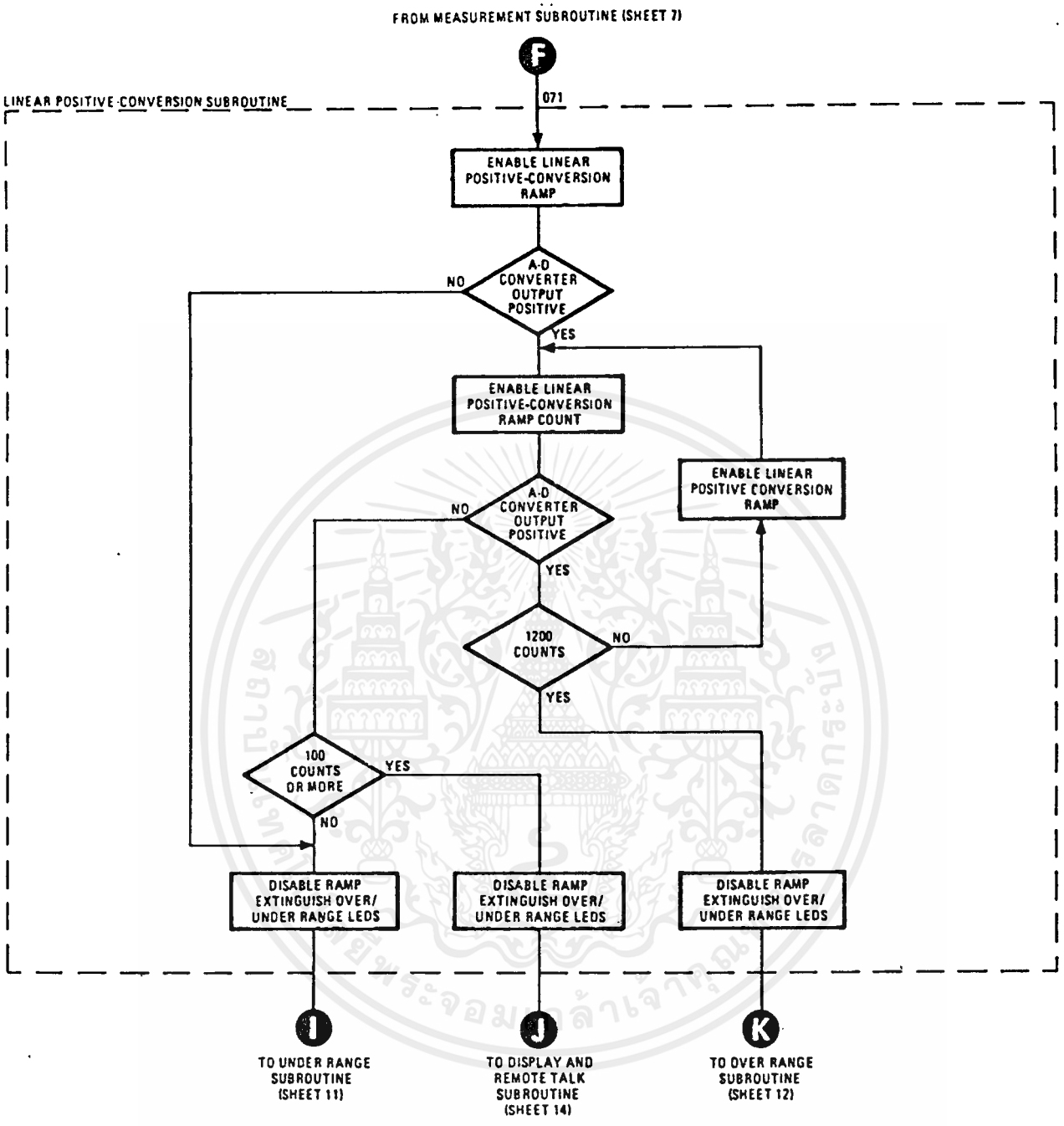


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (8A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

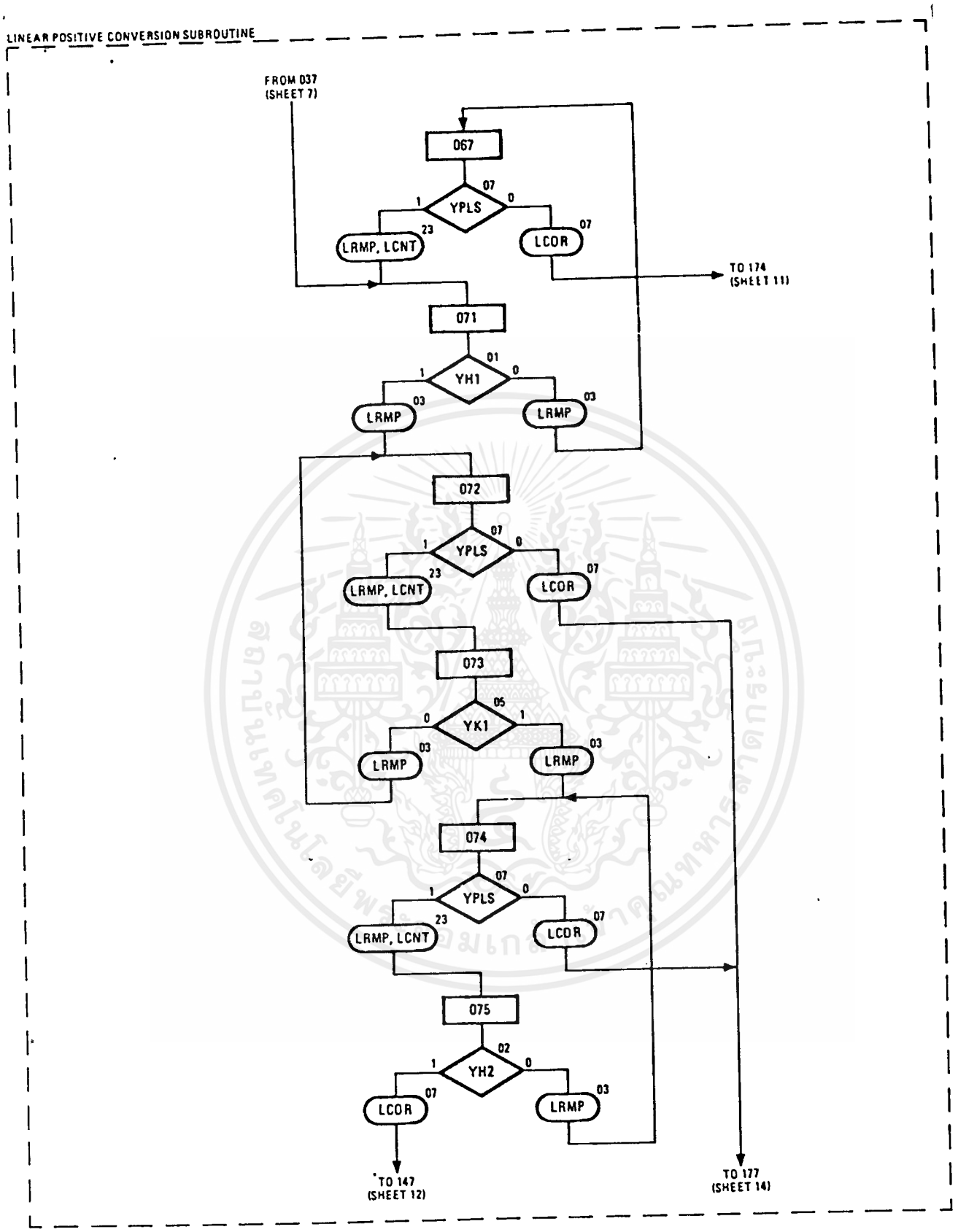


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (8B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

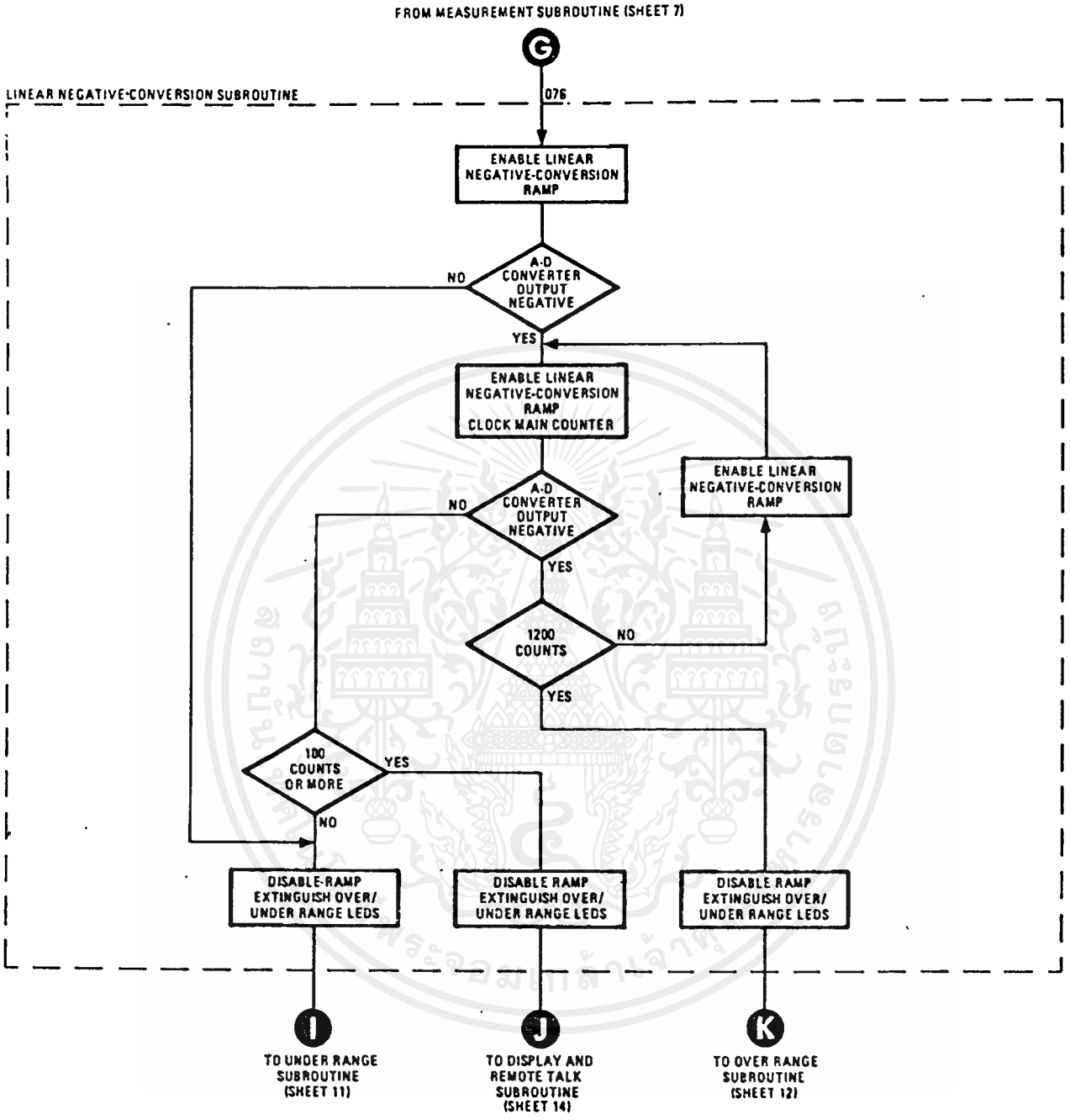


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (9A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

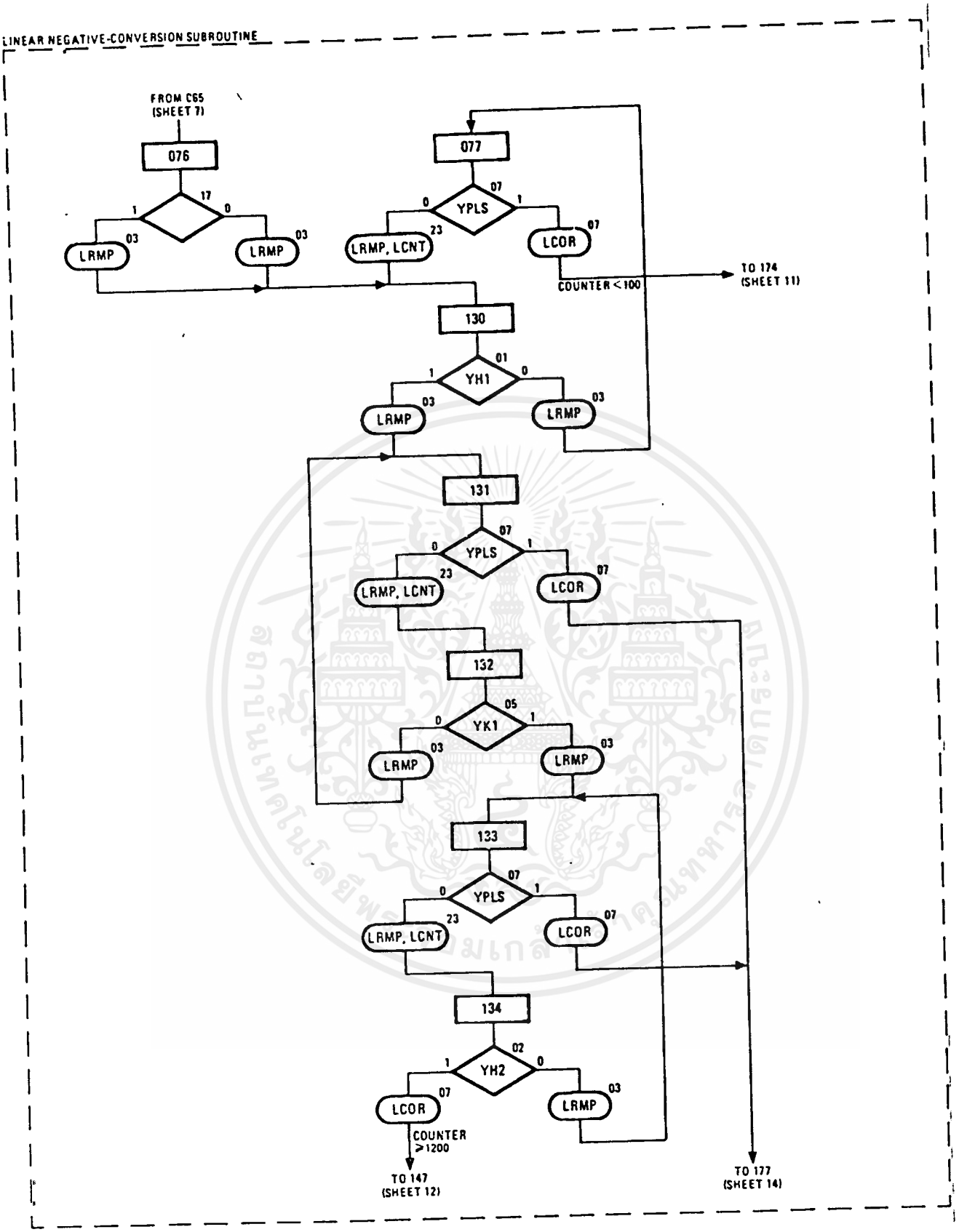


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (9B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

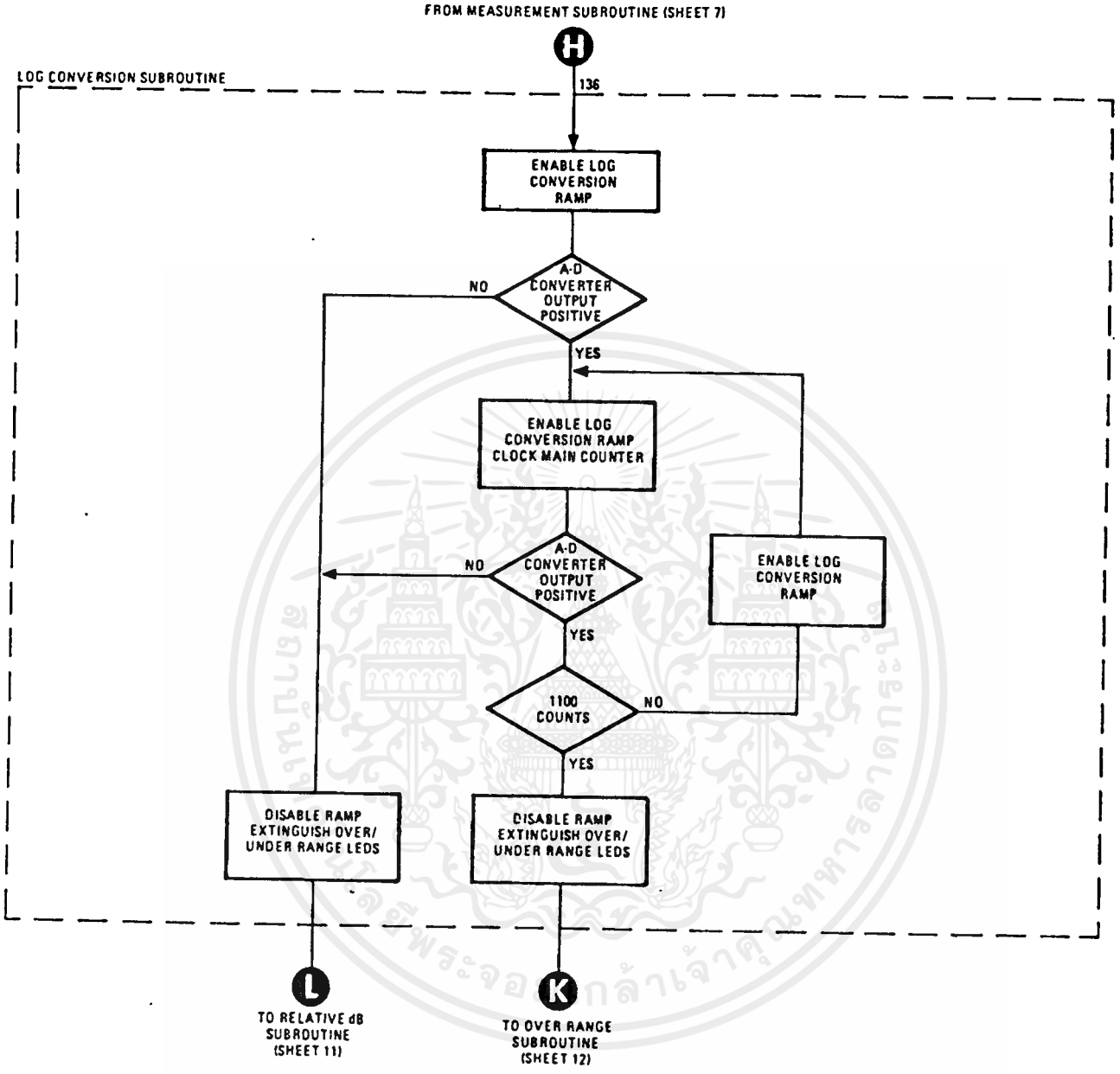


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (10A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

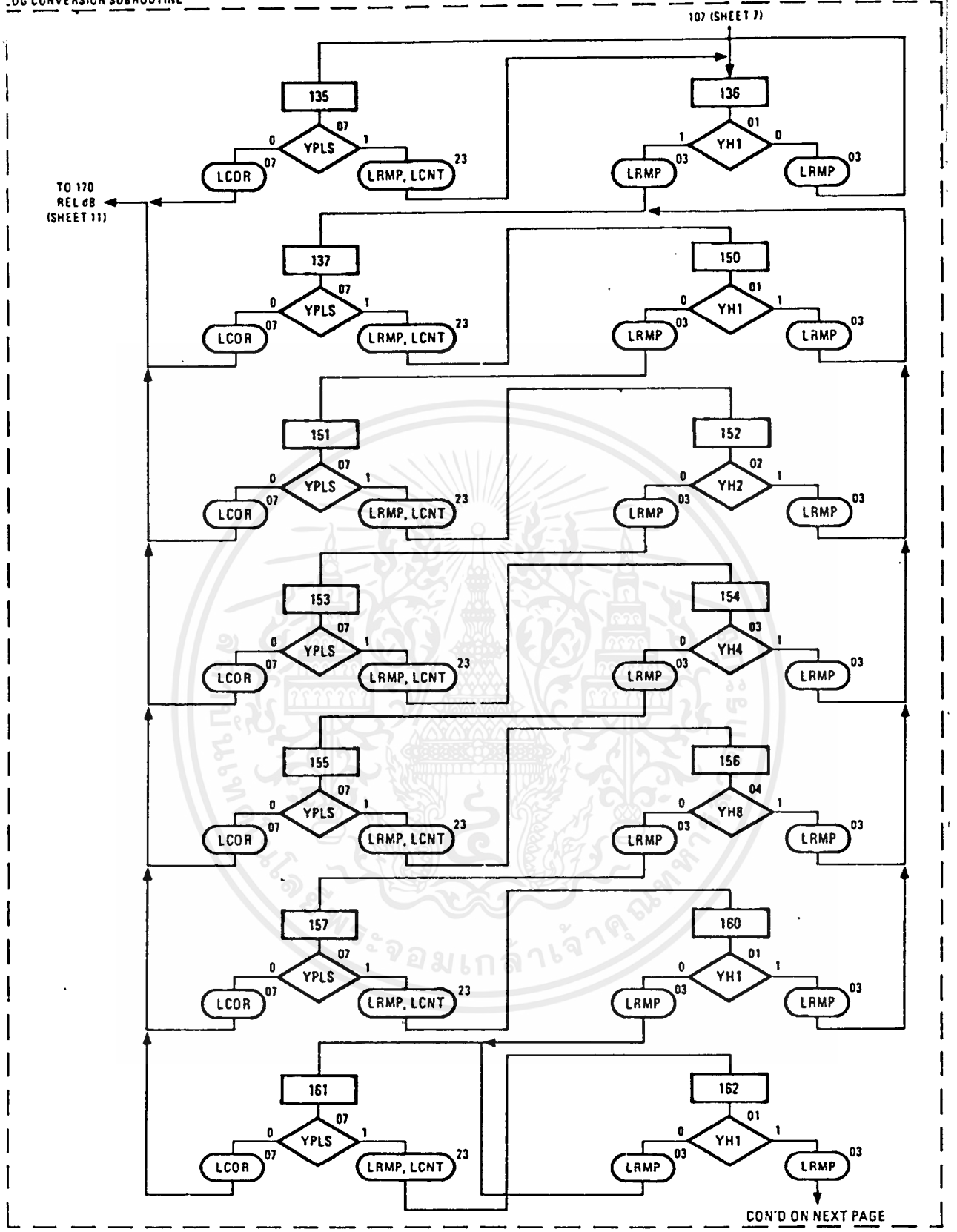


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (10B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

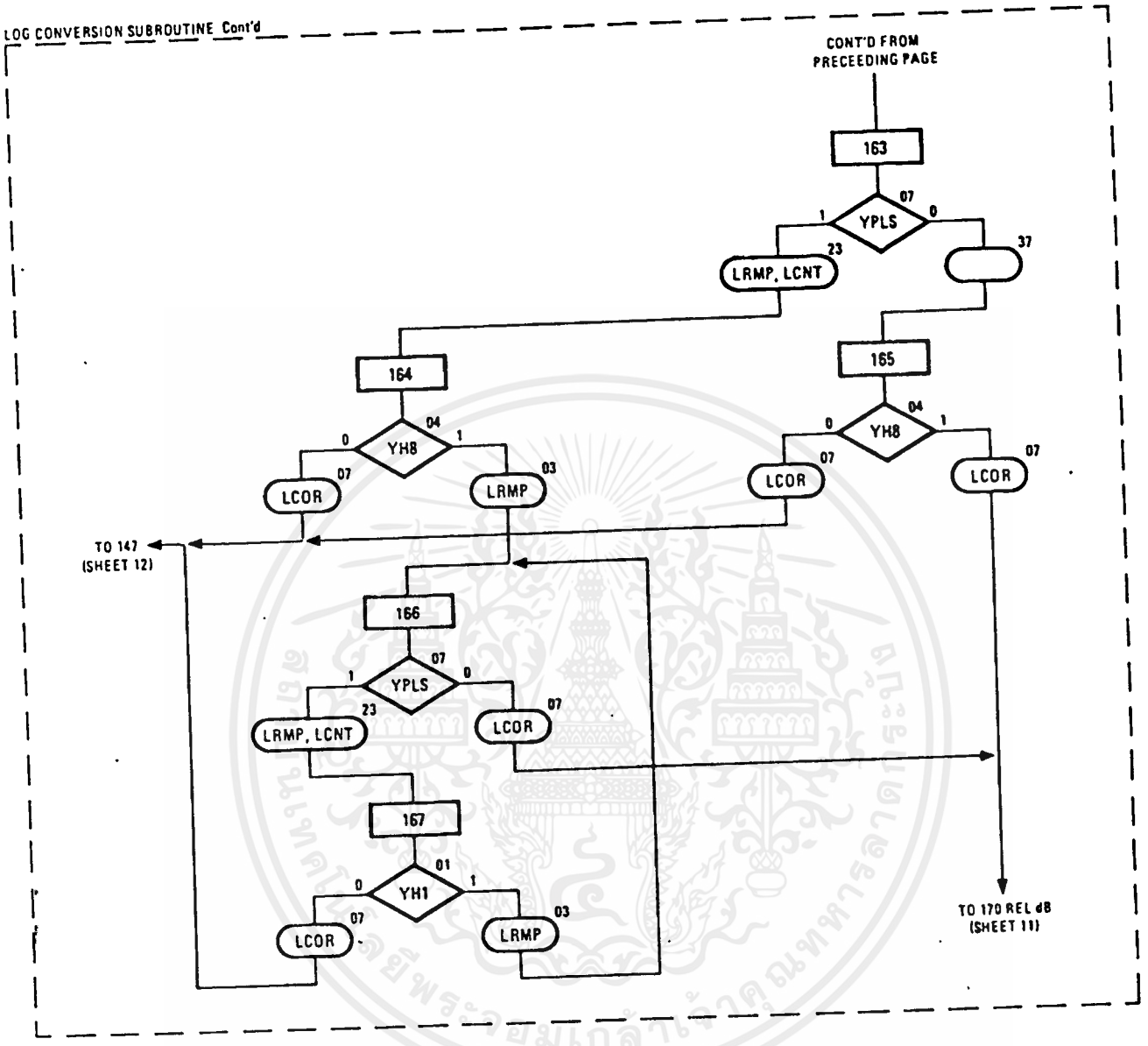


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (10C of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

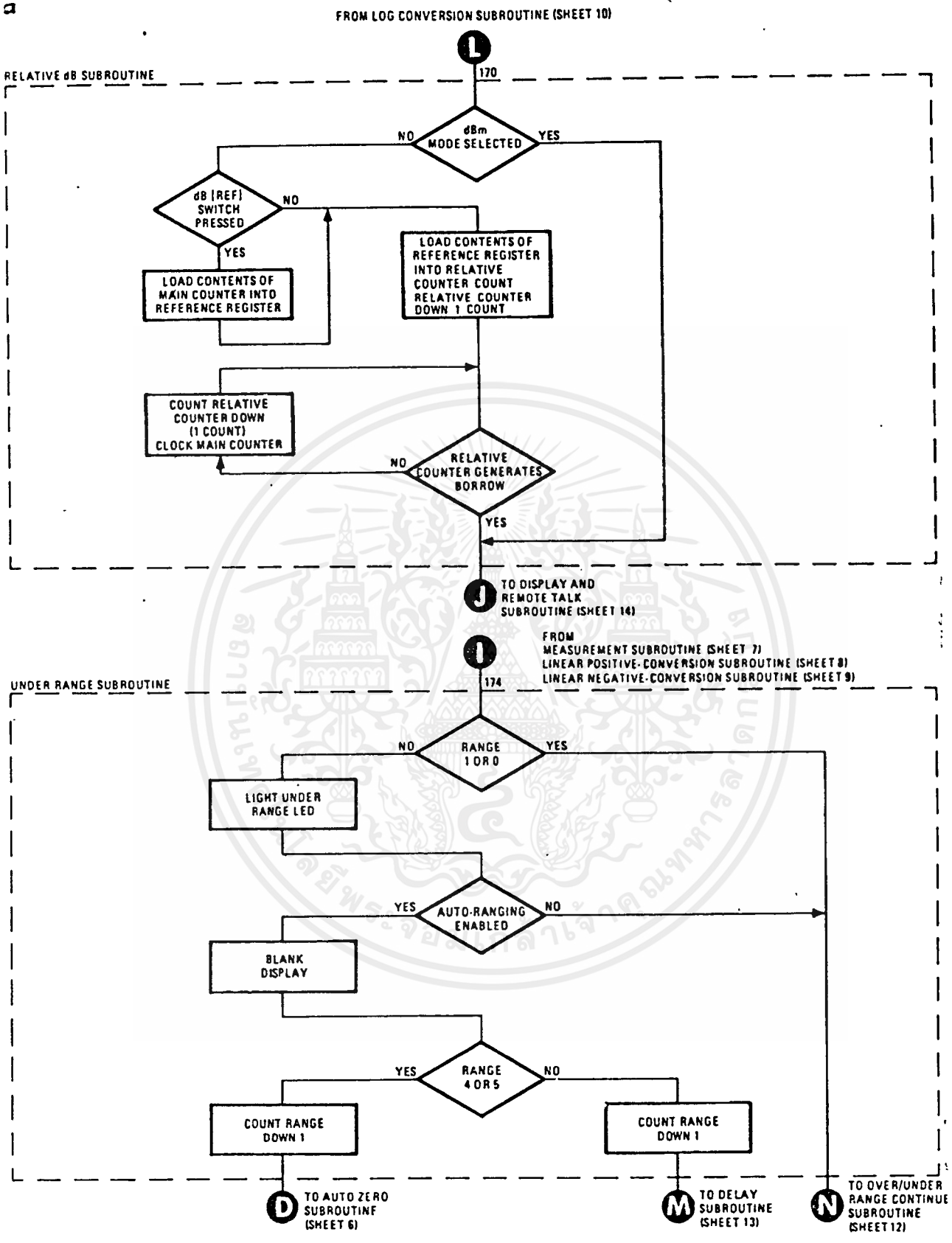


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (11A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

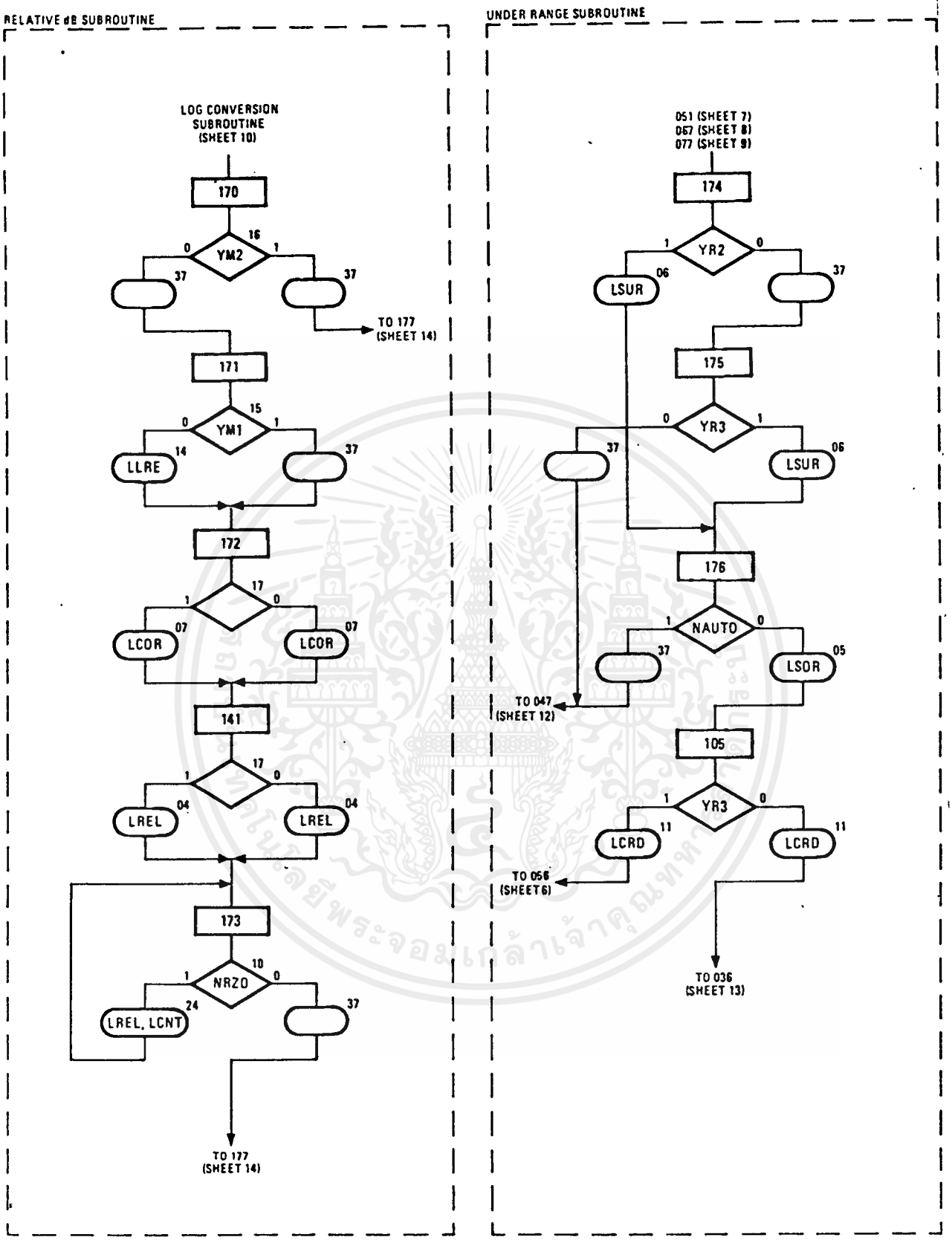


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (11B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

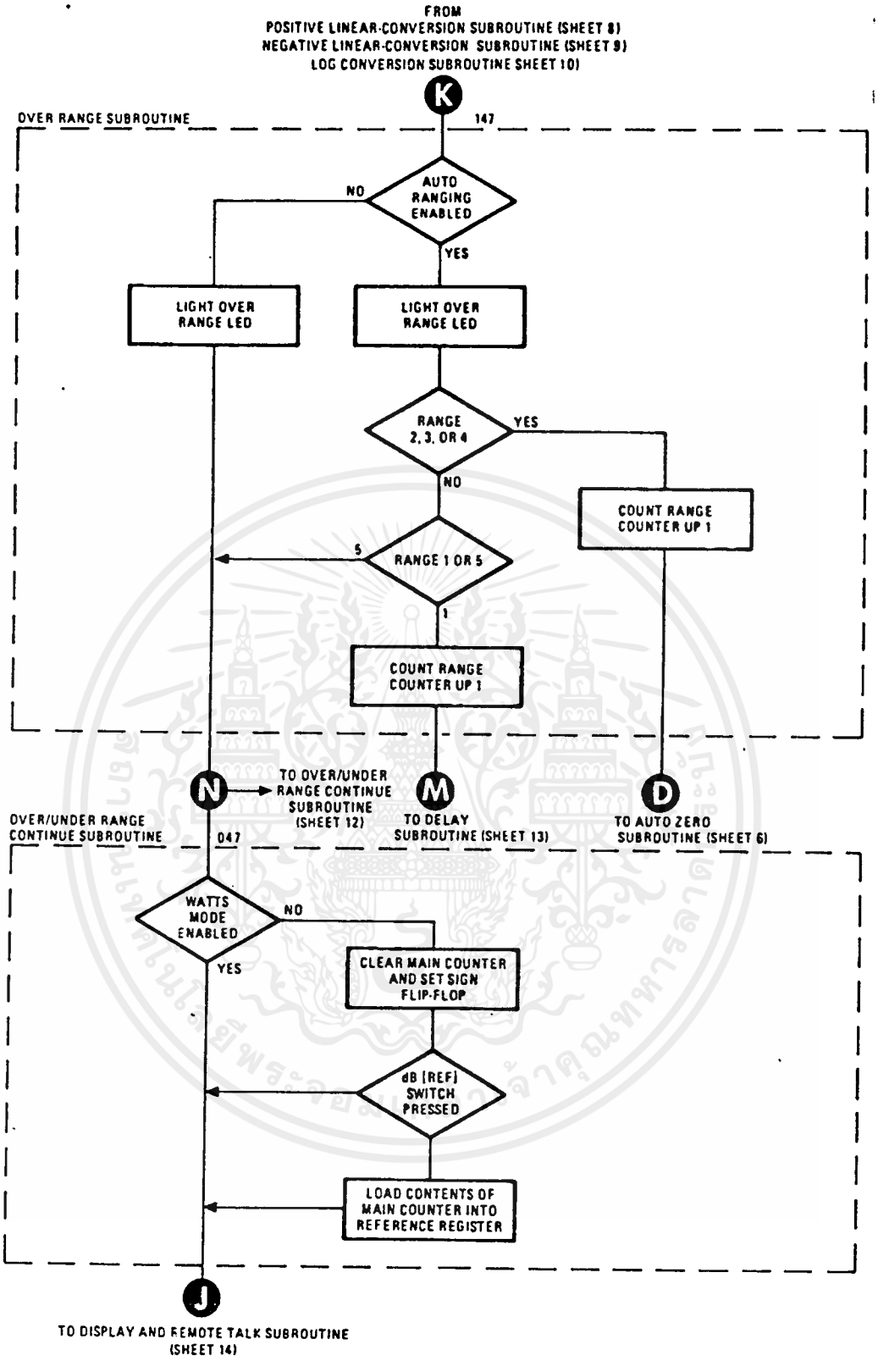


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (12A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

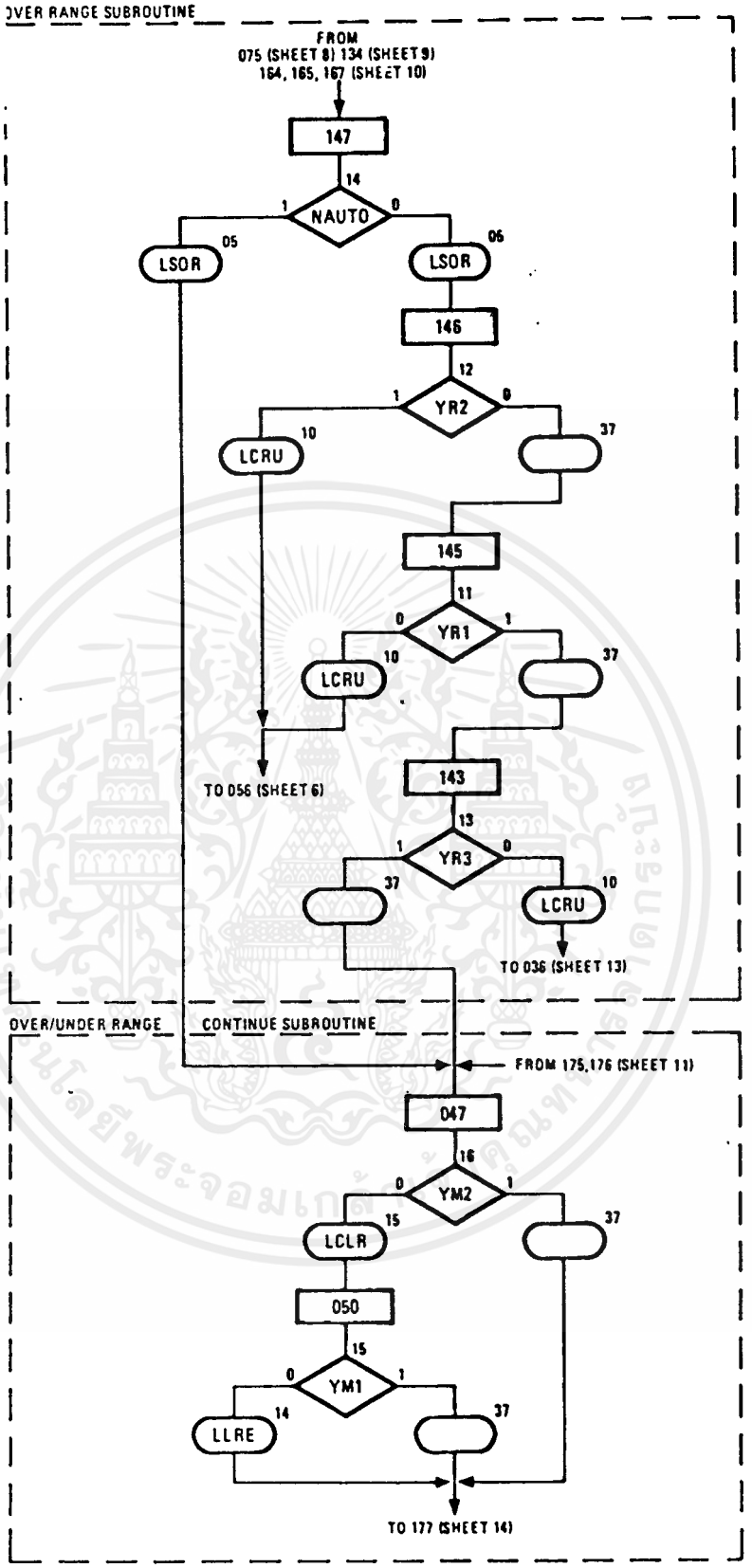


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (12B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

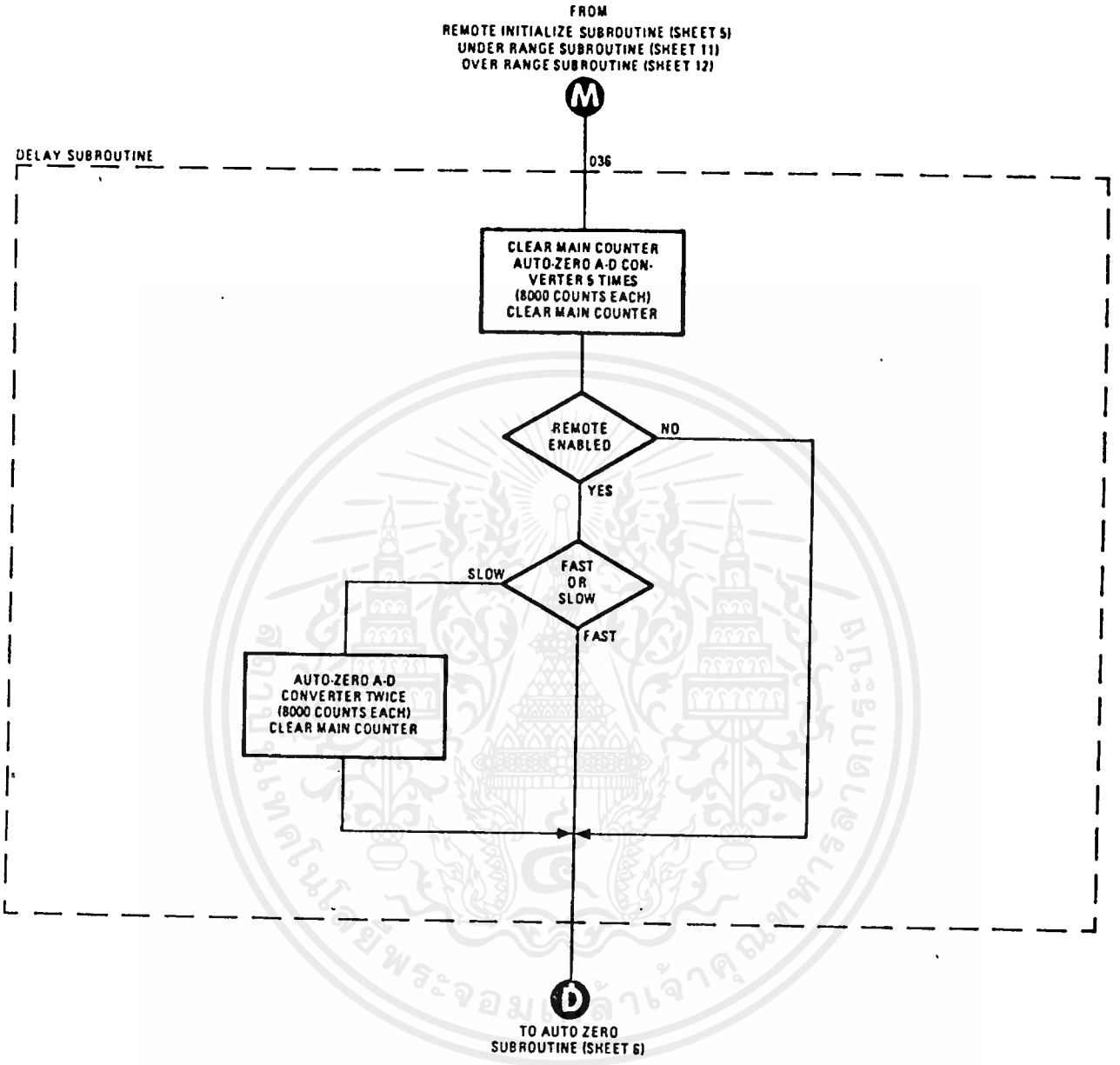


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (13A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

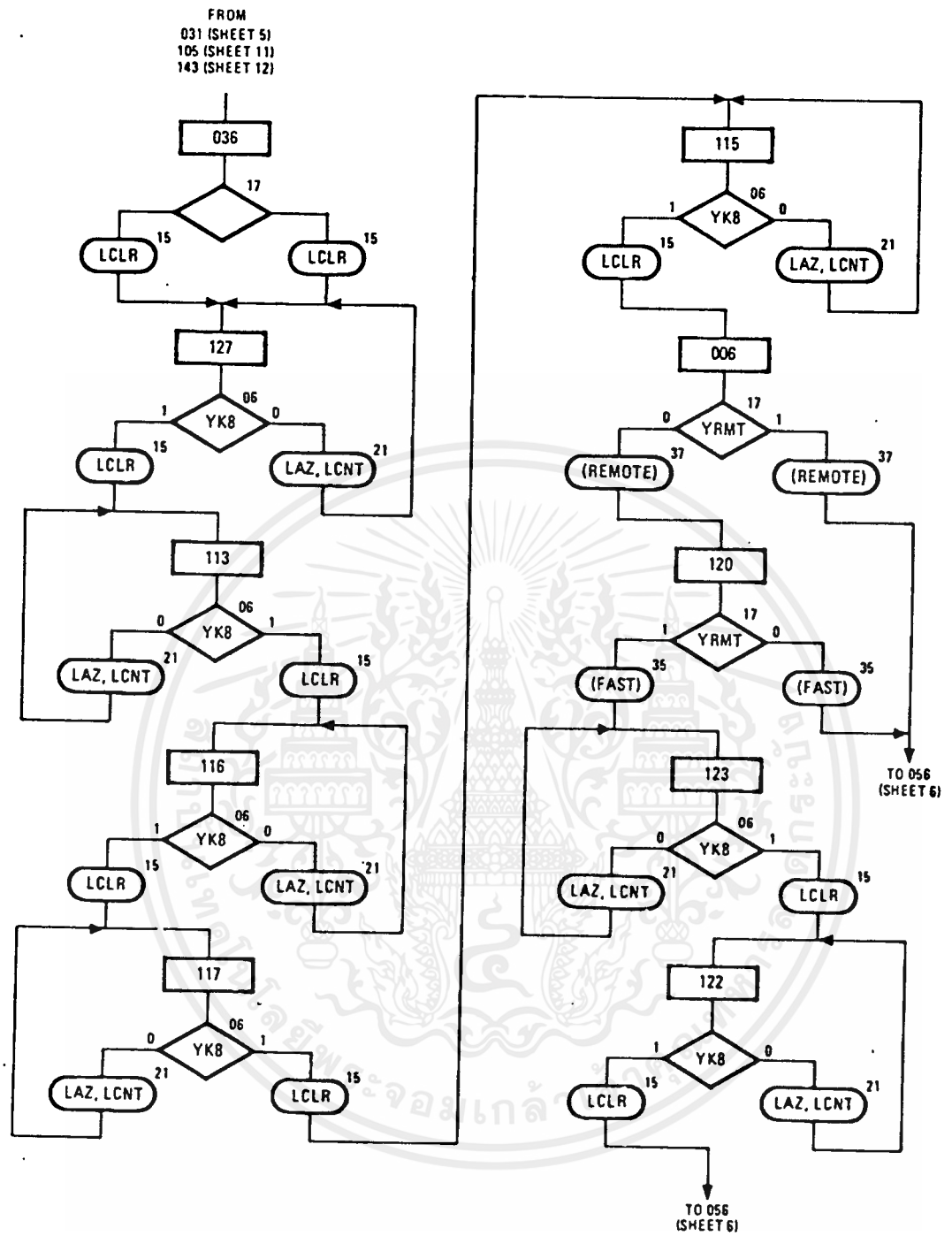


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (13B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

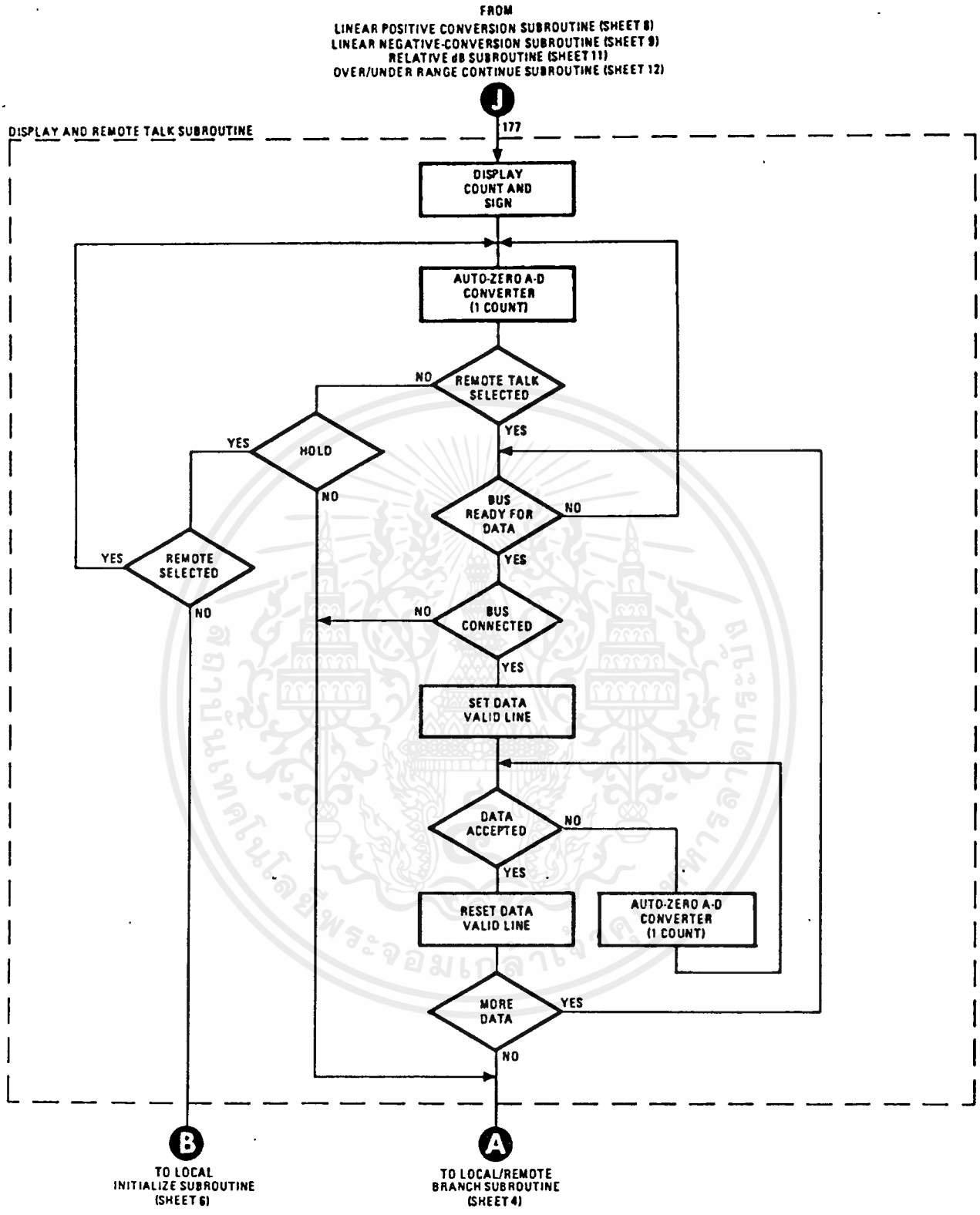


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (14A of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

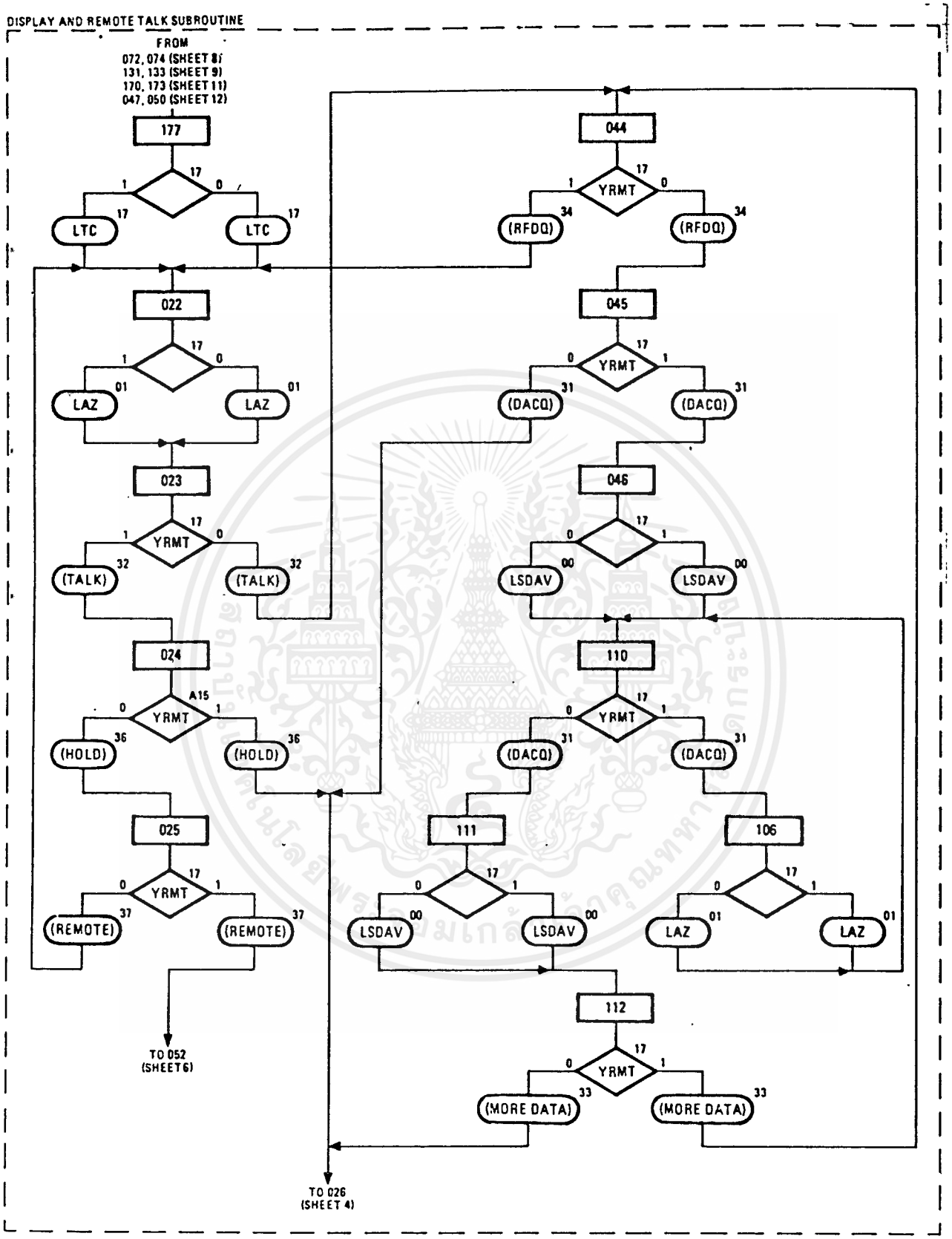


Figure 8-15. Operating Program Flow Chart (14B of 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

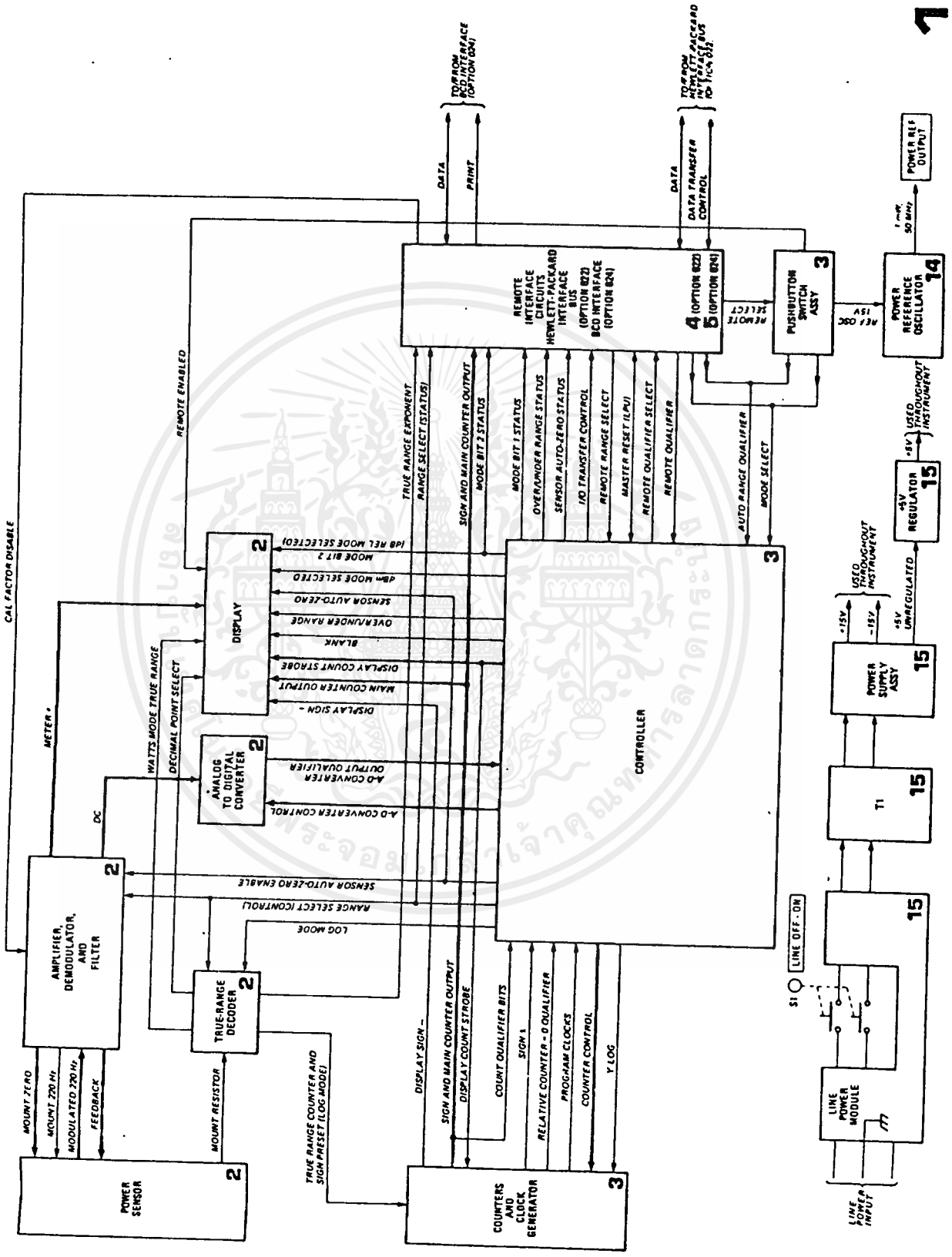
พบว่าจากตัว main program แยกออกไปเป็นโปรแกรมย่อย (subroutine) ในแต่ละโปรแกรมย่อยจะเป็นตัวกำหนดสถานภาพของการทำงานในแต่ละ functionเมื่อเริ่มเปิดเครื่องครั้งแรกพบว่า operation program จะเข้าสู่การทำงานใน subroutine ของ power up addressing และ power up subroutine ซึ่งทำให้ power meter ทำการตอบสนองในลักษณะของ initial overall circuit หลังจากจบการทำงานในชุด power up แล้วจะกลับเข้าสู่การทำงานใน main program ซึ่ง controller จะทำการตรวจเช็คโหมดการทำงานจากแหล่งคำสั่งต่าง ๆ และเริ่มทำการ execute ไปใน subroutine program ของแต่ละโหมด ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการทำงานตามคู่มือการใช้งานนั่นเอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-2 Block diagram และ การทำงานของวงจร

(Circuit description & block diagram)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังภาพที่ 8-21 เป็น Block diagram ของวงจรในการทำงานของเครื่องดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 1 - 1 ว่าเครื่องมือ นี้สามารถควบคุมการทำงานได้ใน 2 Mode คือ Local operation และ Remote operation ผ่านทาง HP-IB.or BCD.interface และเลือกย่านความถี่ และกำลังจากการเลือกใช้ Power sensor การทำงานของ front pannel ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1-1 และ Flowchart ดังแสดงในรูป 8-21 การทำงานของเครื่องจะทำงานเป็นวงรอบ โดยมีสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่มาจากชุด Controller ซึ่ง O/P เหล่านี้เป็นตัวกำหนดรูปแบบการทำงานของเครื่องมือตามที่กำหนดไว้ใน Technical order(T.O)และดังที่ทราบแล้ว เราจำเป็นต้องเข้าใจการทำงานของ Flowchart ที่ 8-15 ดังกล่าวไว้ในหัวข้อที่แล้ว ต่อไปจะเป็นการอธิบายการทำงานของ Block diagram

A) Power sensor , Amplifier , Demodulator , Filter, & True range decoder สัญญาณจาก Controller ที่ส่งมาควบคุม set นี้จะเป็นตัวสั่งให้วงจร ทำการรับค่าสัญญาณ Microwave power ที่แปลงเป็น แรงดันไฟ D.C.โดย Power sensor การส่งสัญญาณควบคุมจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ O/P คงที่ O/P ของวงจรเหล่านี้จะเป็นระดับแรงดัน D.C. ที่แปรผันตามระดับสัญญาณ R.F. average ที่ป้อนให้ Power sensor และวงจร True range decoder จะเป็นตัวปรับแรงดันอ้างอิง แปรไปตามการเลือก range ของ Power sensor

B) Counter , Clock generator , A-D Converter ชุด Clock generator จะสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับ controller program และไปป้อนให้กับ up/down counter โดยการควบคุมของ Controller อีกที เพื่อสร้างฐานเวลาอ้างอิงสำหรับวงจรอื่นๆ เช่นวงจร Analog to Digital Converter (A-D C.) ที่เป็นตัวแปลง ระดับแรงดัน D.C. เป็นรหัส B.C.D.

C) Display ชุด Display เป็น LED.7 Segment มีการเปลี่ยนค่าในทุกๆProgram cycle เพื่อแสดงสถานะของการสั่งงาน sw. mode ต่างๆ ในปัจจุบัน,ระดับของ I/P Power และสถานะภาพย่านวัด (over/under range)หลังจากที่มีการส่งค่าต่างๆ ไปที่ display แต่ละครั้ง ค่าที่ได้จะมีการ latching ไว้จนกว่าจะสั่งค่าใหม่ไป

D) Push Button Switch Assembly การใช้งานอุปกรณ์ชุดนี้ ทำใน mode Local operation เมื่อมีคำสั่งควบคุมจากการกด sw.ใดๆ ทำให้ตัว Controller รับสัญญาณควบคุมให้เป็นไปตาม program เช่น Mode select ใดๆ ก็ต้องทำงานไปพร้อมๆ กับ Auto range หากแต่จะมีการ Lock range ก็ต่อเมื่อ program พบว่ามีการกด sw.Range Hold การอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคำสั่งจาก Push button switch กระทำในทุก ๆ Operating cycle เพื่อ read out ที่ front pannel ได้ทันเวลา

F) Remote Interface circuit เป็นวงจรควบคุมการทำงานของ Controller เพื่อสามารถทำการควบคุมจาก Computer Commander ภายนอกได้ ใช้การควบคุมจากอุปกรณ์ 2 ชนิด คือ HP-IB.Interface และ BCD.Interface ดังนั้นเมื่อเครื่องทำงานแบบ Remote ตัว Card Interface (A6) จะทำการควบคุมตัวเครื่องแทน S.W. จาก Front Pannel ทั้งหมด (Take Over) และแสดงสถานะการ Remote ไปที่ Front Pannel Display เมื่อมีการ Remote สัญญาณ ควบคุมจากภายนอก สัญญาณควบคุมจาก SW. จะไม่สามารถใช้ได้ (Disible)แต่การแสดงผลที่ Display ยังคงเงื่อนไขเดิม และค่าของ Displayส่วนหนึ่งยังส่งผ่าน Controller Card ไปประมวลผลยัง Computer ด้วย

G) Power Refference Oscillator จะให้ Ooutput ออกมาหลังจากกดกด SW. Power Refference On ที่ Front Pannel จะสร้างสัญญาณความถี่ 50 MHz 1 mW สำหรับการ Calibrate ตัวเอง

H) Power Supply Assembly ทันทีที่ SW. LINE ON-OFF ถูกกด จะทำให้ไฟ AC. Line เข้าสู่วงจรผลคือ ตัววงจรจะสร้างแรงดันไฟ Supply+5,+15,-15 V.DC.สำหรับวงจรต่าง ๆ เราสามารถเลือกขนาดของ AC. LINE ได้ จากการเปลี่ยน Encoder Board ที่แผง Fuse โดยเลือกได้ดังนี้คือ 115 V. 50 Hz และ 220 V. 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

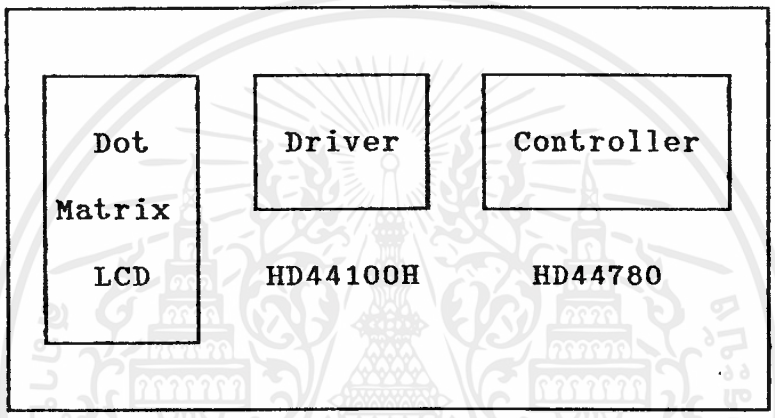
บทที่ 2

Display Module

อุปกรณ์แสดงผลที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ LCD (Liquid Crystral Display)

LCD สามารถใช้งานแบบ 4 บิต และ 8 บิตก็ได้โดยมี CG RAM สำหรับการสร้างตัวอักษร และมีฟังก์ชั่นในการ CLEAR DISPLAY, CURSOR HOME, DISPLAY ON-OFF และ CURSOR ON-OFF ส่วน DD RAM มีไว้แสดงตัวอักษร

1.ส่วนประกอบภายใน เราสามารถแบ่งโครงสร้างภายใน LCD ได้ 3 ส่วนดังนี้



1.1 Dot Matric LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิด-เปิดของตัวผลึกกับแสง

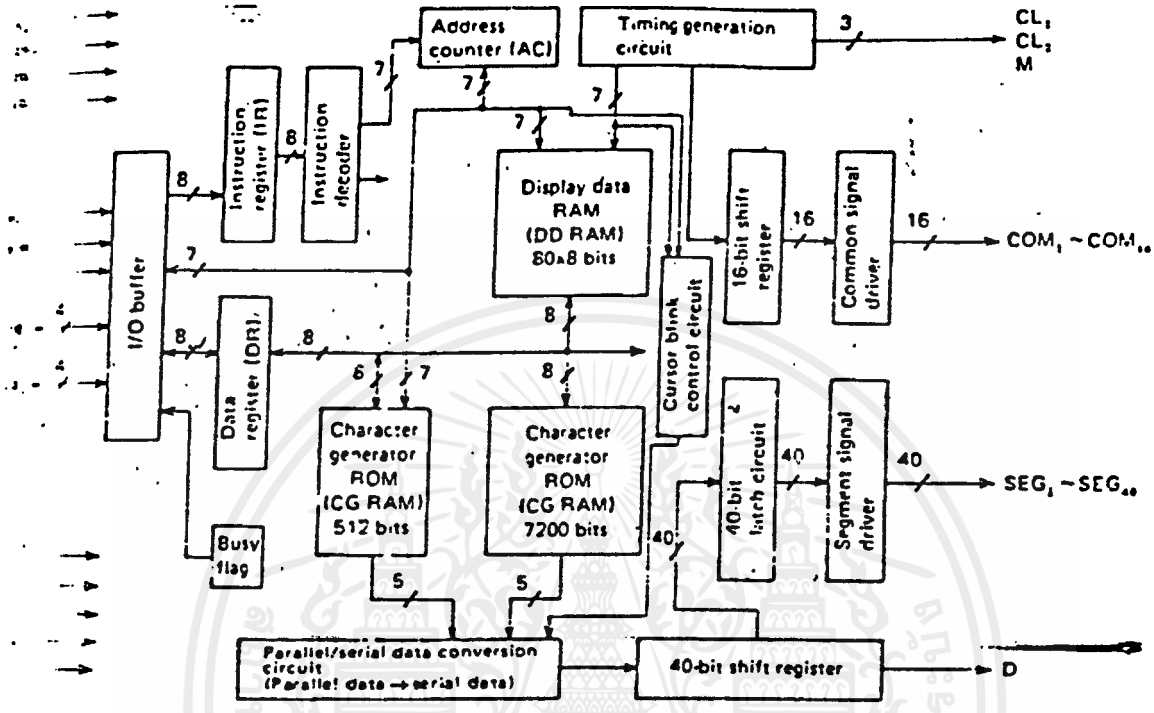
1.2 Driver เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลึก LCD

1.3 Controller เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก มาควบคุม LCD ให้ทำงานแสดงผลต่าง ๆ เช่นการลบจอภาพ การเกิดตัวอักษรเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บล็อกไดอะแกรม และฟังก์ชั่นของแต่ละบล็อก

ปล็อกไดอะแกรมภายในของ HD 44780



- ฟังก์ชั่นของแต่ละบล็อก

1.รีจิสเตอร์

HD 44780 มีรีจิสเตอร์ 8 บิต 2 ตัว คือ IR และ DR

IR จะเก็บระหัสคำสั่ง เช่น เคลียร์จอภาพ เลื่อนเคอร์เซอร์ และแอดเดรสสำหรับ DD RAM และ CG RAM จะเขียนได้อย่างเดียวอ่านไม่ได้

DR จะเก็บข้อมูลชั่วคราวที่เขียนหรืออ่านลงใน DD หรือ CG RAM โดยอัตโนมัติ เมื่อ CPU อ่าน DR ข้อมูลใน CG หรือ DD RAM ที่แอดเดรสต่อไปจะถูกส่งมาแทนที่ที่ DR

2.บีซี แฟลก (BF)

ถ้า BF = 1 HD 44780 จะทำงานภายในคำสั่งที่กระทำอยู่ไม่สามารถรับคำสั่งต่อไปเข้ามาได้ ต้องกำหนดให้ BF = 0 ถึงจะรับคำสั่งต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.แอดเดรสการนับ (AC)

เมื่อมีการเขียนหรืออ่านข้อมูล ค่าแอดเดรสจะถูกส่งจาก IR ไปที่ AC เพื่อทำการเลือก DD หรือ CG RAM ที่บรรจุข้อมูลให้ทำตามค่าสั่ง แล้ว AC จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติ

4.DD RAM

ใช้เก็บค่าข้อมูลขนาด 8 บิตที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD โดยจำนวนแอดเดรสที่เกิดขึ้นที่จอภาพจะขึ้นอยู่กับการเซตค่า N ซึ่งจะอธิบายในการเซตค่า LCD ต่อไป

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	->Position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	->DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

รูปการจัดแอดเดรสของ DD RAM บน LCD

5.CG ROM

จะผลิต 5*7 หรือ 5*10 จุดตัวอักษร จาก 8 บิตข้อมูลตัวอักษร

6.CG RAM

เป็นแรมที่ผู้ใช้สามารถปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงตัวอักษร (Pattern character) โดยโปรแกรม

7.การผลิตเวลาในวงจร (Timing Generating Circuit)

จะผลิต Timing ให้กับ CG ROM,DD RAM และ CG RAM

8.วงจรขับ LCD

ประกอบด้วย 16 ตัวขับสัญญาณปกติ (Common Signal Driver) และ 40 สัญญาณขับ (Segment Signal Driver)

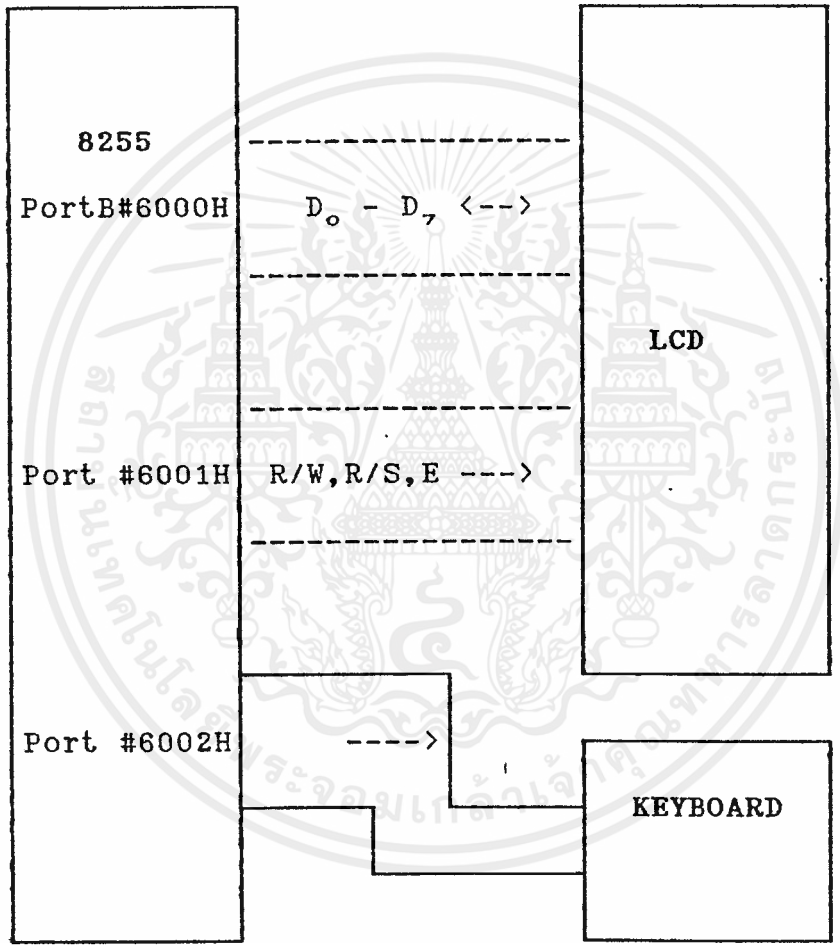
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.การควบคุมวงจร เคอร์เซอร์และการกระพริบ

จะผลิต เคอร์เซอร์ หรือเคอร์เซอร์กระพริบ จะปรากฏในดิจิตช้าง ๆ แอดเดรส DD RAM ที่เซตใน AC

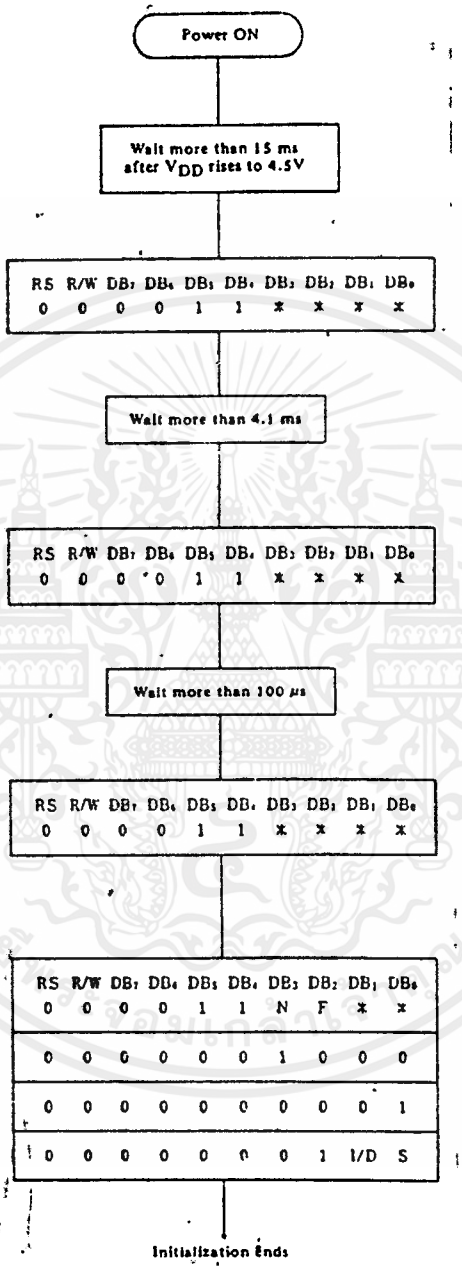
3.การต่อพอร์ต ใช้งาน

จากโครงงานของเรา LCD จะต่อกับ CPU โดยผ่านตัวขยายพอร์ท # 8255 และจะติดตั้งในบอร์ด ร่วมกับคีย์บอร์ด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การ Initial LCD



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเริ่มต้น Intialization

เมื่อเริ่มป้อนไฟให้ LCD จะ RESET ตัวเองโดยอัตโนมัติ (Automatic Reset) โดยจะใช้เวลาประมาณ 10 ms หลังจากไฟ VDD ถึง 4.5 v.แล้วโดยจะอยู่ในขบวนการเซตตัวเอง (BF = 1) ไม่พร้อมจะรับข้อมูลและคำสั่ง มีขั้นตอนดังนี้

1.DISPLAY CLEAR จะทำการลบข้อมูลจากจอภาพ LCD

2.FUNCTION SET โดยจะ SET ค่าภายใน

DL = 1: เป็นการ SET ให้การติดต่อแบบ 8 BIT

N = 0: SET เป็น 1 บรรทัดการแสดงผล

F = 0: 5*7 DOT ต่อหนึ่งตัวอักษร

3.DISPLAY ON/OFF D = 0: DISPLAY OFF

C = 0: CURSOR OFF

B = 0: BLINK OFF

4.ENTRY MODE SET I/D = 1: +1 (เพิ่มค่า COUNTER ขึ้น 1)

S = 0: NO SHIFT

<u>รายละเอียดของคำสั่ง HD44780</u>

1. CLEAR DISPLAY

Clear display

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมดและทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ SET I/D =1,S ไม่มีการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. REURN HOME

Return home

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	.

คำสั่งนี้จะทำการ SET DD RAM ADDRESSER เป็นศูนย์ ตัว CURSOR จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยน

3. ENTRY MODE SET

Entry mode set

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

BIT I/D : โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1= เพิ่ม 0= ลดลงหนึ่ง

BIT S :เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S=1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัว CURSOR อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S=0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัว CURSOR จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

Display ON/OFF control

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

BIT D :เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D=1 จะ ON และ D=0 จะ OFF

BIT C :จะให้แสดง CURSOR ให้ BIT C=1 และถ้าไม่ต้องการแสดง CURSOR BIT C=0 โดยตัว CURSOR จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5*7 DOT และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5*10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของ CURSOR โดย B = 1 มีการกระพริบ

B=0 ไม่มีการกระพริบโดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms

5.CURSOR OR DISPLAY SHIFT

Display or display shift

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	.	.

*No effect

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง CURSOR หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน โดย

S/C R/L

0 0 ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง

0 1 ทำการย้าย CURSOR ไปจากตำแหน่งเดินไปขวามือ 1 ตำแหน่ง

1 0 เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้าย

1 1 เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวา

6.FUNCTION SET

Function set

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	.	.

*No effect

BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 BIT หรือ 4 BIT โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 BIT DL = 0 และ 8 BIT DL = 1

N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด N = 1 แสดง 2 บรรทัด ในกรณีมากกว่า 2 บรรทัด ก็ให้ SET N = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F :เป็นการ SET ขนาด DOT การแสดงผล 5*7 หรือ 5*10 โดย F= 0 เป็นแบบ 5*7 และ F = 1 เป็นแบบ 5*10

N F	No.of display lines	Character font	Duty factor	Remarks
0 0	1	5*7 dots	1/8	
0 1	1	5*10 dots	1/11	
1 .	2	5*7 dots	1/16	Cannot display 2 lines with 5*10 dot character font.

*No effect

7.SET CG ADDRESS

Set CG RAM address

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

<- Higher Order Bits Lower Order Bits ->

ใน HD44780 นั้นจะมีหน่วยความจำอยู่ 2 ชุดคือ DISPLAY DATA RAM(DD RAM) จำนวน 80*8 BIT และ CHARACTER GENERATOR ROM CG RAM จำนวน 512 BIT และ 7200 BIT คำสั่งนี้จะเป็นการ SEt ADDRESS ใน CG RAM โดยต้องทำการ SET ADDRESS ก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.SET DD RAM ADDRESS

Set DD RAM address

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

<- Higher Order Bits Lower Order Bits ->

เป็นคำสั่ง SET ค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (DD RAM คือส่วนที่จะแสดงผลหน้าจอ LCD)โดยจำนวน ADDRESS ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะขึ้นอยู่กับการ SET ค่า N ด้วย

ถ้า N = 0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-4FH

ถ้า N = 1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H-27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ40H-67H สำหรับบรรทัดที่ 2

ตัวอย่างการจัด ADDRESS ของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด HDM-16416H

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	-display posi
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	-DD RAM add
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

HDM-16416H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.READ BUSY FLAG AND ADDRESS

Read busy flag & address

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

<- Higher Lower ->

Order Bits Order Bits

เป็นคำสั่งอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD$$&*) นี้อยู่ในกระบวนการทำงานภายในอยู่ หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

10.WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

Write data to CG or DD RAM

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

<- Higher Lower ->

Order Bits Order Bits

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ SET ใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.READ DATA FROM CG OR DD RAM

Read data form CG or DD RAM

RS R/W DB7 ----------DB0

Code	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

<- Higher Order Bits Lower Order Bits ->

เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลจาก CG หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก CG หรือ DD RAM นั้นควรจะใช้คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

ขาต่าง ๆ ในการต่อใช้งาน HD44780

1. RS (REGISTOR SELECTION) จะเป็นขาเลือก REGISTOR ภายในซึ่งมีอยู่ 2 ตัวคือ INSTRUCTION REGISTER (IR) และ DATA REGISTOR (DR)โดยถ้าเป็น 1 จะเป็นการเลือก DATA และถ้าเป็น 0 จะเป็นการเลือก INSTRUCTION

2. R/W (READ/WRITE) เป็นตัวเลือกว่าจะเขียนหรืออ่านข้อมูลจากตัว IC โดย อ่านข้อมูล = 1 เขียนข้อมูล = 0

3. E (ENABLE SIGNAL) เป็นขากำหนดสภาพการรับเขียนอ่านข้อมูล

The relation between the operation and the combination of RS,R/W

RS	RWA	E	OPERATION
0	0		Write instruction code
0	1		Read busy flag and address counter
1	0		Write data
1	1		Read data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When performing data and instruction code by 4 bit,transfer RS,R/W every time

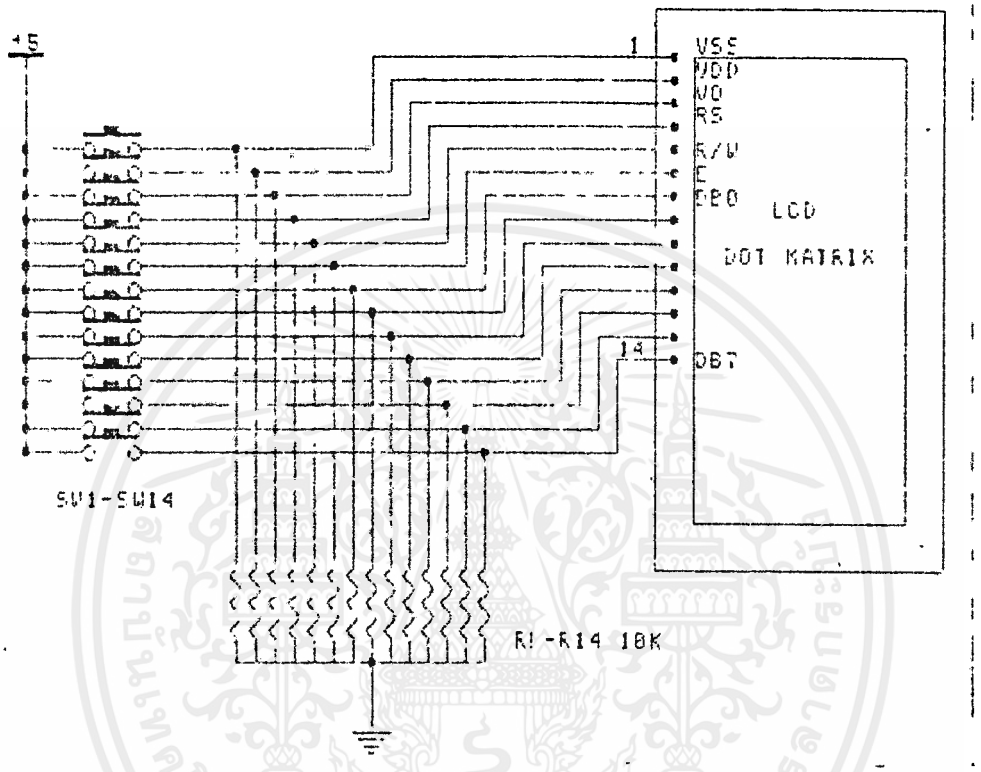
4. DBO-DB7 เป็นรับส่งข้อมูลจากตัว IC
5. VDD ไฟเลี้ยงตัววงจร
6. VSS เป็นขากราวด์ (GND)
7. VO เป็นขารับ VOLTAGE ในการขับ LCD ให้สว่างหรือมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง

การที่เราจะใช้ LCD มาเป็นส่วนแดงผลนั้นเราต้องศึกษาเกี่ยวกับการทำงานต่าง ๆ ของ LCD และการเซตค่าให้มันด้วย ซึ่งจะมีการทดลองดังนี้

1.ต่อวงจรดังภาพ



รูปการต่อวงจรทอลอง LCD

2.ทดลอง

- Clear display
- Return home
- Entry modeset
- Display On/Off control
- Cursor and display shift
- function
- Set CG และ DD RAM

โดยเมื่อป้อนค่าตามตารางแล้ว ให้กด sw Enable ดูผลที่ได้บนจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการทดลอง

Instruction	Code										
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	ผลการทดลอง
Clear Displ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	.	
Entry Mode	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	
Disp On/Off	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	
Cu&Di Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	.	.	
Funct Set	0	0	0	0	0	DL	N	F	.	.	
CG RAM ADDR	0	0	0	1	A_{CG}						
DD RAM ADDR	0	0	1	A_{DD}							

A_{CG} = CG RAM ADDRESS A_{DD} = DD RAM ADDRESS

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อทำตามตารางแล้ว สังเกตการแสดงผลที่ LCD จะเห็นว่าเราสามารถที่จะทำการควบคุม LCD ไม่ว่าจะเป็นการแสดงผล การกระพริบของเคอร์เซอร์ได้ โดยการป้อนพัลส์ไปยังบิตที่ควบคุมต่างๆ และเมื่อนำไปประยุกต์เข้ากับ CPU โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถทำได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เราสามารถทำการควบคุมการทำงานของ LCD ได้โดยการป้อนพัลส์ให้บิตที่กำหนด และเมื่อนำไปต่อกับ Controller เราก็ใช้หลักการเดียวกันซึ่งการป้อนพัลส์เราทำได้โดยการใช้โปรแกรมสั่งพัลส์ไปเกิดยังบิตที่ต้องการโดยโปรแกรม จะเก็บไว้ใน ROM เมื่อเปิดเครื่องก็จะทำการโหลดขึ้นมาโดยอัตโนมัติ

ปัญหาที่พบระหว่างการทดลอง

- จะเห็นว่าตำแหน่งการแสดงภาพจะสลับแถวกัน โดยเมื่อแถวที่ 1 เต็มข้อมูลจะไปแสดงที่แถวที่ 3 ไปแถวที่ 2 แล้วไปแถวที่ 4 จะเกิดการสับสนขึ้น

<u>วิธีแก้</u>

โดยการเขียนโปรแกรมเช็คที่บิตสุดท้ายของแต่ละแถวหรือเช็คการกดคีย์ Enter แล้วให้ไปแสดงที่บิตแรกของบรรทัดถัดไป

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	-display posi -DD RAM address
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

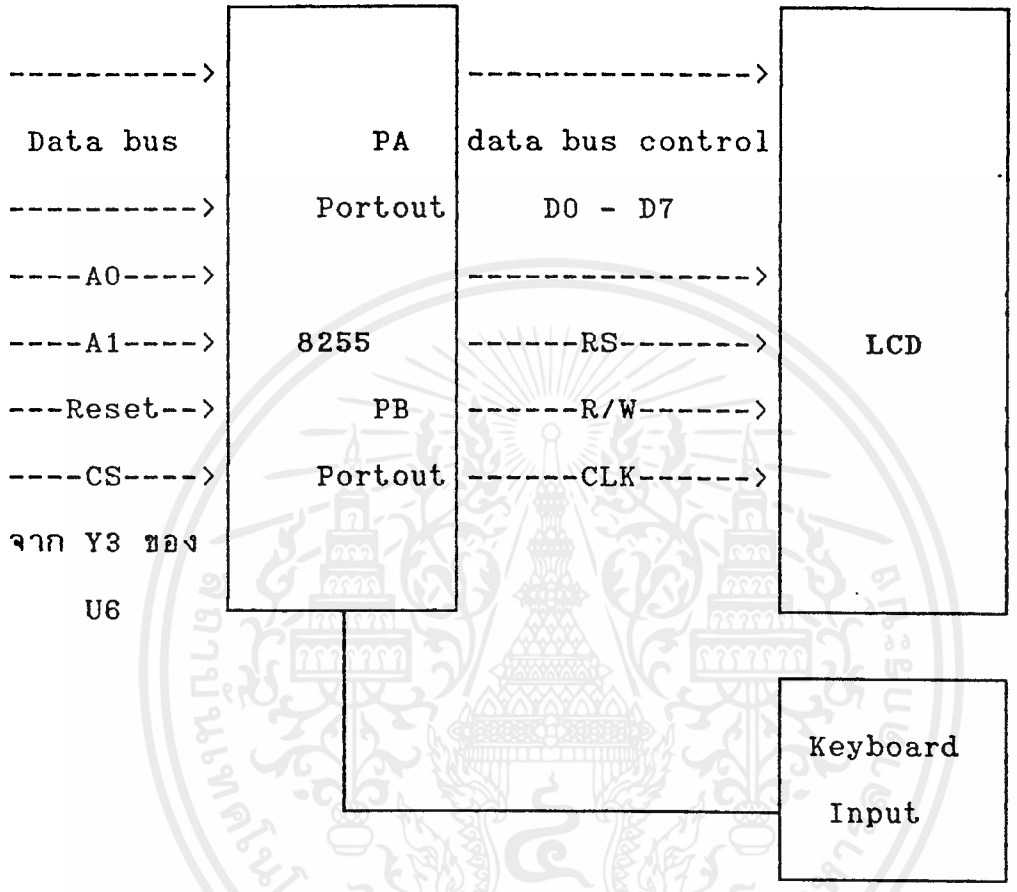
- LCD มีความเปราะบาง ห้ามกระทบกระเทือนแรง ๆ ห้ามป้อนไฟสลับขั้วหรือป้อนไฟเกิน 5 v.
- ใช้งานค่อนข้างยากสำหรับผู้เริ่มใช้ใหม่ ๆ
- ราคาแพง มีขายที่ ETT เท่านั้น
- Keyboard ไม่ควรวางติดกันเกินไป จะทำให้ แป้นพิมพ์เกยกันได้
- ขาของ Keyboard ไม่ตรงตามมาตรฐานของขา IC ทั่วไปต้องใช้การดัดเข้า
- การทำ Socket ของ LCD ต้องมีตัวค้ำยันให้มันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อ LCD กับระบบของโครงงาน

การติดต่อของ CPU กับ DISPLAY MODULE

หลักการติดต่อระหว่าง CPU กับตัว Display Module นี้ เราอาศัย Portout 2 พอร์ต ทำการจำลองสัญญาณควบคุมให้ชุด LCD ทำงานได้โดยฮาร์ดแวร์ของระบบดังภาพ

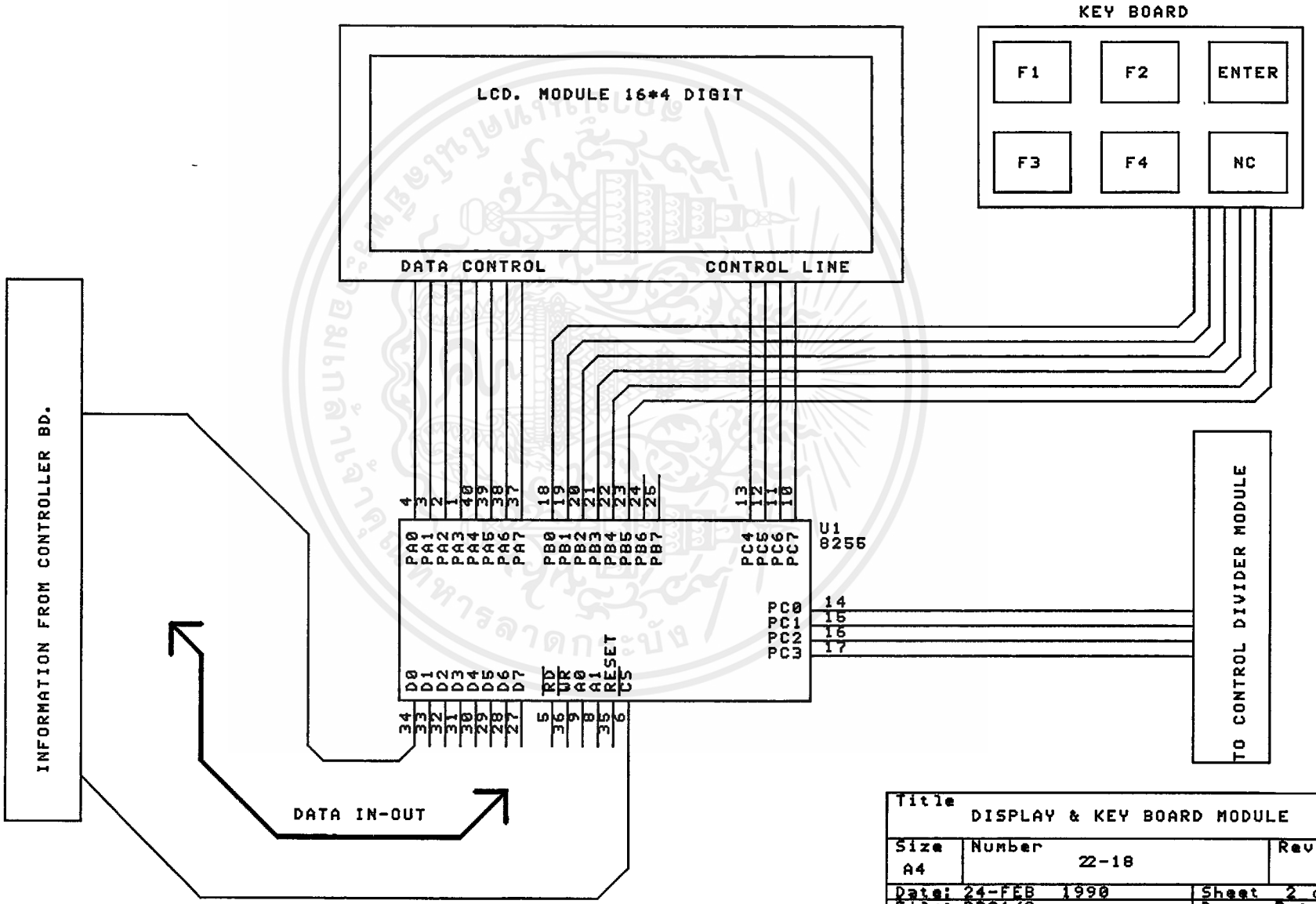


เราสามารถจำลอง สัญญาณต่าง ๆ ที่จะใช้ในการควบคุม LCD Module ตามเงื่อนไข(ในผนวก ค.)และตาม Timming Diagram ของชุด LCD ได้เลยตามคำสั่งที่เงื่อนไขในซอฟท์แวร์ โดยไม่ต้องเสียเวลาไป Scan Display จึงทำให้ CPU ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นที่ Step อื่น ๆ

พอร์ตที่ใช้ จะใช้พอร์ต A, B ของ 8255 เป็น Output Port โดยให้ Port A นี้ทำตัวเป็น Data Bus หรือ Control word ใช้ทั้งแปดเส้น ส่วน Port B ใช้สัญญาณเพียงสามเส้นคือ D0, D1, D2 เพื่อมาทำเป็น Control Bus สำหรับการควบคุม LCD

ที่ Port C ถูกเซตไว้ให้เป็น Input port รับข้อมูลจากคีย์บอร์ดเนื่องจากมีคำสั่งในการควบคุมไม่มาก ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการ Scan Matrix Key จะใช้เพียงแต่รับ KEY ทาง Input เข้ามาตรง ๆ เลยก็พอแล้ว

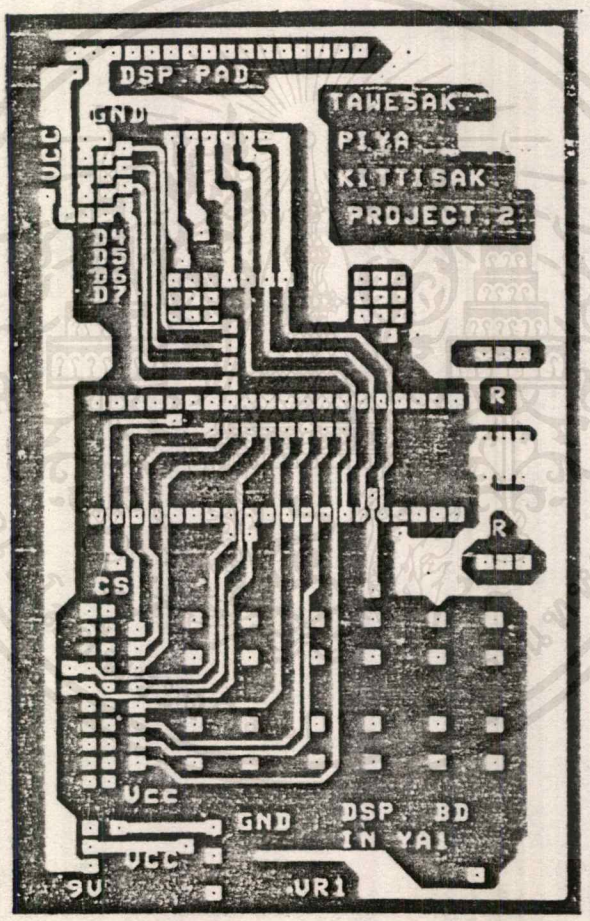
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title: DISPLAY & KEY BOARD MODULE		
Size: A4	Number: 22-18	Revision:
Date: 24-FEB 1990		Sheet 2 of 3
File: PRO1/2		Drawn By: KITTISAK

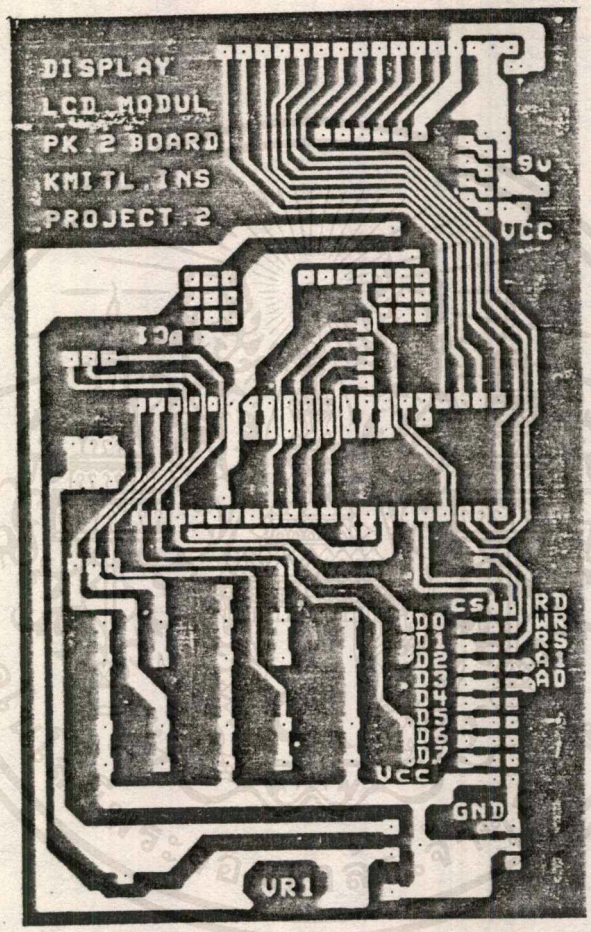
Printed Circuit Board

Component Side



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soldier Side

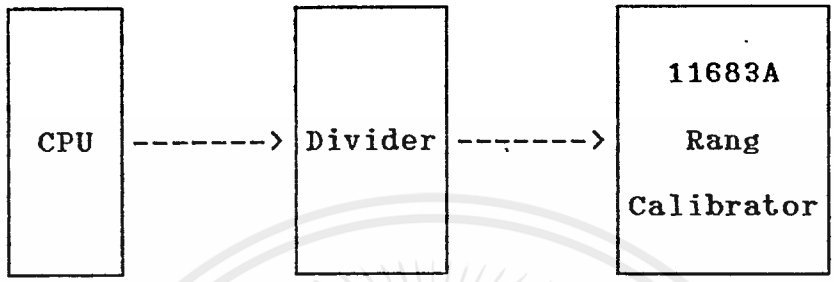


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

Divider Module

ชุดทดลอง Divider ใช้ควบคุมการเลือกย่านการวัดของเครื่องมือวัดแทนชุด 11683A Rang Calibrator Module ที่ใช้มือในการเลือกย่าน โดยจะใช้ชุดคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการเลือกย่าน

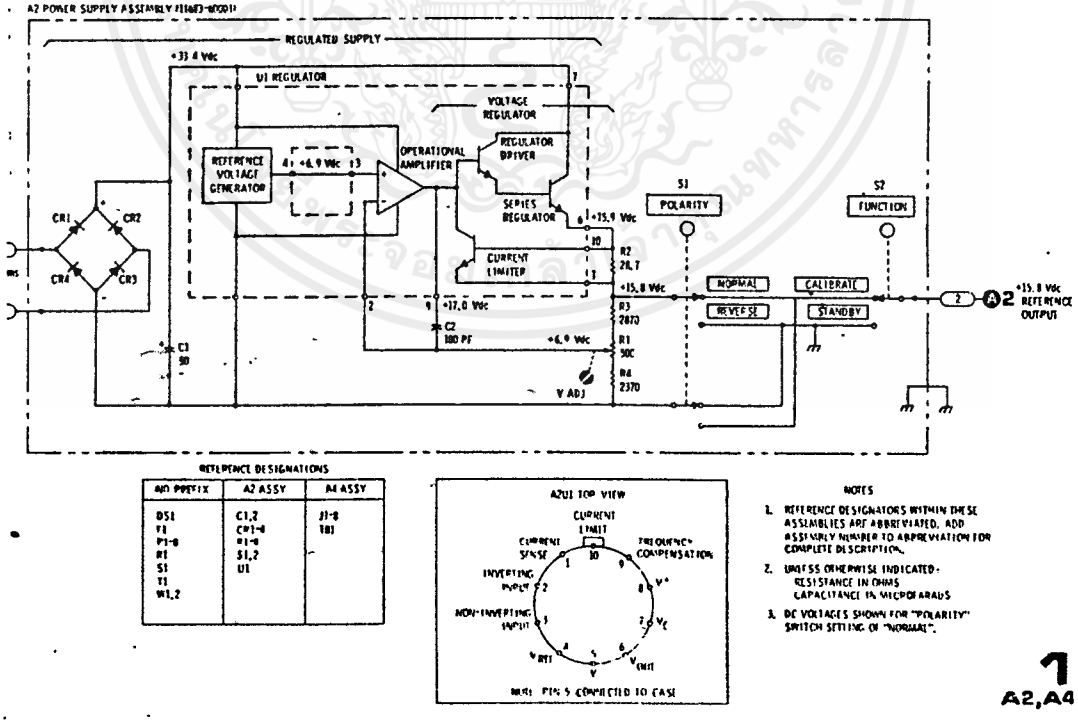


รูปที่ 3.1 Divider

1: ชุด 11683A Rang Calibrator

ชุด Rang Calibrator แบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

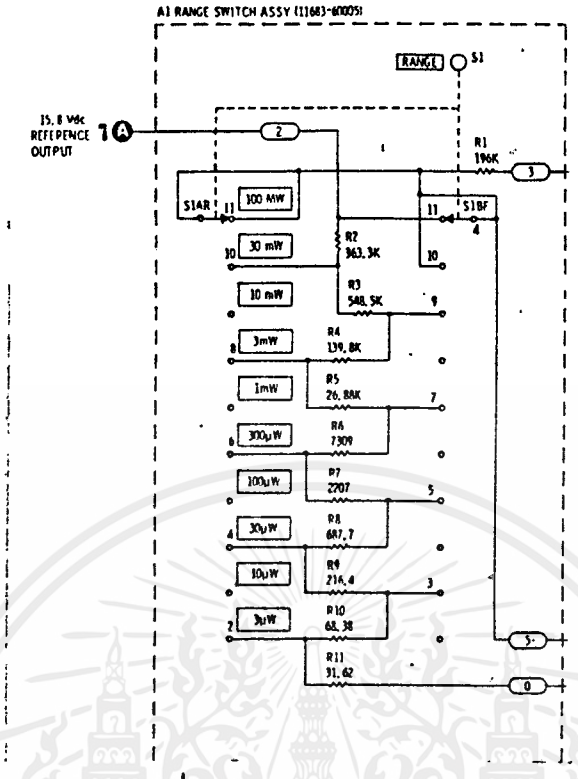
1.Power Supply ใช้ IC#LM723 ในการเรกติไฟร์เพื่อให้ได้เอาท์พุต 15.8 v.



รูปที่ 3.2 Power Supply

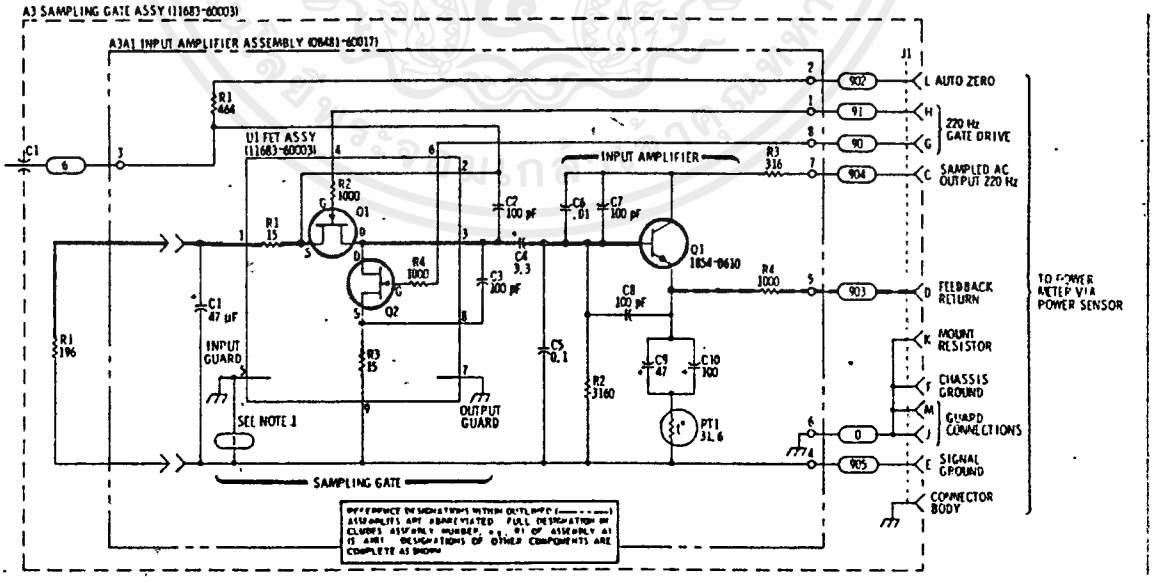
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.Rang Switch ใช้ในการเปลี่ยนย่านการวัดไปตามขนาดอินพุตที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งหมด 10 ย่าน



รูปที่ 3.3 Rang Switch

3.Sampling Gate จะทำการแปลงค่าแรงดันไฟตรงให้เป็นความถี่ไมโครเวฟ เพื่อใช้ในการปรับเทียบค่าของเครื่อง 436A ในค่าที่ผิดพลาดว่ามีค่าเท่าใด

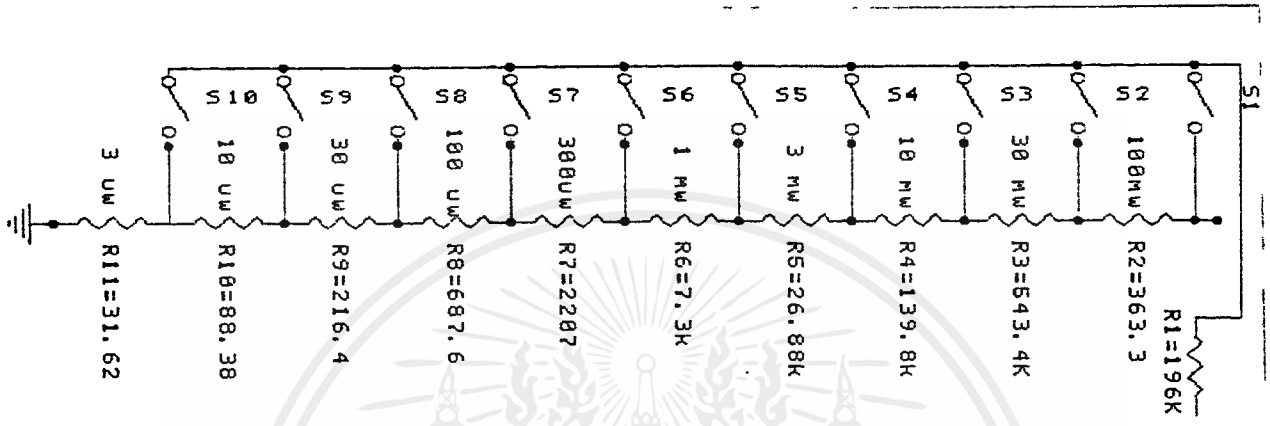


รูปที่ 3.4 Sampling Gate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ชุดจำลอง Rang Calibrator ของโครงงาน

เราได้ทำการประยุกต์ชุด Rang Switch โดยใช้รีเลย์ทำสวิทช์และจะควบคุมโดย CPU ควบคุมการทำงานตามโปรแกรม



รูปที่ 3.5 ชุดจำลอง Rang Switch

การทดลอง

เมื่อทำการทดลองป้อนไฟดีซี 15 V.ที่ Reference Output แล้วทำการวัดที่เอาท์พุตของสวิทช์แต่ละตัวผลจะเป็นดังนี้

R2	แรงดันตกคร่อม	5.26 v.
R3	"	7.95 V.
R4	"	2.02 V.
R5	"	0.35 V.
R6	"	0.105V.
R7	"	0.032V.
R8	"	0.0099V.
R9	"	0.0031V.
R10	"	0.00099V.
R11	"	0.00045V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรีเลย์ทำงานจะมีแรงดันตกคร่อมดังนี้

S1	แรงดันตกคร่อม	15.80 v.
S2	"	10.49 V.
S3	"	2.52 V.
S4	"	0.501V.
S5	"	0.046V.
S6	"	0.0144V.
S7	"	0.0045V.
S8	"	0.00045V.
S9	"	0.00099V.
S10	"	0.00045V.

อุปกรณ์ของชุด Divider

1.IC#74LS154 ใช้สำหรับเปลี่ยนรหัส BCD 8421 เป็นเลขฐานสิบ

2.IC#74LS08 ใช้เป็น AND Gate

3.IC#74LS04 ใช้เป็น Inverting Gate

4.Transister #2N222

5.Diode 1/2 w

6.Resister 2Kohm

7.LED

8.Connecter 10 pin, 12 pin

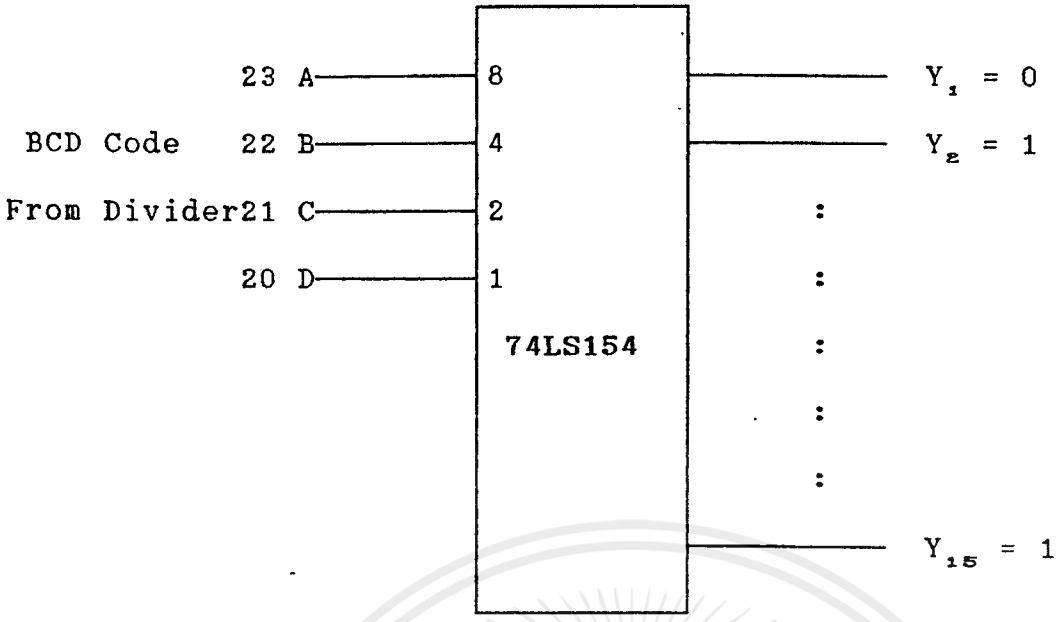
9.Relay 15-30 v.

การต่อ Connecter

จาก Schelmatic Diagram สามารถอธิบายได้ดังนี้

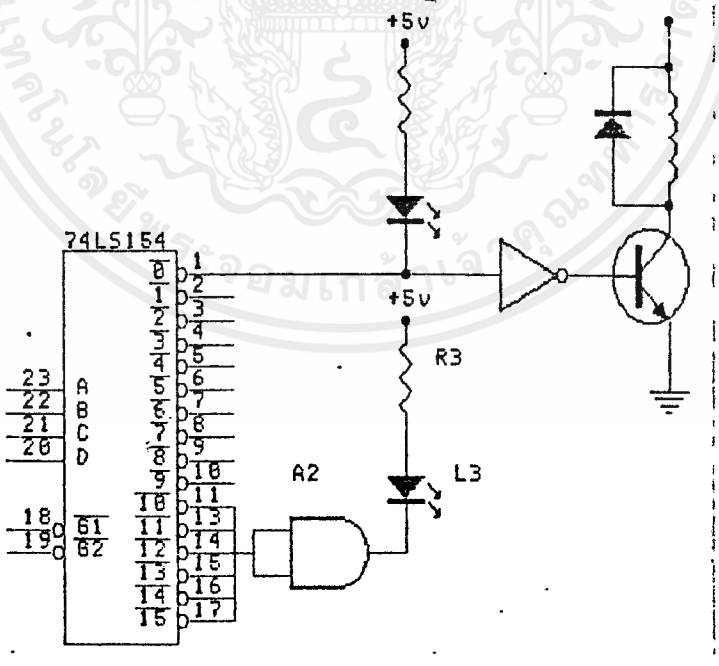
ที่หัว Jumper ของ Divider จะต่อเชื่อมเข้ากับชุด Jumper ของ Controller โดยมีสายแพ ขนาด 10 เส้นเป็นตัวส่งผ่าน โดย Jumper ของชุด Divider จะใช้ A16, A17, A18 และ A19 ต่อเข้ากับ A6, A7, A8 และ A9 ของ Divider ซึ่งในส่วนนี้จะส่งสัญญาณเป็น BCD Code ติดต่อกัน ซึ่งระหัส BCD 8421 จะใช้ในการควบคุมในส่วนของ logic ที่ออกจากขา IC #74LS154 โดยจะมีสถานะ "0" เมื่อถูกเลือกใช้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6

เราสามารถที่จะนำไปใช้งานได้ดังรูป และมีการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป เมื่อ 74LS154 ได้รับระหัส BCD 8421 เรียบร้อยพร้อมที่จะให้สัญญาณเมื่อ Y_0 ถูกเลือก LED ที่ต่อไว้กับขา Y_0 จะติดส่วนตัวต้านทาน 2.2K มีไว้เพื่อลดแรงดัน นอกจากนี้ที่ขา Y_0 ยังใช้ควบคุมทรานซิสเตอร์โดยใช้ Inverter ต่อเพื่อกลับโลจิกไปป้อนให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเพื่อนำไปควบคุมรีเลย์ ซึ่งรีเลย์นี้จะใช้ในการเลือกย่านการวัดอีกที ตัวไดโอดที่ต่อที่ขา C (ขนาน Coil Relay)ของทรานซิสเตอร์นั้นมีไว้เพื่อป้องกันกระแสไหลกลับ (Back EMF) ที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

และจากหลักการข้างต้นเราจึงได้นำรีเลย์และทรานซิสเตอร์มาต่อกับขาตต่างถึง 10 ขา(Y_0-Y_9) ส่วนขาไอซีที่เหลือ (10-15) จะนำไปต่อกับ AND Gate เพื่อรวมสัญญาณไปป้อนให้ LED เราสามารถสรุปการทำงานของวงจรข้างต้นได้ดังนี้

BCD Code 8421				O/P	Transistor ที่ ON
0	0	0	0	Y0	1
0	0	0	1	Y1	2
0	0	1	0	Y2	3
0	0	1	1	Y3	4
0	1	0	0	Y4	5
0	1	0	1	Y5	6
0	1	1	0	Y6	7
0	1	1	1	Y7	8
1	0	0	0	Y8	9
1	0	0	1	Y9	10
1	0	1	0	Y10	LED ON
1	0	1	1	Y11	"
1	1	0	0	Y12	"
1	1	0	1	Y13	"
1	1	1	0	Y14	"
1	1	1	1	Y15	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เราสามารถใช้คอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของชุด Divider ในการเลือกย่านที่มต้องการได้ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเปรียบเทียบค่าที่ส่งให้กับ Digital Voltmeter ว่าใช้ความถี่เท่าใด แล้ว 11683A Rang Calibrater จะถูกปรับโดยอัตโนมัติ โดยผ่านชุด Divider

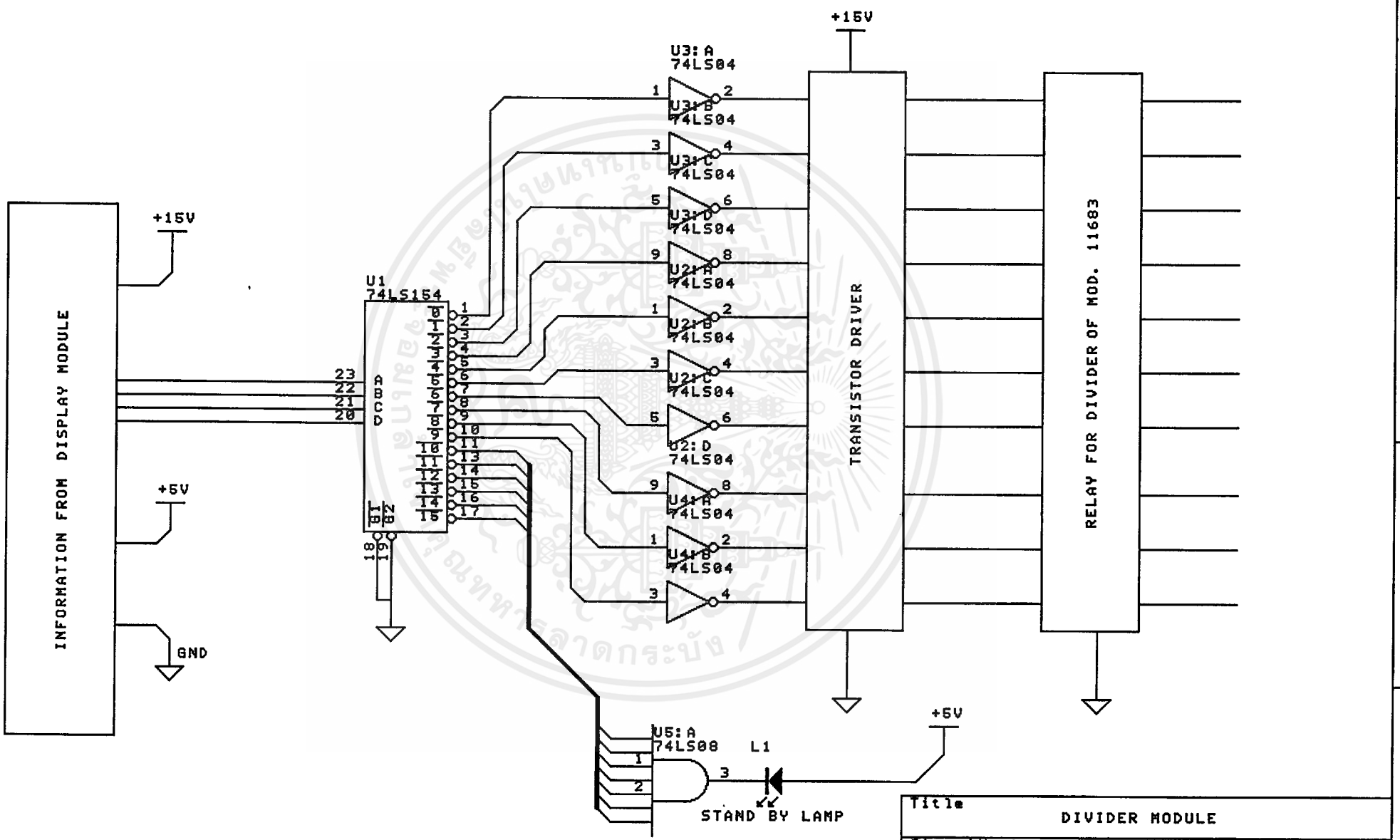
ในส่วนของชุด Divider เมื่อต้องการทำงานอัตโนมัติ Rang Calibrator จะต้องตั้งไว้ที่ Standby

ปัญหาที่เกิดขึ้นของชุด Divider

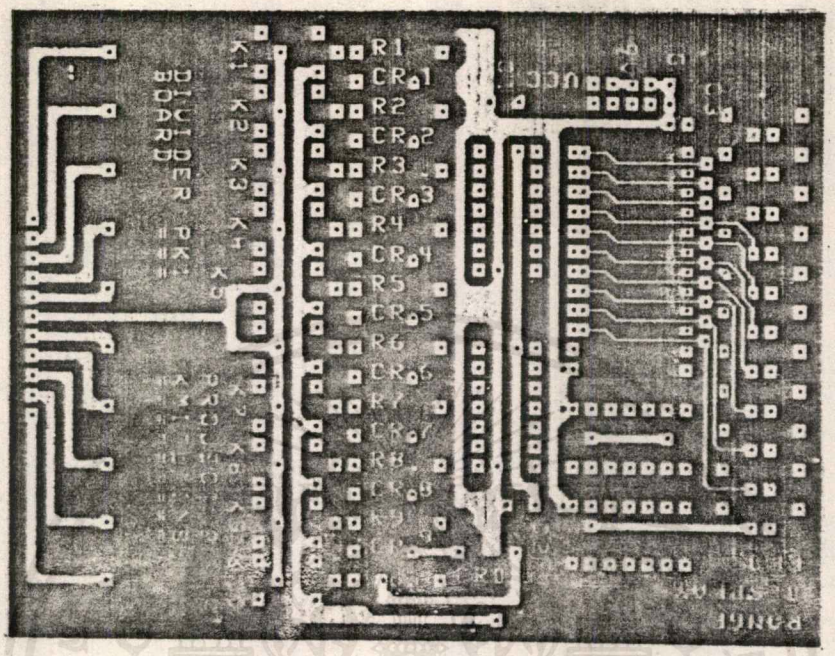
ขณะที่ทรานซิสเตอร์หยุดทำงานจะเกิด Back EMF ที่มีกระแสประมาณ 300mA ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายเราสามารถแก้ไขได้โดยใช้ไดโอดต่อคร่อมที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ ดังรูป

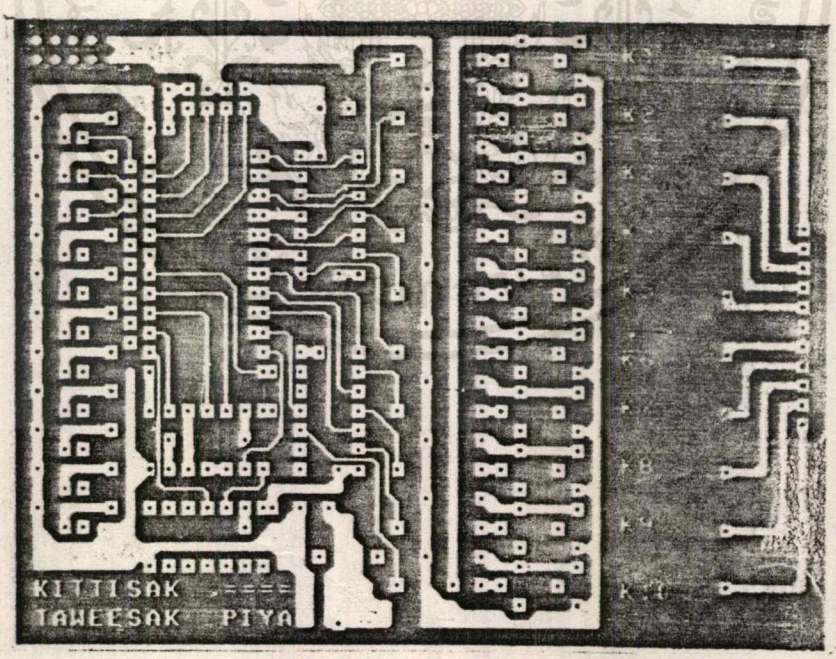
รูปที่ 3.15 การเกิด Back EMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


INFORMATION FROM DISPLAY MODULE
+15V
+5V
GND
23
22
21
20
U1
74LS154
A
B
C
D
U3:A
74LS04
U3:B
74LS04
U3:C
74LS04
U3:D
74LS04
U2:A
74LS04
U2:B
74LS04
U2:C
74LS04
U2:D
74LS04
U4:A
74LS04
U4:B
74LS04
+15V
TRANSISTOR DRIVER
RELAY FOR DIVIDER OF MOD. 11683
U5:A
74LS08
L1
+5V
STAND BY LAMP
Title
DIVIDER MODULE
Size
A4
Number
3-8
Revision
Date: 24-FEB 1990
Sheet 3 of 3

Component Side





Sodier Side

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้เกิดขึ้นได้ ก็ด้วยการชี้แนะและการให้คำปรึกษาที่ดีของ **อาจารย์ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร** ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มโครงงานนี้ ทางกลุ่มขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย และที่จะขาดเสียมิได้คือ กองซ่อมปรับเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัด กรมสื่อสารทหารอากาศ (Precision Measurment Equipment Laboratory,Directorate of Communication,Royal Thai Air Force) ฝ่ายเครื่องวัดคลื่นความถี่ไมโครเวฟ แผนกเครื่องวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ (ฝมค,ผคอ,กชว ส.ทอ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของโครงงานนี้ ซึ่งนับได้ว่าเป็นแหล่งความรู้ทางปัญญาของช่างเทคนิค ตลอดจนวิศวกรไปรับใช้ชาติในหลายสาขา ขอขอบพระคุณ ผู้บังคับบัญชาทุกท่านที่ให้การสนับสนุนจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1.คู่มือการใช้งานและซ่อมบำรุง Model 436A (technical Manual)

2.คู่มือการใช้งานและซ่อมบำรุง Model 11683

3.คู่มือ MCS51

4.คู่มือ IC Programable Pheriphral Interface

5.คู่มือ IC TTL

6.คู่มือใช้งาน LCD Module ของ ETT

7.คู่มือใช้งานเทียบเบอร์ Transister

8.เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็คทรอนิคส์ เล่มที่ 93, 114, 115 และ 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECTION IV
PERFORMANCE TESTS

4-1. INTRODUCTION

4-2. The procedures in this section test the electrical performance of the Power Meter using the specifications of Table 1-1 as performance standards. All tests can be performed without access to the interior of the instrument. A simpler operational test is included in Section III under Operator's Check.

4-3. EQUIPMENT REQUIRED

4-4. Equipment required for the performance tests is listed in Table 1-2, Recommended Test Equipment. Any equipment that satisfies the critical specifications given in the table may be substituted for the recommended model(s).

4-5. TEST RECORD

4-6. Results of the performance tests may be tabulated on the Test Record at the end of the test procedures. The Test Record lists all of the tested specifications and their acceptable limits. Test results recorded at incoming inspection can be used for comparison in periodic maintenance, troubleshooting, and after repairs or adjustments.

4-7. PERFORMANCE TESTS

4-8. The performance tests given in this section are suitable for incoming inspection, troubleshooting, or preventive maintenance. During any performance test, all shields and connecting hardware must be in place. The tests are designed to verify published instrument specifications. Perform the tests in the order given and record the data on the test card and/or in the data spaces provided at the end of each procedure.

NOTE

The Power Meter must have a half-hour warmup and the line voltage must be within +5%, —10% of nominal if the performance tests are to be considered valid.

4-9. Each test is arranged so that the specification is written as it appears in Table 1-1. Next, a description of the test and any special instructions or problem areas are included. Each test that requires test equipment has a setup drawing and a list of the required equipment. The initial steps of each procedure give control settings required for that particular test.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

0. ZERO CARRYOVER TEST

ECIFICATION: ±0.2% of full scale when zeroed on the most sensitive range.

SCRIPTION: After the Power Meter is initially zeroed on the most sensitive range, the change in the digital readout is monitored as the Power Meter is stepped through its ranges. Thus, this test also takes noise and drift into account because noise , drift, and zero carryover readings cannot be separated.

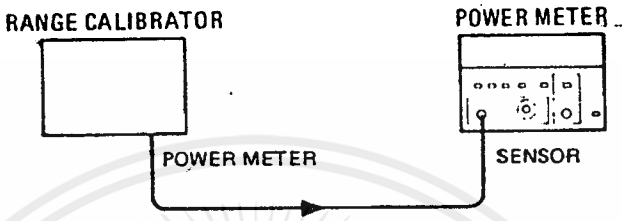


Figure 4-1. Zero Carryover Test Setup

QUIPMENT: Range Calibrator . . . . . HP 11683A

ROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

   CAL FACTOR % 100
   POWER REF . . . . . off (out)
   MODE . . . . . WATT
   RANGE HOLD . . . . . off (out)
   LINE . . . . . ON (in)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

   FUNCTION . . . . . STANDBY
   POLARITY . . . . . NORMAL
   RANGE . . . . . 100 μW
   LINE . . . . . ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 4-1.

4. Press and hold the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the digital readout to stabilize. Then verify that the Power Meter ZERO lamp is lit and that the digital readout indicates 0.00 ± 0.02.

NOTE

Power Meter is now zeroed on most sensitive range (10 μW).

5. Release the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the ZERO lamp to go out before proceeding to the next step.

6. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to CALIBRATE and verify that the Power Meter autoranges to the 100 μW range.

7. Set the Power Meter RANGE HOLD switch to on (in) and the Range Calibrator FUNCTION switch to standby.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-10. ZERO CARRYOVER TEST (cont'd)

8. Wait for the Power Meter's digital readout to stabilize and verify that the indication observed is within the limits shown on the table below. Then set the POWER Meter RANGE HOLD switch to off (out).

9. Repeat steps 6, 7, and 8 with the Range Calibrator RANGE switch set, in turn, to 1 mW, 10 mW, and 100 mW. Verify that the Power Meter autoranges properly, and that the indication observed on each range is within the limits shown in Table 4-1.

Table 4-1. Zero Carryover Autorange Digital Readout Results

Range Calibrator and Power Meter Range	Results		
	Min	Actual	Max
100 μW	−0.2	_____	0.2
1 mW	−.002	_____	.002
10 mW	−0.02	_____	0.02
100 mW	−00.2	_____	00.2

4-11. INSTRUMENT ACCURACY TEST

SPECIFICATION:
WATT MODE: ±0.5% in Ranges 1 through 5.
dBm MODE: ±0.02 dB ±0.001 dB/°C in Ranges 1 through 5.
dB (REL) MODE: ±0.02 dB ±0.001 dB/°C in Ranges 1 through 5.

NOTE

The dB (REL) specifications are for within-range measurements. For range-to-range accuracy, add the uncertainty associated with the range in which the reference was entered, to the uncertainty associated with the range in which the measurement was made. For example, if a reference is entered in Range 1 and a measurement is made in Range 5, the total uncertainty is ± 0.04 (Range 1 ±0.02 + Range 5 ± 0.02 = ± 0.04).

DESCRIPTION: After the Power Meter is initially calibrated on the 1 mW range, the digital readout is monitored as the Range Calibrator is adjusted to provide reference inputs corresponding to each of the Power Meter operating ranges.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-11. INSTRUMENT ACCURACY TEST (cont'd)

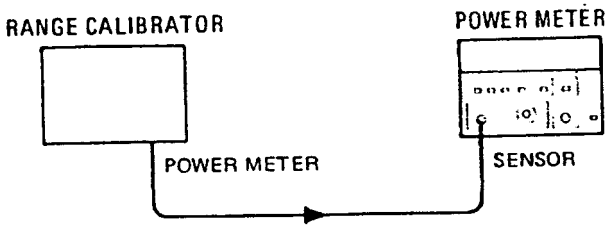


Figure 4-2. Instrument Accuracy Test Setup

EQUIPMENT: Range Calibrator . . . . . HP 11683A

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

   CAL FACTOR % 100
   POWER REF . . . . . off (out)
   MODE . . . . . WATT
   RANGE HOLD . . . . . off (out)
   LINE . . . . . ON (in)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

   FUNCTION . . . . . STANDBY
   POLARITY . . . . . NORMAL
   RANGE . . . . . 1 mW
   LINE . . . . . ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 4-2.

4. Press and hold the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the digital readout to stabilize. Then verify that the Power Meter ZERO lamp is lit and that the digital readout indicates 0.00 ± 0.02.

NOTE

Power Meter is now zeroed on the most sensitive range (10 μW).

5. Release the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the ZERO lamp to go out before proceeding to the next step.

6. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to CALIBRATE and verify that the Power Meter autoranges to the 1 mW range.

7. Observe the Power Meter digital readout and, if necessary, adjust the front-panel CAL ADJ control to obtain a 1.000 ± 0.002 indication.

NOTE

The Range Calibrator output level is adjustable in 5 dB increments. Thus, the 3 μW, 30 μW, 300 μW, 3 mW, and 30 mW legends on the RANGE switch are approximations. The true outputs for these settings are 3.16 μW, 31.6 μW, 316 μW, 3.16 mW and 31.6 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-11. INSTRUMENT ACCURACY TEST (cont'd)

8. Set the Range Calibrator RANGE switch, in turn, to 10 μW, 100 μW, 10 mW, and 100 mW. Verify that the Power Meter autoranges properly and that the indication observed on each range is within the limits specified in the table below.

9. Set the Power Meter MODE switch to dBm.

10. Set the Range Calibrator RANGE switch, in turn, to −20 dBm, −10 dBm, 0 dBm, +10 dBm, and +20 dBm. Verify that the Power Meter autoranges properly and that the indication observed on each range is within the limits specified in Table 4-2.

Table 4-2. Instrument Accuracy Test Results

Range Calibrator and Power Meter Range	Results			Range Calibrator and Power Meter Range	Results		
	Min	Actual	Max		Min	Actual	Max
10 μW	9.95	_____	10.05	-20 dBm	-20.02	_____	-19.98
100 μW	99.5	_____	100.5	-10 dBm	-10.02	_____	-9.98
1 mW	0.995	_____	1.005	0 dBm	-0.02	_____	0.02
10 mW	9.95	_____	10.05	+10 dBm	9.98	_____	10.02
100 mW	99.5	_____	100.5	+20 dBm	19.98	_____	20.02

11. Set the Range Calibrator RANGE switch to −10 dBm.

12. Set the Power Meter MODE switch to dB [REF] and verify that the digital readout indicates 0.00 ± 0.01.

13. Set the Range Calibrator RANGE switch, in turn, to −20 dBm, −5 dBm, and +10 dBm. Verify that the Power Meter autoranges properly, and that the indication observed on each range is within the limits specified in Table 4-3.

Table 4-3. Instrument Accuracy Test Results for dB [REF] Mode

Range Calibrator and Power Meter Ranges	Results		
	Min	Actual	Max
−20 dBm	−9.96	_____	−10.04
−5 dBm	+4.96	_____	+5.04
+10 dBm	+19.96	_____	20.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-12. CALIBRATION FACTOR TEST

SPECIFICATION: 16-position switch normalizes meter reading to account for calibration factor. Range 85% to 100% in 1% steps. 100% position corresponds to calibration factor at 50 MHz.

DESCRIPTION: After the Power Meter is zeroed on the most sensitive range, a 1 mW input level is applied to the Power Meter and the CAL ADJ control is adjusted to obtain a 1.000 mW indication. Then the CAL FACTOR % switch is stepped through its 16 positions and the digital readout is monitored to ensure that the proper indication is obtained for each position.

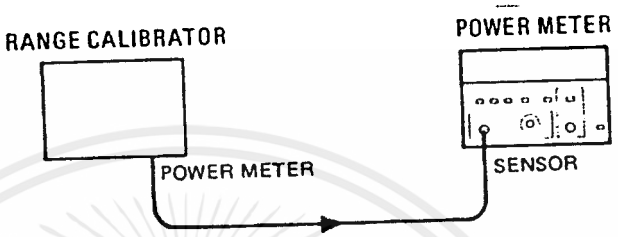


Figure 4-3. Calibration Factor Test Setup

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

CAL FACTOR %	100
POWER REF	Off (out)
MODE	WATT
RANGE HOLD	Off (out)
LINE	ON (in)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

FUNCTION	STANDBY
POLARITY	NORMAL
RANGE	1 mW
LINE	ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 4-3.

4. Press and hold the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the digital readout to stabilize. Then verify that the Power Meter ZERO lamp is lit and that the digital readout indicates 0.00 ± 0.02.

NOTE

Power Meter is now zeroed on most sensitive range (10 μW)

5. Release the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the ZERO lamp to go out before proceeding to step 6.

6. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to CALIBRATE and verify that the Power Meter autoranges to the 1 mW range.

7. Adjust the Power Meter CAL ADJ control to obtain a 1.000 ± 0.002 indication on the digital readout.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-12. CALIBRATION FACTOR TEST (cont'd)

8. Set the CAL FACTOR % switch, in turn, to each position and verify that the indications observed are within the limits specified in Table 4-4.

Table 4-4. Calibration Factor Test Results

CAL FACTOR Switch Position	Results			CAL FACTOR Switch Position	Results		
	Min.	Actual	Max.		Min.	Actual	Max.
100	0.994	_____	1.006	92	1.081	_____	1.093
99	1.004	_____	1.016	91	1.093	_____	1.105
98	1.014	_____	1.026	90	1.105	_____	1.117
97	1.025	_____	1.037	89	1.118	_____	1.130
96	1.036	_____	1.048	88	1.130	_____	1.142
95	1.047	_____	1.059	87	1.143	_____	1.155
94	1.058	_____	1.070	86	1.157	_____	1.169
93	1.069	_____	1.081	85	1.170	_____	1.182

4-13. POWER REFERENCE LEVEL TEST

SPECIFICATION: Internal 50 MHz oscillator factory set to 1 mW ± 0.7% traceable to the National Bureau of Standards.
Accuracy: ±1.2% worst case (±0.9% rms) for one year (0°C to 55°C).

DESCRIPTION: The power reference oscillator output is factory adjusted to 1 mW ± 0.7%. To achieve this accuracy, Hewlett-Packard employs a special measurement system accurate to 0.5% (traceable to the National Bureau of Standards) and allows for a transfer error of ±0.2% in making the adjustment. If an equivalent measurement system is employed for verification, the power reference oscillator output can be verified to 1 mW ± 1.9% (±1.2% accuracy + ±0.5% verification system error + ±0.2% transfer error = 1.9% maximum error). The power reference oscillator can be set to ±0.7% using the same equipment and following the adjustment procedure in paragraph 5-22. To ensure maximum accuracy in verifying the power reference oscillator output, the following procedure provides step-by-step instructions for using specified Hewlett-Packard test instruments of known capability. If equivalent test instruments are used, signal acquisition criteria may vary and reference should be made to the manufacturer's guidelines for operating the instruments.

NOTE

The Power Meter may be returned to the nearest Hewlett-Packard office to have the power reference oscillator checked and/or adjusted. Refer to Section II, PACKAGING.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-13. POWER REFERENCE LEVEL TEST (cont'd)

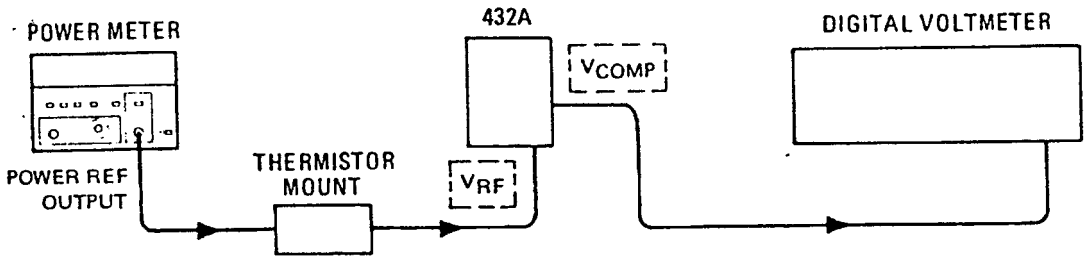


Figure 4-4. Power Reference Level Test Setup

EQUIPMENT:

Power Meter	HP 432A
Thermistor Mount	HP 478A-H75
Digital Voltmeter (DVM)	HP 3490A

PROCEDURE:

1. Set up the DVM to measure resistance and connect the DVM between the V_{RF} connector on the rear panel of the 432A, and pin 1 on the thermistor mount end of the 432A interconnect cable.

2. Round off the DVM indication to two decimal places and record this value as the internal bridge resistance (R) of the 432A (approximately 200 ohms).

3. Connect the 432A to the Power Meter as shown in Figure 4-4.

4. Set the Power Meter LINE switch to ON (in) and the POWER REF switch to off (out). Then wait thirty minutes for the 432A thermistor mount to stabilize before proceeding to the next step.

5. Set the 432A RANGE switch to COARSE ZERO and adjust the front-panel COARSE ZERO control to obtain a zero meter indication.

6. Fine zero the 432A on the most sensitive range, then set the 432A RANGE switch to 1 mW.

NOTE

Ensure that DVM input leads are isolated from chassis ground when performing the next step.

7. Set up the DVM to measure microvolts and connect the positive and negative input leads, respectively, to the V_{COMP} and V_{RF} connectors on the rear panel of the 432A.

8. Observe the indication on the DVM. If less than 400 microvolts, proceed to the next step. If 400 microvolts or greater, press and hold the 432A FINE ZERO switch and adjust the COARSE ZERO control so that the DVM indicates 200 microvolts or less. Then release the FINE ZERO switch and proceed to the next step.

9. Round off the DVM indication to the nearest microvolt and record this value as

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCE TESTS

4-13. POWER REFERENCE LEVEL TEST (cont'd)

10. Set the Power Meter POWER REF switch to ON (in) and record the indications observed on the DVM as V_1.

11. Disconnect the DVM negative input lead from the V_{RP} connector on the 432A and reconnect it to 432A chassis ground. Record the new indication observed on the DVM as V_{COMP}.

12. Calculate the power reference oscillator output level (P_{RF}) from the following formula:

$$P_{RF} = \frac{2\,V_{COMP}\,(V_1 - V_0) + V_0^2 - V_1^2}{4R\ (\text{CALIBRATION FACTOR})}$$

Where:

P_{RF} = power reference oscillator output level

V_{COMP} = previously recorded value

V_1 = previously recorded value

V_0 = previously recorded value

R = previously recorded value

CALIBRATION FACTOR = value for thermistor mount at 50 MHz (traceable to the National Bureau of Standards)

13. Verify that the P_{RF} is within the following limits:

Min.	Actual	Max.
0.981 mW	_____	1.019 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-5. Performance Test Record (1 of 2)

Hewlett-Packard Company
Model 436A
Power Meter

Tested By _____

Serial Number _____ Date _____

Para. No.	Test	Results		
		Min	Actual	Max
4-10.	ZERO CARRYOVER			
	10 μW	−0.02 μW	_____	0.02 μW
	100 μW	−0.2 μW	_____	0.2 μW
	1 mW	−0.002 mW	_____	0.002 mW
	10 mW	−0.02 mW	_____	0.02 mW
	100 mW	−0.2 mW	_____	0.2 mW
4-11.	INSTRUMENTATION ACCURACY			
	WATT MODE			
	10 μW	9.95 μW	_____	10.05 μW
	100 μW	99.5 μW	_____	100.5 μW
	1 mW	0.995 mW	_____	1.005 mW
	10 mW	9.95 mW	_____	10.05 mW
	100 mW	99.5 mW	_____	100.5 mW
	dBm MODE			
	−20 dBm	−20.02 dBm	_____	−19.98 dBm
	−10 dBm	−10.02 dBm	_____	−9.98 dBm
	0 dBm	−0.02 dBm	_____	0.02 dBm
	10 dBm	9.98 dBm	_____	10.02 dBm
	20 dBm	19.98 dBm	_____	20.02 dBm
	dB (REL) MODE			
	−20 dBm	−9.96 dBm	_____	−10.04 dBm
	− 5 dBm	+4.96 dBm	_____	+5.04 dBm
	+10 dBm	+19.96 dBm	_____	20.04 dBm
4-12.	CALIBRATION FACTOR			
	100	0.994 mW	_____	1.006 mW
	99	1.001 mW	_____	1.016 mW
	98	1.014 mW	_____	1.026 mW
	97	1.025 mW	_____	1.037 mW
	96	1.036 mW	_____	1.048 mW
	95	1.047 mW		1.059 mW
	94	1.058 mW	_____	1.070 mW
	93	1.069 mW	_____	1.081 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-5. Performance Test Record (2 of 2)

Para. No.	Test	Results		
		Min.	Actual	Max
4-12.	CALIBRATION FACTOR (cont'd)			
	92	1.081 mW	_____	1.093 mW
	91	1.093 mW	_____	1.105 mW
	90	1.105 mW	_____	1.117 mW
	89	1.118 mW	_____	1.130 mW
	88	1.130 mW	_____	1.142 mW
	87	1.143 mW	_____	1.155 mW
	86	1.157 mW	_____	1.169 mW
	85	1.170 mW	_____	1.182 mW
4-13	POWER REFERENCE			
	P_{RF}	0.981 mW	_____	1.019 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECTION V
ADJUSTMENTS

5-1. INTRODUCTION

5-2. This section describes the adjustments which will return the Power Meter to peak operating condition after repairs are completed.

5-3. If the adjustments are to be considered valid, the Power Meter must have a half-hour warmup and the line voltage must be within +5 to —10% of nominal.

5-4. SAFETY CONSIDERATIONS

5-5. Although this instrument has been designed in accordance with international safety standards, this manual contains information, cautions, and warnings which must be followed to ensure safe operation and to retain the instrument in safe condition (see Sections II and III). Service and adjustments should be performed only by qualified service personnel.

WARNING

Any interruption of the protective (grounding) conductor (inside or outside the instrument) or disconnection of the protective earth terminal is likely to make the instrument dangerous. Intentional interruption is prohibited.

5-6. Any adjustment, maintenance, and repair of the opened instrument with voltage applied should be avoided as much as possible and, when inevitable, should be carried out only by a skilled person who is aware of the hazard involved.

5-7. Capacitors inside the instrument may still be charged even if the instrument has been disconnected from its source of supply.

5-8. Make sure that only fuses with the required rated current and of the specified type (normal blow, time delay, etc.) are used for replacement. The use of repaired fuses and the shortcircuiting of fuseholders must be avoided.

5-9. Whenever it is likely that the protection offered by fuses has been impaired, the instrument must be made inoperative and secured against any unintended operation.

WARNING

Adjustments described herein are performed with power supplied to the instrument while protective covers are removed. Energy available at many points may, if contacted, result in personal injury.

5-10. EQUIPMENT REQUIRED

5-11. The test equipment required for the adjustment procedures is listed in Table 1-2, Recommended Test Equipment. The critical specifications of substitute test instruments must meet or exceed the standards listed in the table if the Power Meter is to meet the standards set forth in Table 1-1, Specifications.

5-12. FACTORY SELECTED COMPONENTS

5-13. Factory selected components are indicated on the schematic and replaceable parts list with an asterisk immediately following the reference designator. The nominal value of the component is listed. Table 5-1 lists the parts by reference designator and provides an explanation of how the component is selected, the normal value range, and a reference to the appropriate service sheet. The Manual Changes supplement will update any changes to factory selected component information.

5-14. ADJUSTMENT LOCATIONS

5-15. The last foldout in this manual contains a table which cross-references all pictorial and schematic locations of the adjustment controls. The accompanying figure shows the locations of the adjustable controls, assemblies, and chassis-mounted parts.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

Table 5-1. Factory Selected Components

Reference Designator	Selected For	Normal Value Range	Ser Sh
A2R18	A display readout of 100.0 mW if the Power Meter, after being properly adjusted, passes all of the Instrumentation Accuracy Tests specified in Section IV except for the high range (100 mW/20 dBm)	162K (150KΩ to 250KΩ)	
A2R50	Adjust A2R69 FREQ (Frequency Adj) for maximum indication on digital readout, then check frequency of 220 MHz Multivibrator. If out of specification (220 ±16 Hz) select value for A2R50 to produce maximum indication on digital readout while 220 Hz Multivibrator frequency is in specification.	13.3KΩ (10KΩ to 17.8KΩ)	
A8R5	A Power Reference Oscillator output of 1 mW if this value falls outside the range of adjustment available with LEVEL ADJUST potentiometer A8R5	7100Ω (7100Ω to 7500Ω)	1
A2VR1,2	Correct accuracy on the 30 mW, and 100 mW ranges when accuracy on the other ranges is within specifications.	2.37V to 2.61V	
A8VR2, A8R2	1) If the reference output power is outside the range of 1.000 ±.007 mW between 0°C and 55°C, and 2) if the A8VR2, A8R2 combination is 5.11V-825Ω, then change the A8VR2, A8R2 combination to 8.25V-1470Ω. However, if the A8VR2, A8R2 combination is already 8.25V-1470Ω, then a problem exists elsewhere.	5.11V-825Ω or 8.25V-1470Ω	1

5-16. DC OFFSET ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheet 8.

DESCRIPTION: DC OFF potentiometer A3R2 is adjusted to remove any dc voltage introduced by th dc amplifier

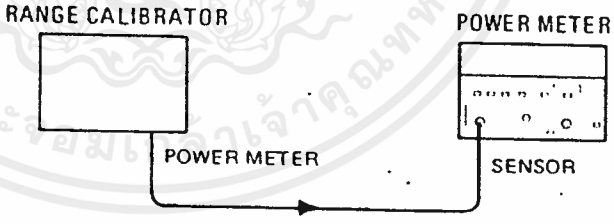


Figure 5-1. DC Offset Adjustment Setup

EQUIPMENT: Range Calibrator . . . . . HP 11683A

PROCEDURE: 1. Set the Power Meter Switches as follows:

CAL FACTOR % 100
POWER REF . . . . . off (out)
MODE . . . . . WATT
RANGE HOLD . . . . . off (out)
LINE . . . . . ON (in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-16. DC OFFSET ADJUSTMENT (cont'd)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

FUNCTION	CALIBRATE
POLARITY	NORMAL
RANGE	100 mW
LINE	ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 5-1.

4. Verify that the Power Meter autoranges to the 100 mW range, then set the RANGE HOLD switch to ON (in).

5. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to STANDBY.

6. Remove the Power Meter top cover and adjust DC OFF potentiometer A3R2 so that the digital readout indicates 00.0 with a blinking minus sign.

5-17. AUTO ZERO OFFSET ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheet 8.

DESCRIPTION: ZERO OFF potentiometer A3R47 is adjusted to remove any dc offset that is introduced when the SENSOR ZERO switch is pressed.

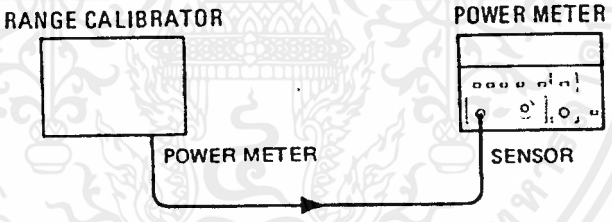


Figure 5-2. Auto Zero Offset Adjustment Setup

EQUIPMENT:

Range Calibrator	HP 11683A

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

CAL FACTOR %	100
POWER REF	off (out)
MODE	WATT
RANGE HOLD	off (out)
LINE	ON (in)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

FUNCTION	STANDBY
POLARITY	NORMAL
LINE	ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 5-2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-17. AUTO ZERO OFFSET ADJUSTMENT (cont 'd)

4. Verify that the Power Meter autoranges to the 10 μW range, and remove the Pow Meter top cover.

NOTE

If specified indication cannot be obtained in next step, perform DC Spike Balance Adjustment. Then repeat this procedure.

5. Press and hold the Power Meter SENSOR ZERO switch and adjust ZERO OFF potentiometer A3R47 so that the digital readout indicates 0.00 with blinking minus sign.

5-18. SPIKE BALANCE ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheets 7 and 8.

DESCRIPTION: A reference signal is applied to the Power Meter from the Range Calibrator to force the sensor zero circuit to its negative extreme. The SENSOR ZERO switch is then held pressed while BAL potentiometer A3R65 is adjusted to center the sensor zero circuit output voltage range.

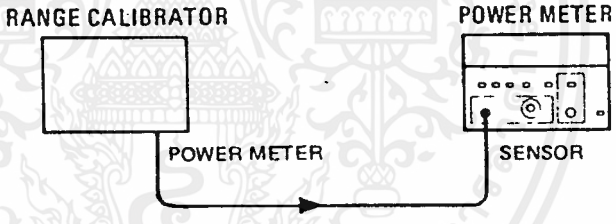


Figure 5-3. Spike Balance Adjustment Setup

EQUIPMENT: Range Calibrator . . . . . HP 11683A

PROCEDURE: 1. Set the Power Meter switches as follows:

CAL FACTOR % 100
POWER REF . . . . . off (out)
MODE . . . . . WATT
RANGE HOLD . . . . . off (out)
LINE . . . . . ON (in)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

FUNCTION . . . . . CALIBRATE
POLARITY . . . . . NORMAL
RANGE . . . . . 100 μW
LINE . . . . . ON (in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

5-18. SPIKE BALANCE ADJUSTMENT (cont'd)

3. Remove the Power Meter top cover and adjust the front-panel CAL ADJ control so that the digital readout indicates 100.0 μW

4. Press and hold the Power Meter SENSOR ZERO switch and adjust BAL potentiometer A3R65 so that the display readout indicates 60.0 ± 0.2 μW.

NOTE

The Power Meter sensor zero circuit must be re-zeroed as described in the following steps before valid power measurements can be made.

5. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to standby. Then press the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the digital readout to stabilize.

6. Release the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the ZERO lamp to go out.

5-19. MULTIVIBRATOR ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheet 7.

DESCRIPTION: FREQ potentiometer A2R69 is adjusted to set the reference frequency of the multivibrator which drives the phase detector and the FET power sensor.

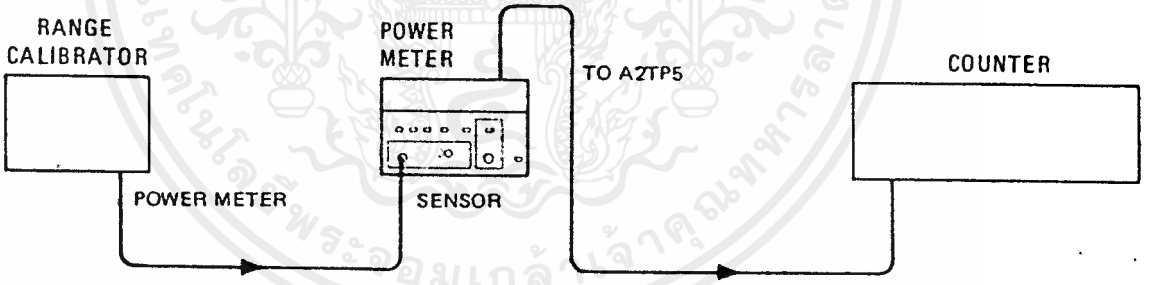


Figure 5-4. Multivibrator Adjustment Setup

EQUIPMENT:

Range Calibrator	HP 11683A
Counter	HP 5245L

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

CAL FACTOR %	100
POWER REF	off (out)
MODE	WATT
RANGE HOLD	off (out)
LINE	ON (in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-19. MULTIVIBRATOR ADJUSTMENT (cont'd)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

   FUNCTION . . . . . CALIBRATE
   POLARITY . . . . . NORMAL
   LINE . . . . . ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 5-4.

4. Remove the Power Meter top cover, adjust FREQ potentiometer A2R69 to obta maximum indication on the digital readout, and verify that the counter indicat 220 ± 16 Hz.

5. Perform the Instrument Accuracy Test described in Section IV to verify overall Power Meter accuracy. If all indications are obtained as specified, the adjustmen is complete. If any indication cannot be obtained as specified, perform the A-D Converter and Linear Meter Adjustment.

5-20. A-D CONVERTER AND LINEAR METER ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheets 7 and 8.

DESCRIPTION: The A-D converter circuit is adjusted to obtain the specified digital readout accuracy and the meter circuit is adjusted for a corresponding indication.

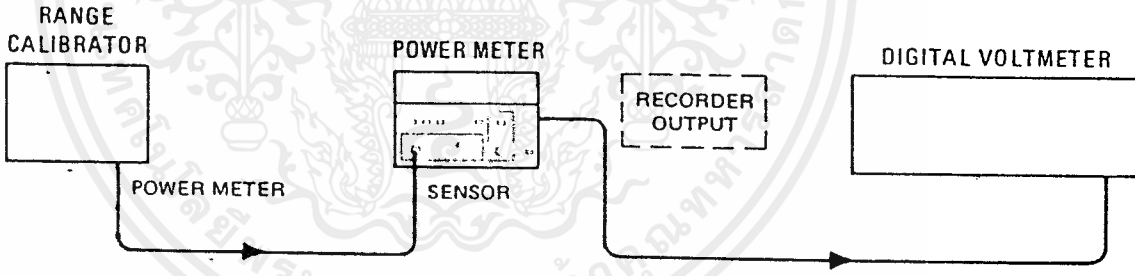


Figure 5-5. A-D Converter and Linear Meter Adjustment Setup

EQUIPMENT:

Range Calibrator	HP 11683A
Digital Voltmeter (DVM)	HP 3490A

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter switches as follows:

   CAL FACTOR % 100
   POWER REF . . . . . off (out)
   MODE . . . . . WATT
   RANGE HOLD . . . . . off (out)
   LINE . . . . . ON (in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

5-20. A-D CONVERTER AND LINEAR METER ADJUSTMENT (cont'd)

2. Set the Range Calibrator switches as follows:

   FUNCTION . . . . . STANDBY
   RANGE . . . . . 1 mW
   POLARITY . . . . . NORMAL
   LINE . . . . . ON (in)

3. Connect the equipment as shown in Figure 5-5.

4. Remove the Power Meter top cover and set the DVM to the 1000 mV range.

5. Press the Power Meter SENSOR ZERO switch and wait for the display readout to stabilize. Then release the SENSOR ZERO switch and wait for ZERO led to go out before proceeding to the next step.

6. Set the Range Calibrator FUNCTION switch to CALIBRATE and adjust the Power Meter front-panel CAL ADJ control to obtain a 1.000 Vdc indication on the DVM.

7. Adjust the Power Meter LIN potentiometer A3R37 so that the digital readout indicates 1.000 mW.

8. Set the Power Meter MODE and RANGE HOLD switches to dBm and on (in), respectively.

   NOTE

   The next step sets the A-D log threshold. When the specified indication (−10.00 dBm) is obtained, the digital readout should be just on the verge of blanking, i.e., the readout may randomly alternate between −10.00 and UNDER RANGE, −1.

9. Set the Range Calibrator RANGE switch to −10 dBm and adjust the power meter LZR, A3R59, for −10 dBm.

10. Set the Power Meter RANGE HOLD switch to off (out) and the Range Calibrator RANGE switch to 1 mW.

11. Adjust Power Meter LFS potentiometer A3R48 so that the digital readout indicates −0.00.

12. Set the Power Meter MODE switch to WATT and adjust MTR potentiometer A3R17 so that the pointer is aligned half way between the last two marks on the meter face.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

5-21. POWER REFERENCE OSCILLATOR FREQUENCY ADJUSTMENT

NOTE

Adjustment of the Power Reference Oscillator frequency may also affect the output level of the oscillator. Thus after the frequency is adjusted to 50.0 ± 0.5 MHz, the output level should be checked as described in Section IV. A procedure for adjusting the output to the specified level is provided in the next paragraph.

REFERENCE: Service Sheet 14.

DESCRIPTION: Variable inductor A8L1 is adjusted to set the power reference oscillator output frequency to 50.0 ± 0.5 MHz.

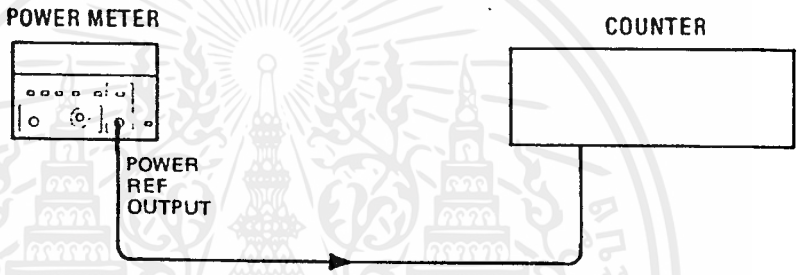


Figure 5-6. Power Reference Oscillator Frequency Adjustment Setup

EQUIPMENT: Counter . . . . . HP 5245L

PROCEDURE:

1. Set the Power Meter LINE switch to ON (in) and the POWER REF switch to off (out).

2. Set up the counter to measure frequency and connect the equipment as shown in Figure 5-6.

3. Set the Power Meter POWER REF switch to ON (in) and observe the indication on the counter. If it is 50.0 ± 0.5 MHz, no adjustment of the power reference oscillator frequency is necessary. If it is not within these limits, adjust the power reference oscillator frequency as described in steps 4 through 9.

4. Remove the Power Meter top cover.

CAUTION

Take care not to ground the +15 V or −15 V inputs to the power reference oscillator when performing the following steps. Grounding either of these inputs could damage the power reference oscillator, and/or the power supply.

5. Grasp the power reference oscillator assembly firmly, and remove the four screws which secure it to the Power Meter chassis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

5-21. POWER REFERENCE OSCILLATOR FREQUENCY ADJUSTMENT (cont'd)

6. Tilt the power reference oscillator assembly to gain access to the circuit board underneath the metal cover, and adjust A8L1 to obtain a 50.00 ± 0.5 MHz indication on the counter.

7. Reposition the power reference oscillator on the Power Meter chassis but do not replace the mounting screws.

8. Observe the indication on the counter. If it is 50.0 ± 0.5 MHz, the adjustment procedure is complete. If it is not within these limits, repeat steps 6 and 7 except offset the power reference oscillator frequency as required to obtain a 50.0 ± 0.5 MHz indication on the counter when the power reference oscillator assembly is repositioned on the Power Meter chassis.

9. Replace the four screws which secure the power reference oscillator to the Power Meter chassis.

5-22. POWER REFERENCE OSCILLATOR LEVEL ADJUSTMENT

REFERENCE: Service Sheet 14.

DESCRIPTION: The power reference oscillator output is factory-adjusted to 1 mW ± 0.7% using a special measurement system accurate to 0.5% (traceable to the National Bureau of Standards) and allowing for a 0.2% transfer error. To ensure maximum accuracy in readjusting the power reference oscillator, the following procedure provides step-by-step instructions for using specified Hewlett-Packard instruments of known capability. If equivalent instruments are used, signal acquisition criteria may vary and reference should be made to the manufacturer's guidelines for operating the equipment.

NOTE

The Power Meter may be returned to the nearest HP office to have the power reference oscillator checked and/or adjusted. Refer to Section II, PACKAGING.

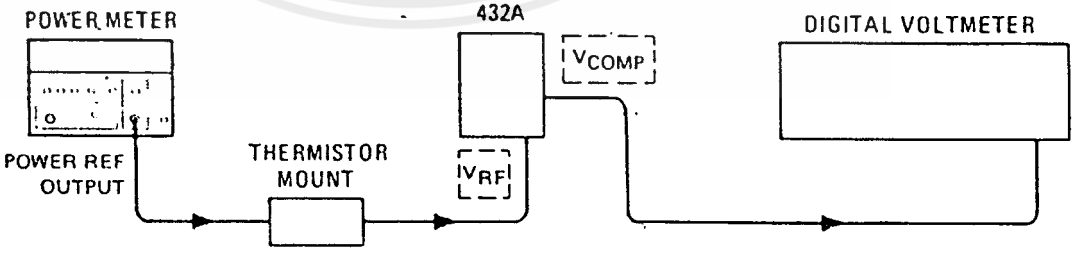


Figure 5-7. Power Reference Oscillator Level Adjustment Setup

EQUIPMENT:

Power Meter	HP 432A
Thermistor Mount	HP 478A-H75
Digital Voltmeter (DVM)	HP 3490A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. POWER REFERENCE OSCILLATOR LEVEL ADJUSTMENT (cont'd)

OCEDURE:

1. Set up the DVM to measure resistance and connect the DVM between the V_{RF} connector on the rear panel of the 432A and pin 1 on the thermistor mount end of the 432A interconnect cable.

2. Round off the DVM indication to two decimal places and record this value as the internal bridge resistance (R) of the 432A (approximately 200 ohms).

3. Connect the 432A to the Power Meter as shown in Figure 5-7.

4. Set the Power Meter LINE switch to ON (in) and the POWER REF switch to off (out). Then wait thirty minutes for the 432A thermistor mount to stabilize before proceeding to the next step.

5. Set the 432A RANGE switch to COARSE ZERO and adjust the front-panel COARSE ZERO control to obtain a zero meter indication.

6. Fine zero the 432A on the most sensitive range, then set the 432A RANGE switch to 1 mW.

NOTE

Ensure that the DVM input leads are isolated from chassis ground when performing the next step.

7. Set up the DVM to measure microvolts and connect the positive and negative inputs leads, respectively, to the V_{COMP} and V_{RF} connectors on the rear panel of the 432A.

8. Observe the indication on the DVM. If less than 400 microvolts, proceed to the next step. If 400 microvolts or greater, press and hold the 432A FINE ZERO switch and adjust the COARSE ZERO control so that the DVM indicates 200 microvolts or less. Then release the FINE ZERO switch and proceed to the next step.

9. Round off the DVM indication to the nearest microvolt and record this value as V_0.

10. Disconnect the DVM negative input lead from the V_{RF} connector on the 432A and reconnect it to chassis ground.

11. Set the Power Meter POWER REF switch to ON (in) and record the indication observed on the DVM as V_{COMP}.

12. Disconnect the DVM negative input lead from chassis ground and reconnect it to the V_{RF} connector on the rear panel of the 432A. The DVM is not set up to measure V_1 which represents the power reference oscillator output level.

13. Calculate the value of V_1 equal to 1 milliwatt from the following equation:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-22. POWER REFERENCE OSCILLATOR LEVEL ADJUSTMENT (cont'd)

$$V_1 - V_0 = V_{COMP} - \sqrt{(V_{COMP})^2 - (10^{-3})(4R)(\text{EFFECTIVE EFFICIENCY})}$$

where:

V_0 = previously recorded value

V_{COMP} = previously recorded value

10^{-3} = 1 milliwatt

R = previously recorded value

EFFECTIVE EFFICIENCY = value for thermistor mount at 50 MHz (traceable to the National Bureau of Standards).

14. Remove the Power Meter top cover and adjust LEVEL ADJUST potentiometer A8R4 so that the DVM indicates the calculated value of V_1.

TYPICAL CALCULATIONS:

1. ACCURACY:

DVM Measurements:	(V_{COMP})	±0.018%
(HP 3490A —90 days, 23°C ±5°C)	$(V_1 - V_0)$	±0.023%
	(R)	±0.03%
Math Assumptions :		±0.01%
EFFECTIVE EFFICIENCY CAL (NBS):		±0.5%
MISMATCH UNCERTAINTY : (Source & Mount SWR ≤ 1.05)		±0.1%
		≤ ±0.7%

2. MATH ASSUMPTIONS:

$$P_{RF} = \frac{2V_{COMP}(V_1 - V_0) + V_0^2 - V_1^2}{(4R)(\text{EFFECTIVE EFFICIENCY})}$$

Assume: $V_0^2 - V_1^2 = (V_1 - V_0)^2$

$-(V_1 - V_0)^2 = -V_1^2 + 2V_1 - V_0^2$

Want: $V_0^2 - V_1^2$

error = $(V_1^2 + 2V_1 V_0 - V_0^2) - (V_0^2 - V_1^2) = -2V_0^2 + 2V_1 V_0 = 2V_0(V_1 - V_0)$

if $2V_0(V_1 - V_0) \ll 2V_{COMP}(V_1 - V_0)$ i.e., $V_0 \ll V_{COMP}$, error is negligable.

$V_{COMP} \sim 1$ volts. If $V_0 = 100\ \mu V$, error is $= 0.01\%$.

(typically V_0 can be set to $= 50\ \mu V$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADJUSTMENTS

5-22. POWER REFERENCE OSCILLATOR LEVEL ADJUSTMENT (cont'd)

TYPICAL CALCULATIONS (cont'd)

3. Derivation of Formula for $V_1 - V_0$

$$P_{RF} = \frac{2V_{COMP}(V_1 - V_0) + V_0^2 - V_1^2}{(4R)(\text{EFFECTIVE EFFICIENCY})}$$

Desired $P_{RF} = 1\ mW = 10^{-3}$

$$\therefore 10^{-3} = \frac{2V_{COMP}(V_1 - V_0) + V_0^2 - V_1^2}{(4R)(\text{EFFECTIVE EFFICIENCY})}$$

Let $(4R)(\text{EFFECTIVE EFFICIENCY})(10^{-3}) = K$

Substitute $-(V_1 - V_0)^2$ for $V_0^2 - V_1^2$ (see Math Assumptions under Accuracy

Then $0 = (V_1 - V_0)^2 - 2V_{COMP}(V_1 - V_0) + K$

or $V_1 - V_0 = V_{COMP} - \sqrt{(V_{COMP})^2 - K}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. GENERAL INFORMATION

2. This operating and service manual contains information pertaining to incoming inspection, operation, performance tests, adjustments, and service for the HP Model 11683A Range Calibrator.

3. Equipment recommended for use in performance tests, adjustments, and service to the 11683A is listed in Table 2. Test equipment which meets or exceeds the critical specifications of Table 2 must be used for calibration if the 11683A is expected to conform to the published specifications.

4. The 11683A and all supplied accessories are shown in Figure 1. The published specifications are listed in Table 1.

5. Instruments Covered by Manual

6. This instrument has a two-part serial number. The first four digits and the letter comprise the serial number prefix. The last five digits form the sequential suffix that is unique to each instrument. The contents of this manual apply directly to instruments having the same serial number prefix(es) as listed under SERIAL NUMBERS on the title page.

7. An instrument manufactured after the printing of this manual may have a serial prefix that is not listed on the title page. This unlisted serial prefix indicates that the instrument is different from those documented in this manual. The manual for this instrument is supplied with a yellow Manual Changes supplement that contains "change information" that documents the differences.

8. In addition to change information, the supplement may contain information for correcting errors in the manual. To keep this manual as current and accurate as possible, Hewlett-Packard recommends that you periodically request the latest Manual Changes supplement. The supplement for this manual is keyed to this manual's print date and part number, both of which appear on the title page. Complimentary copies of the supplement are available from Hewlett-Packard.

9. For information concerning a serial number prefix not listed on the title page or in the Manual Changes supplement, contact your nearest Hewlett-Packard office.

10. Description

11. The 11683A Range Calibrator is used to verify proper operation of compatible Power Meters such

Table 2. Recommended Test Equipment

Instrument	Critical Specifications	Model	Use*
Digital Voltmeter	Readout: 5 digits DC Measurements Ranges: 100 mV to 100 V full-scale Accuracy: ± 0.02% Resistance Measurements (four-wire measurement capability) Ranges: 100 Ω to 10 kΩ full-scale Sensitivity: 1 mΩ Accuracy: ± 0.02%	HP 3450B Option 002	P, A, T
Oscilloscope	Vertical Amplifier Bandwidth: DC to 5 MHz Deflection Factor: 50 mV/division minimum Attenuator Accuracy: ± 2% Time Base Time Span/division: 1 ms to 1 s Time base accuracy: ± 3%	HP 180C/ 1801A/ 1821A	A, T
Four-Wire Cable	Recommended Length: 5 feet maximum	(see Figure 2)	P

*P = performance; A = adjustment; T = troubleshooting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

s the HP Model 435A. The Power Meter's range-o-range accuracy and proper auto-zero operation an be easily verified. The 11683A can supply a ull-scale test signal to the Power Meter for each ange Switch setting.

2. When set to CALIBRATE, the FUNCTION witch applies a dc voltage to the Power Meter; the nput is grounded in STANDBY. The POLARITY witch increases ease of testing and adjusting the ower Meter auto-zero feedback circuit.

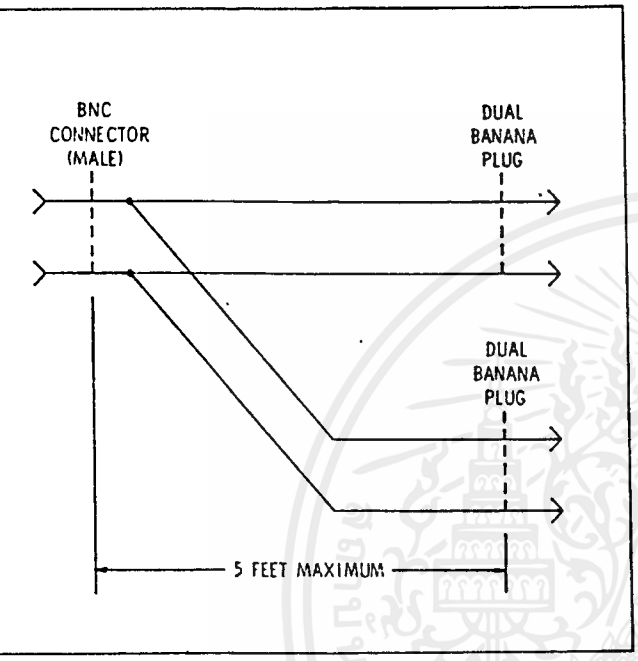


Figure 2. Four-Wire Cable

13. INSTALLATION

14. Initial Inspection

15. Inspect the shipping container for damage. If the shipping container or packing material is damaged it should be kept until the contents of the shipment have been checked mechanically and electrically. If there is mechanical damage or if the instrument does not pass the performance tests, notify the nearest Hewlett-Packard office. Keep the damaged shipping materials (if any) for the carrier and a Hewlett-Packard representative to inspect. The HP office will arrange for repair or replacement without waiting for claim settlement.

16. Power Requirements

17. The 11683A Range Calibrator requires a power source with an output of 100, 120, 220, or 240 Vac +5% −10%, 48 to 440 Hz single phase. Power consumption is less than 10 VA.

18. Line Voltage Selection

19. Figure 3 provides instruction for line voltage and fuse selection. The Line Voltage Selection Card and fuse are factory installed for 120 Vac operation.

20. Power Cable

21. In accordance with international safety standards, this instrument is equipped with a three-wire power cable. When connected to an appropriate ac power receptacle, this cable grounds the instrument cabinet. The type of power cable plug shipped with each instrument depends on the country of destination. Refer to Figure 4 for the part numbers of the power cable plugs available.

WARNING

The protection provided by grounding the instrument cabinet may be lost if any power cable other than the three-pronged type supplied is used to couple the ac line voltage to the instrument.

22. Interconnections

23. Refer to the Power Meter's operating and service manual for hookup instructions.

24. Operating Environment

25. The Operating environment should be within the following limitations:

Temperature	0 to 55°C
Humidity	< 95% relative
Altitude	< 15,000 feet

26. Bench Operation

27. The instrument is equipped with plastic feet and a tilt stand for use on a bench.

28. Rack Mounting

29. The instrument can be rack mounted by using an adapter frame. The adapter frame is a rack frame that accepts several combinations of sub-modular units. For additional information, address inquiries to your nearest Hewlett-Packard office.

30. Storage and Shipment

31. The instrument should be stored in a clean, dry environment. The following environmental limitations apply to both storage and shipment:

Temperature	−40 to +75°C
Humidity	< 95% relative
Altitude	< 25,000 feet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

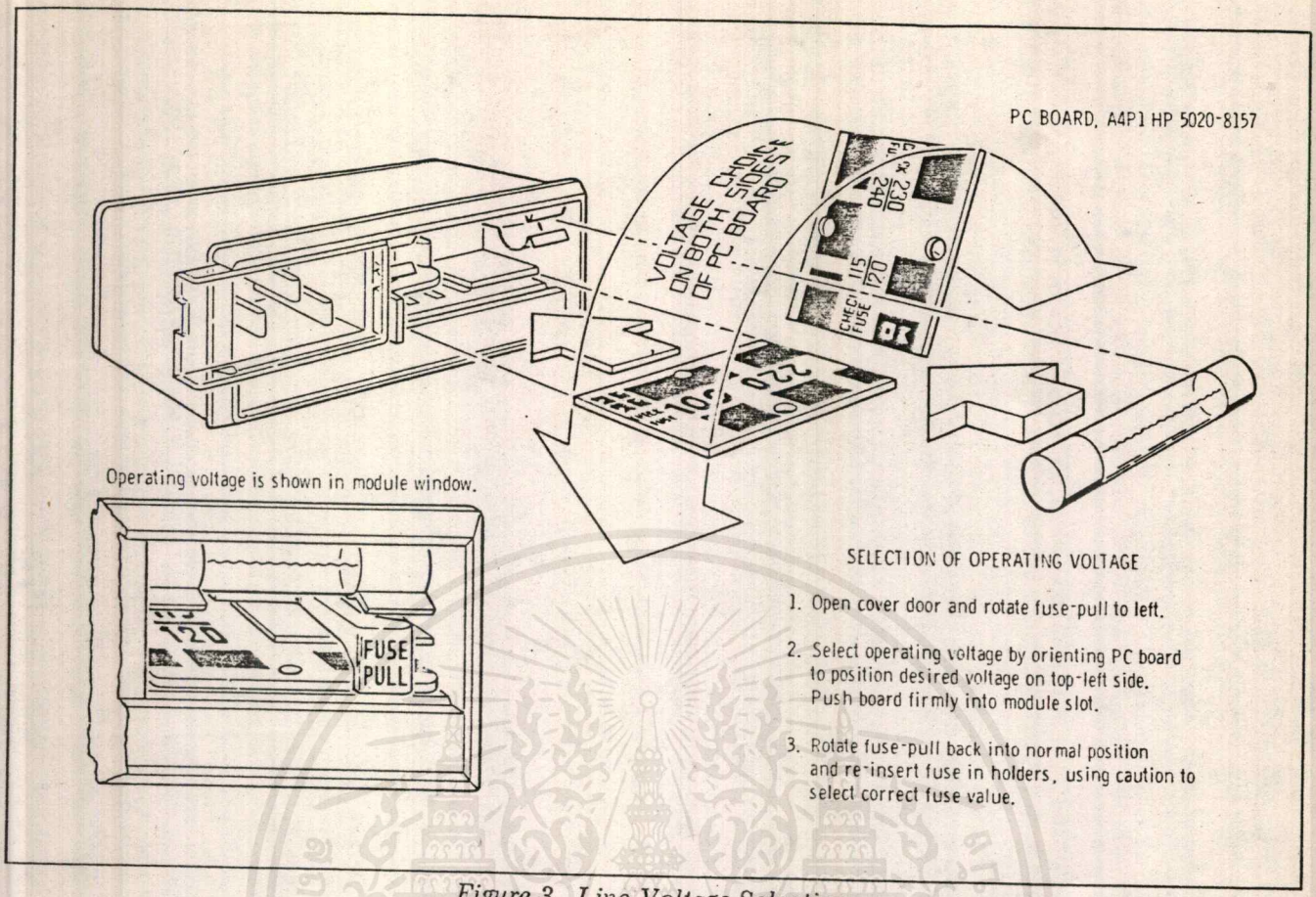


Figure 3. Line Voltage Selection

32. Original Packaging. Containers and materials identical to those used in factory packaging are available through Hewlett-Packard offices. If the instrument is being returned to Hewlett-Packard for servicing, attach a tag indicating the type of service required, return address, model number, and full serial number. Also, mark the container FRAGILE to assure careful handling. In any correspondence, refer to the instrument by model number and full serial number.

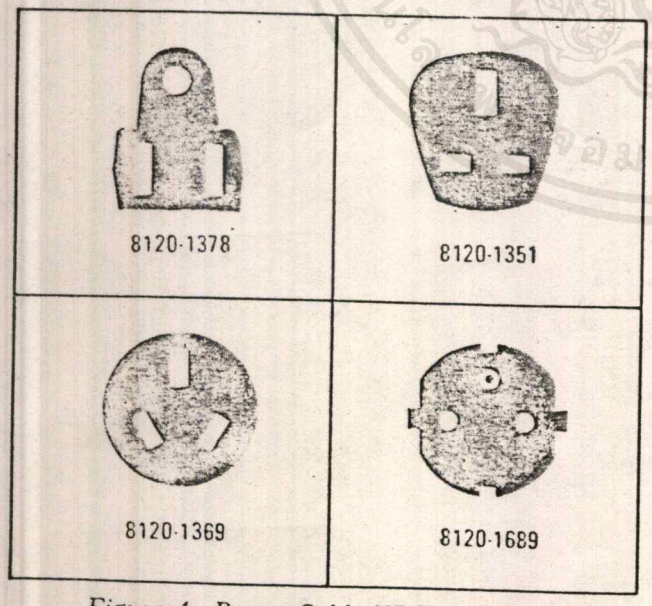


Figure 4. Power Cable HP Part Numbers Versus Mains Plugs Available

33. Other Packaging. The following general instructions should be used for re-packaging with commercially available materials:

a. Wrap the instrument in heavy paper or plastic. (If shipping to a Hewlett-Packard office or service center, attach a tag indicating the type of service required, return address, model number, and full serial number.)

b. Use a strong shipping container.

c. Use enough shock-absorbing material (3- to 4-inch layer) around all sides of the instrument to provide a firm cushion and prevent movement inside the container. Protect the control panel with cardboard.

d. Seal the shipping container securely.

e. Mark the shipping container FRAGILE to assure careful handling.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34. OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS

35. Operation of the controls of the 11683A is explained in Figure 6; Figure 7 provides operating and hookup instructions with a compatible Power Meter.

36. Maintenance by the operator consists of changing the fuse (refer to Figure 3), and LINE switch lamp replacement (refer to Figure 5).

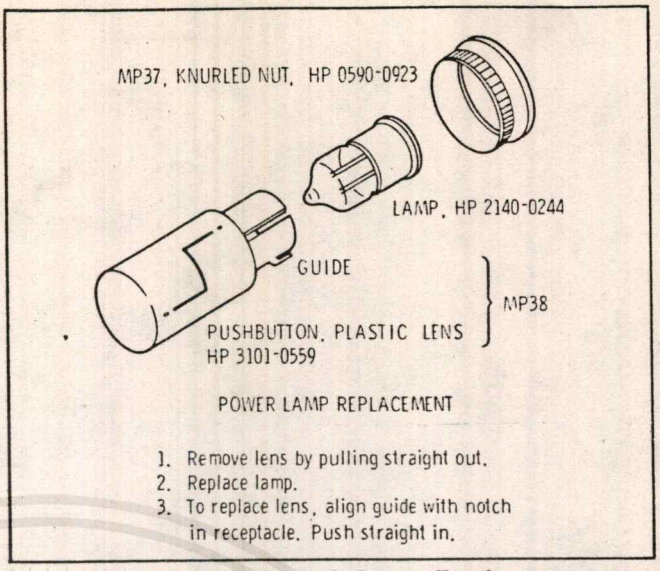
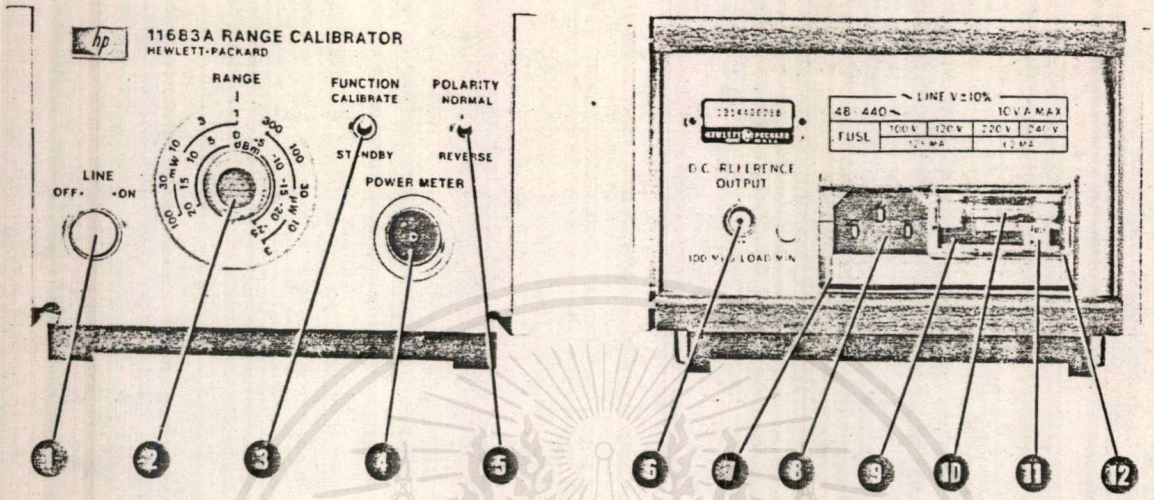


Figure 5. Line Switch Lamp Replacement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRONT AND REAR PANEL FEATURES



1. **LINE Switch.** Controls primary power. Illuminated when instrument is ON.

2. **RANGE Switch.** Equivalent to compatible Power Meter's Range Switch; produces a full scale Power Meter reading when 11683A and Power Meter Range switches are set to same scale.

3. **FUNCTION Switch.** When the switch is set to CALIBRATE an output dependent on the RANGE switch setting is coupled to the Power Meter. In STANDBY mode the output is grounded.

4. **POWER METER Connector.** Connects the output to, and control signals from, compatible Power Meter via Power Sensor Cable.

5. **POLARITY Switch.** An upscale reading is obtained on the Power Meter when the switch is set to NORMAL. The REVERSE setting produces a downscale reading.

6. **D.C. REFERENCE OUTPUT Connector.** DC reference voltage output from RANGE Switch. Load resistance must be ≥ 100 MΩ for proper operation of the 11683A.

7. **Power Module Assembly.**

8. **Receptacle.** Couples transformer primary to line voltage via power cable.

9. **Line Voltage Selection Card.** Matches transformer primary to line voltage. Refer to Figure 3.

10. **Fuse.** A 1/8 A fuse is used at 100/120 Vac; 1/16 A fuse at 220/240 Vac.

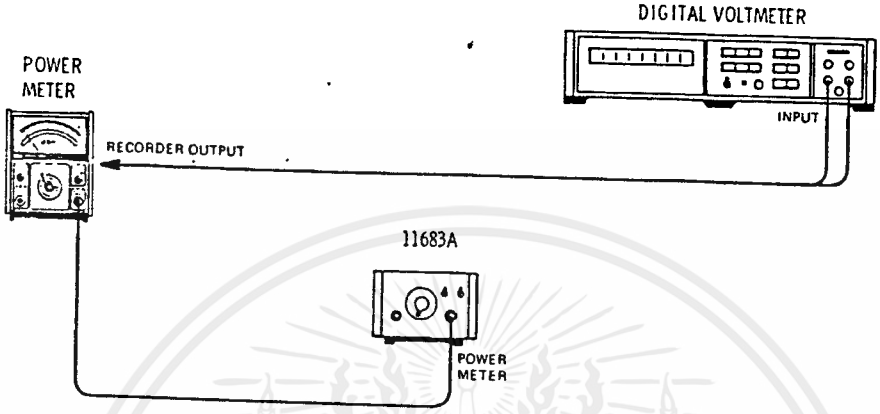
11. **Fuse Pull Handle.** Mechanical interlock; fuse must be removed before extraction of Line Voltage Selection Card.

12. **Window.** Safety interlock; fuse cannot be removed while power cable is coupled to Power Module Receptacle.

Figure 6. Front and Rear Panel Controls, Connectors, and Indicators

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATING INSTRUCTIONS



TURN ON

a. Verify that the power transformer primary of the 11683A is matched to the line voltage. See Figure 3.

b. Check the fuse, contained in the Power Module Assembly, for the correct rating. The voltage and amperage are shown on the rear panel. If necessary, change the fuse. See Figure 3.

c. Connect the equipment together as shown above.

d. Connect the Power Cable to the power outlet and Power Module receptacles. Press the LINE switch and release. The switch should remain in, the lamp within the plastic lens should be illuminated, and the cursor on the curved portion of the switch should indicate ON.

POWER METER PERFORMANCE TEST AND ADJUSTMENTS

e. Refer to the Power Meter manual for Performance Test and Adjustment Procedures.

POWER METER TROUBLESHOOTING

f. The 11683A may be used as a test signal source which is capable of a full scale meter reading in any range. The POLARITY switch increases the ease of Auto-Zero circuit troubleshooting, and the 11683A may be substituted for the Power Sensor in order to isolate a malfunction to the Power Meter/Power Sensor Cable or the Power Sensor. Troubleshooting information is found in Section VIII of the Power Meter Operating and Service Manual.

Figure 7. 11683A Operating Instructions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37. RANGE SWITCH PERFORMANCE TEST

38. The range-to-range accuracy of the 11683A Range Switch is checked to ensure a full-scale meter reading will be obtained when the 11683A and Power Meter Range Switches are set to the same scale.

39. Description. Voltage and resistance measurements are made at the rear panel output jack. Voltage measurements are made on the higher ranges. Because precise low voltage measurements are more difficult to make, resistance measurements are made at the lower RANGE switch settings. To achieve the needed accuracy, the four-wire resistance measurement technique is used.

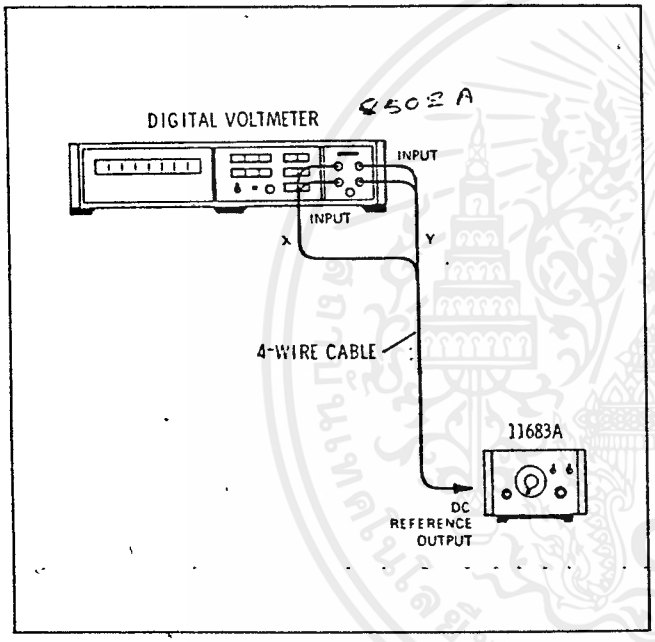


Figure 8. Range Switch Performance Test Setup

40. Equipment. Recommended equipment for performing these tests and adjustments are a digital voltmeter, HP 3450B (with option 002), and a 4-wire cable for performing the resistance measurements (refer to Table 2).

NOTE

The 4-wire cable must connect directly to the 11683A. Do not use connectors or adaptors because their series resistance will reduce measurement accuracy.

41. Procedure.

a. Set the 11683A controls as follows:

RANGE . . . . . 100 mW
FUNCTION . . . . . STANDBY
POLARITY . . . . . NORMAL

b. Set the DVM controls so measurements of up to +20 Vdc may be made. All measurements are to be 5-digit resolution.

c. Connect the equipment together as shown in Figure 8.

d. Set the 11683A FUNCTION control to CALIBRATE. On the table, record the dc voltage measured in each RANGE from 100 mW to 300 μW. If the voltage measured at the 1 mW range is beyond the limits shown on the table, when this procedure is completed, perform the Power Supply Adjustments. Calculate and record the ratio of the voltages using the formula shown in the table below.

Range	DVM Reading			Ratio ($V_{100\ mW} / V_{range}$)		
	Min.	Actual	Max.	Min.	Actual	Max.
100 mW				----	1.0000	----
30 mW				3.3457		3.3604
10 mW				10.768		10.815
3 mW				34.394		34.545
1 mW	143.00mVdc		147.00mVdc	108.76		109.23
300 μW				343.95		345.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the 11683A FUNCTION switch to BY. Set the DVM controls to measure ce.

asure the resistance at each RANGE setting 00 to 3 μW to 5-digit resolution and record ding on the table below. Verify that each falls within the limits shown.

ge	DVM Reading (Ohms)		
	Min.	Actual	Max.
μW	3143.3 ~~31.43.3~~	_____	3157.1 Ω
μW	995.90	_____	1000.2 Ω
μW	315.14	_____	316.52 Ω
μW	99.749	_____	100.18 Ω
μW	31.580	_____	31.718 Ω

any of the voltage ratio's or resistance gs are incorrect, refer to the troubleshooting nation.

ADJUSTMENTS

ower Supply Adjustment

The dc output of the 11683A is set to a fied level to ensure Power Meter full-scale ction occurs when the RANGE controls of the rator and Power Meter are set to the same

Description. The 11683A RANGE switch is o the 1 mW scale and the dc voltage at the rear l D.C. REFERENCE OUTPUT is set to a ified level.

Equipment. The HP Model 3450B is the mmended Digital Voltmeter used to set the er supply voltage. A DVM that meets or eeds the critical specifications of Table 2 may ubstituted.

Procedure.

1. Connect the 11683A rear panel DC REFERENCE OUTPUT to the DVM INPUT.
2. Set the DVM controls to provide 5-digit resolution at 145 mVdc.
3. Remove the 11683A top cover.
4. Adjust A2R1 for a DVM reading of 145.00 ± 2.00 mVdc.

48. FET BALANCE ADJUSTMENT

49. The sampling gate balance is affected by the relative positions of the wires in the Power Sensor which connect to pins G and H of connector A3J1. One wire is black and white, and the other is brown and white. Once positioned, care must be used not to displace these wires.

NOTE

This procedure normally will have to be performed only when the U1 assembly is replaced or if the white/black or white/brown wires which connect A3A1 to A3J1 are moved since their relative position is critical.

50. Equipment. The HP Model 180C/1801A/1821A is the recommended oscilloscope for use in the balance adjustment. An oscilloscope that meets or exceeds the critical specifications for Table 2 may be substituted.

51. Procedure

a. Remove the A3 Assembly (refer to the paragraph Disassembly of the A3 Sampling Gate assembly, under the heading Repair). Reinstall the LINE and A1 RANGE switch in the front panel before proceeding.

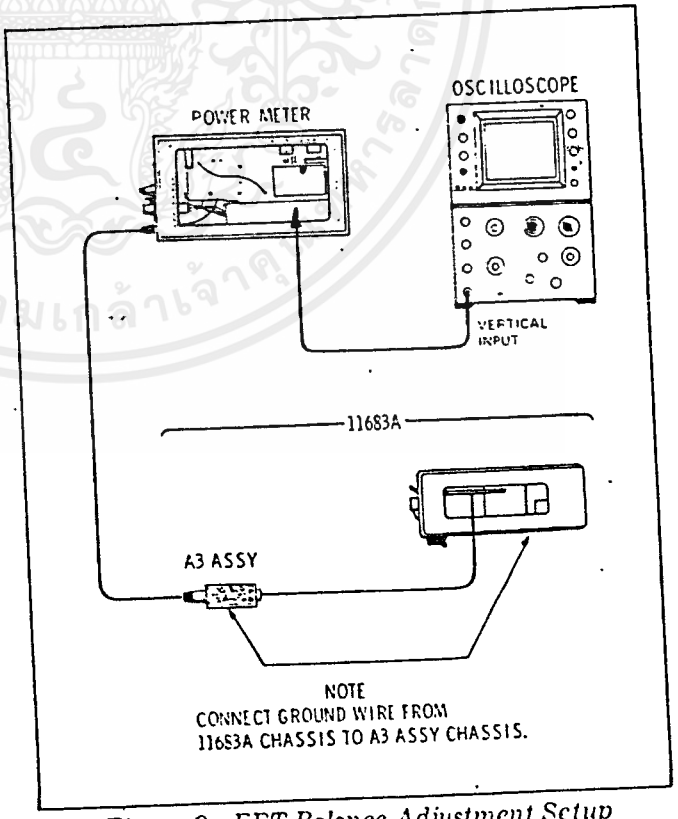


Figure 9. FET Balance Adjustment Setup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. Connect the equipment as shown in Figure 9. The oscilloscope probe will be coupled to A4TP4 in the HP 435A Power Meter or A2TPAC in the 436A Power Meter.

c. Set the 11683A FUNCTION switch to STANDBY; the Power Meter RANGE switch to 3 μW.

d. Press the Power Meter ZERO switch while monitoring the Oscilloscope for the switching transient (spike) waveform. Adjust the position of the black/white and brown/white wires until the amplitude is less than 1.0 Vp-p.

NOTE

The Power Meter ZERO Switch must be pressed for the duration of this adjustment procedure.

52. REPLACEABLE PARTS

53. Table 3 lists all replaceable parts in reference designator order. Table 4 contains the names and addresses that correspond to manufacturer's code numbers.

54. Replaceable Parts List

55. Table 3 is the list of replaceable parts and is organized as follows:

a. Electrical Assemblies and their components in alphanumerical order by reference designation.

b. Chassis-mounted parts in alpha-numerical order by reference designation.

c. Miscellaneous parts.

d. Illustrated parts breakdowns.

The information given for each part consists of the following:

a. The Hewlett-Packard part number.

b. The total quantity (Qty) in the instrument.

c. The description of the part.

d. A typical manufacturer of the part in a five-digit code.

e. The manufacturer's number for the part.

The total quantity for each part is given only once -- at the first appearance of the part number in the list.

56. Ordering Information

57. To order a part listed in the replaceable parts table, quote the Hewlett-Packard part number, indicate the quantity required, and address the order to the nearest Hewlett-Packard office.

58. To order a part that is not listed in the replaceable parts table, include the instrument model number, instrument serial number, the description and function of the part, and the number of parts required. Address the order to the nearest Hewlett-Packard office.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Replaceable Parts

Reference Designation	HP Part Number	Qty	Description	Mfr Code	Mfr Part Number
	11683-60005	1	RANGE SWITCH ASSEMBLY (SEE MP8)	28480	11683-60005
1	0811-0570	1	RESISTOR 196K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-1963-B
2	0811-0571	1	RESISTOR 363.3K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-3E332-B
3	0811-0572	1	RESISTOR 508.5K ,1% ,062W PWW TC=04-10	0221E	EP20
4	0811-0573	1	RESISTOR 134.8K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-13582-B
5	0811-0574	1	RESISTOR 26.88K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-26881-B
6	0811-0575	1	RESISTOR 7.309K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-7309-B
7	0811-0576	1	RESISTOR 2.207K ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-2207-B
8	0811-0578	1	RESISTOR 687.7 ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-687R7-B
9	0811-0579	1	RESISTOR 216.4 ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-216R4-B
10	0811-0577	1	RESISTOR 68.38 ,1% ,025W PWW TC=04-10	0312C	140-1/8-D-68R38-B
11	0811-3214	1	RESISTOR 31.62 ,1% ,025W PWW TC=04-10	0266M	1409-1/40-31R62-B
1	3100-3211	1	SWITCH:ROTARY 2 SECTION,10 POSITION	7685D	A-5950-5303-1
	11683-60001	1	POWER SUPPLY ASSEMBLY	28480	11683-60001
C1	0180-0181	1	CAPACITOR-FXD 50UF+75-10% 50VDC AL	0420J	30D506G050DD2
C2	0160-2204	1	CAPACITOR-FXD 100PF +-5% 300VDC MICA 0+70	28480	0160-2204
CR1	1901-0159	4	DIODE-PWR RECT 400V 750MA DO-41	0203G	SR1358-4
CR2	1901-0159		DIODE-PWR RECT 400V 750MA DO-41	0203G	SR1358-4
CR3	1901-0159		DIODE-PWR RECT 400V 750MA DO-41	0203G	SR1358-4
CR4	1901-0159		DIODE-PWR RECT 400V 750MA DO-41	0203G	SR1358-4
R1	2100-1788	1	RESISTOR-TRMR 500 10% C TOP-ADJ 1-TRN	73138	62.205-1
R2	0698-3033	1	RESISTOR 28.7 1% ,125W F TC=04-100	03888	PME55-1/8-TC-28R7-F
R3	0698-3151	1	RESISTOR 2.67K 1% ,125W F TC=04-100	0329B	C4-1/8-TC-2671-F
R4	0698-3150	1	RESISTOR 2.37K 1% ,125W F TC=04-100	0329B	C4-1/8-TC-2371-F
S1	3101-0554	1	SWITCH-TGL SUBMIN DPDT NS ,02A 20VAC/DC (SEE MP8, MP9)	0239B	7201-AV28 W/THREADED BUSHING
S2	3101-0553	1	SWITCH-TGL SUBMIN DPDT NS ,02A 20VAC/DC (SEE MP8, MP9)	0239B	7101-AV28-D
U1	1820-0196	1	IC 723 V REGLTR	0223G	723HC
3	11683-60003	1	SAMPLING GATE ASSEMBLY	28480	11683-60003
C1	0160-2357	1	CAPACITOR-FDTHRU 1000PF +80 -20% 500V	28480	0160-2357
J1	1251-3228	1	CONNECTOR 12-PIN F CIRC AUDIO (SEE A3MP8)	05871	91-7-3638
MP1	0370-0231	1	COMPOUNDNUT LOCKING	28480	0370-0231
MP2	0510-0009	1	SCREW-MACH 6-80 ,312-IN-LG 82 DEG	28480	0510-0009
MP3	3030-0436	1	SCREW-SKT HD CAP 6-80 ,5-IN-LG SST-300	28480	3030-0436
MP4	1251-3363	1	MAT-CONNECTOR MOUNTING (USED WITH A3J1)	28480	1251-3363
MP5	1460-1224	1	SPRING-CPRSN ,086-IN-OD ,188-IN-LG SST	28480	1460-1224
MP6	3030-0422	8	SCREW-SKT HD CAP 0-80 ,188-IN-LG	28480	3030-0422
MP7	08681-00002	2	SHIELD	28480	08681-00002
MP8	08681-20011	2	C-ASSY	28480	08681-20011
MP9	5040-6939	1	CLAMP	28480	5040-6939
MP10	5040-6940	1	BLOCK	28480	5040-6940
MP11	11683-00003	1	PANEL, FRONT, SUB	28480	11683-00003
MP12	11683-20003	1	ENDBELL, FRONT	28480	11683-20003
MP13	11683-00004	1	ENDBELL, FEED-THRU	28480	11683-20004
MP14	11683-20005	1	SHELL, PLASTIC	28480	11683-20005
R1	0698-7219	1	RESISTOR 196 1% ,05W F TC=0+-100	0329B	C3-1/8-TC-1960-G
A3A1	08681-60017	1	BOARD ASSEMBLY, POWER SENSOR	28480	08681-60017
A3A1C1	0180-2515	2	CAPACITOR-FXD 47UF+-20% 6VDC TA	0420J	196D476X0006KA1
A3A1C2	0160-4306	8	CAPACITOR-FXD 100PF +-10% 100VDC	28480	0160-4306
A3A1C3	0160-4306		CAPACITOR-FXD 100PF +-10% 100VDC	28480	0160-4306
A3A1C4	0180-0596	1	CAPACITOR-FXD 3.3UF+-20% 15VDC TA	0696C	D3X3G5;F18M
A3A1C5	0160-3094	1	CAPACITOR-FXD .1UF +-10% 100VDC CER	28480	0160-3094
A3A1C6	0160-3879	1	CAPACITOR-FXD .01UF +-20% 100VDC CER	28480	0160-3879
A3A1C7	0160-4306		CAPACITOR-FXD 100PF +-10% 100VDC	28480	0160-4306
A3A1C8	0160-4306		CAPACITOR-FXD 100PF +-10% 100VDC	28480	0160-4306
A3A1C9	0180-2515		CAPACITOR-FXD 47UF+-20% 6VDC TA	0420J	196D476X0006KA1
A3A1C10	0180-2565	1	CAPACITOR-FXD 100UF+-20% 6VDC TA	0420J	196D107X0006KE3

See introduction to this section for ordering information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Replaceable Parts

Reference Designation	HP Part Number	Qty	Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A3A1Q1	1854-0610	1	TRANSISTOR:SI NPN	28480	1854-0610
A3A1R1	0698-3260	1	RESISTOR 464K 1% .125W F TC=0+-100	01606	CC
A3A1R2	0698-7248	1	RESISTOR 3.16K 1% .05W F TC=0+-100	03298	C3-1/8-TC-3161-G
A3A1R3	0698-7224	1	RESISTOR 316 1% .05W F TC=0+-100	03298	C3-1/8-TC-316R-G
A3A1R4	0698-7236	1	RESISTOR 1K 1% .05W F TC=0+-100	03298	C3-1/8-TC-1001-G
A3A1RT1	0811-3210	1	RESISTOR 31.6 5% .05W FWW TC=+5000+-252	02666	1AR-1/20-31R6-J
A3A1U1	1813-0060	1	IC, NE810B	28480	1813-0060
			MISCELLANEOUS PARTS		
	0590-1040	1	THREADED INSERT-NUT 0-80 .06-LG SST	28480	0590-1040
	5040-6538	1	SPACER	28480	5040-6538
A4	0960-0483	1	POWER MODULE ASSEMBLY	28480	0960-0483
A4J1	0360-0514	8	TERMINAL	28480	0360-0514
A4J2	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J3	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J4	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J5	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J6	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J7	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4J8	0360-0514		TERMINAL	28480	0360-0514
A4TB1	5020-8122	1	LINE VOLTAGE SELECTION CARD	28480	5020-8122
			CHASSIS PARTS		
DS1	2140-0244	1	LAMP-GLOW NEON 135/150VDC 1.2MA T-2-BULB (PART OF S1)	28480	2140-0244
F1	2110-0027	1	FUSE .125A 250V NORM-BLO 1.25X.25 UL IEC (FOR 100/120 VAC OPERATION)	0470C	312.125
F1	2110-0011	1	FUSE .062A 250V NORM-BLO 1.25X.25 UL IEC (FOR 220/240 VAC OPERATION)	0470C	312.062
J1	1250-0083	1	CONNECTOR-RF BNC FEM SGL-HOLE-FR 50-OHM (SEE MP8)	0331F	28JR-130-1
MP1	0360-1190	1	TERMINAL-SLDR LUG PL-MTG FOR-#3/8-SCR	79963	720-.380M
MP2	0370-2388	1	KNOB-BASE-BAR/SKT 1/2 DGK .25-IN-ID	28480	0370-2388
MP3	0590-0052	1	NUT-BRVET-J 6-32-THD .5-WD STL	04824	C-6020-632-248
MP4	0590-0765	2	NUT-KNRLD-R 1/4-40-THD .078-IN-THK (USED WITH A281 AND A282)	65146	MODEL N-1A
MP5	2190-0016	2	WASHER-LK INTL T 3/8 IN .377-IN-ID	28480	2190-0016
MP6	2190-0067	2	WASHER-LK INTL T 1/4 IN .256-IN-ID	76189	1910-05
MP7	2360-0113	1	SCREW-MACH 6-32 .25-IN-LG PAN-HD-POZI	28480	2360-0113
MP8	2950-0043	2	NUT-HEX-DBL-CHAM 3/8-32-THD .094-IN-THK (USED WITH A1 AND J1)	28480	2950-0043
MP9	2950-0052	2	NUT-HEX-DBL-CHAM 1/4-40-THD .062-IN-THK (USED WITH A281 AND A282)	28480	2950-0052
MP10	11683-00004	1	SUPPORT, P.C. BOARD	28480	11683-00004
MP11	11683-00005	1	BRACKET, TRANSFORMER MOUNTING	28480	11683-00005
MP12	0590-0923	1	NUT-KNRLD-R 1/2-32-THD .125-IN-THK (PART OF S1)	28480	0590-0923
MP13	3101-0559	1	CAP-PB TPL WHITE; ZIG-ZAG 90 DEG TO (PART OF S1)	28480	3101-0559
P1	0362-0063	8	TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P2	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P3	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P4	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P5	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P6	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P7	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
P8	0362-0063		TERMINAL-CRIMP CONN-FEM 0.046-TAB	91886	122-0192-019
R1	0757-0459	1	RESISTOR 56.2K 1% .125W F TC=0+-100 (PART OF A2)	03298	C4-1/8-TC-5622-F
S1	3101-1390	1	SWITCH-PB DPDT-DB ALTNG 10.5A 250VAC (PART OF A2;INCL DS1,MP12,MP13).	01CQH	53-67280-120/A1M
T1	9100-0552	1	TRANSFORMER:POWER 50-400 HZ	28480	9100-0552
W1	8120-1378	1	CABLE ASSY 18AWG 3-CNDCT SJGK-JKT .25-DD	28480	8120-1378
W2	11683-60004	1	PRIMARY POWER CABLE (INCLUDES F1 AND S1)	28480	11683-60004

See introduction to this section for ordering information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Replaceable Parts

Item Number	HP Part Number	Qty	Description	Mfr Code	Mfr Part Number
1	2360-0182	2	SCREW: FLAT HD POZI DR 6-32 x 0.312"	00000	OBD
2	5060-8553	2	COVER ASSY: TOP, 5 x 8	28480	5060-8553
3	11683-00001	1	PANEL: REAR	28480	11683-00001
4	5060-0247	2	FRAME ASSY	28480	5060-0247
5	2360-0180	8	SCREW:FLAT HD POZI DR 6-32 x 0.188" LG	00000	OBD
6	5000-8766	2	COVER: SIDE 3 x 8	28480	5000-8766
7	5000-8569	1	COVER: BOTTOM, 5 x 8	28480	5000-8569
8	5040-0700	2	HINGE	28480	5040-0700
9	11683-00002	1	PANEL: FRONT	28480	11683-00002
10	5060-0727	2	FOOT ASSY	28480	5060-0727
11	1490-0031	1	STAND: TILT	28480	1490-0031

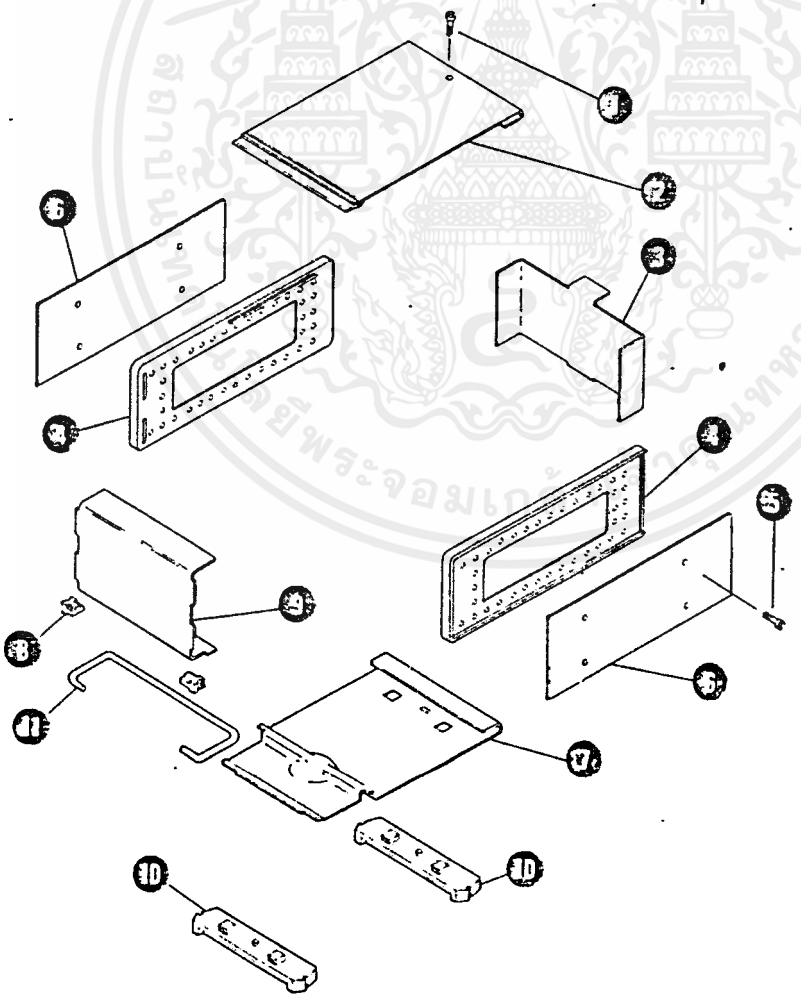


Figure 10. Cabinet Parts Exploded View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Replaceable Parts

Reference Designation	HP Part Number	Qty	Description	Mfr Code	Mfr Part Number

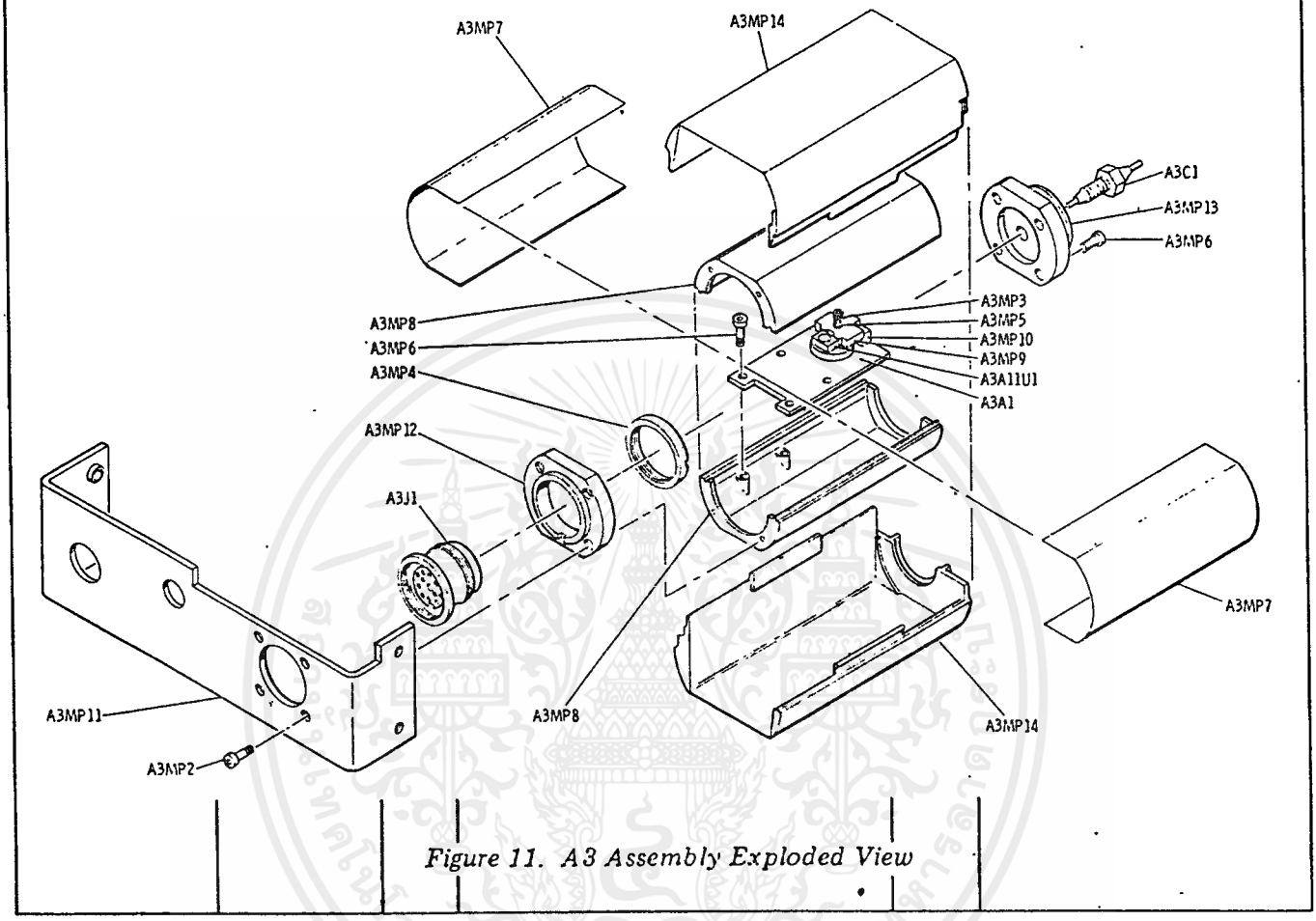


Figure 11. A3 Assembly Exploded View

Table 6-4. Code List of Manufactures

Mfr Code	Manufacturer Name	Address	Zip Code
01000M	ILLUMINATED PRODUCTS INC	ANAHEIM CA	
01600G	ALLEN-BRADLEY CO	MILWAUKEE WI	
03888A	KDI PYROFILM CORP	WHIPPANY NJ	07981
02063G	MOTOROLA SEMICONDUCTOR PRODUCTS	PHOENIX AZ	
02721F	KELVIN ELECTRIC CO	VAN NUYS CA	
02735G	FAIRCHILD SEMICONDUCTOR DIV	MOUNTAIN VIEW CA	
02395B	C AND K COMPONENTS INC	WATERTOWN MA	
02660M	EDISON ELEC DIV MCGRAW-EDISON	MANCHESTER NH	
02999E	MERCO/ELECTRA CORP	MINERAL WELLS TX	
03120C	MICRO-OHM CORP	EL MONTE CA	
03209R	CORNING GLASS WORKS (BRADFORD)	BRADFORD PA	
03311F	SPECIALTY CONNECTOR CO INC	INDIANAPOLIS IN	
28480	HP DIV OF CORPORATE	PALO ALTO CA	
04260J	SPRAGUE ELECTRIC CO	NORTH ADAMS MA	
73138	BECKMAN INSTRUMENTS INC HELIPOT DIV	FULLERTON CA	92634
04700C	LITTELFUSE INC	DES PLAINES IL	
78189	ILLINOIS TOOL WORKS INC SHAKEPROOF	ELGIN IL	60126
04822M	TINNERMAN PRODUCTS INC	CLEVELAND OH	
79963	ZIERICK MFG CO	MT KISCO NY	10549
91896	MALCO MFG CO INC	CHICAGO IL	60650
95106	ALCO ELECTRONIC PRODUCTS INC	LAWRENCE MA	01843
05A7I	AMPHENOL SALES DIV OF BUNKER-RAMO	BROADVIEW IL	
06540	SIEMENS CORP COMPONENTS GROUP	SCOTTSDALE AZ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

. SERVICE

. Service Information is composed of Repair, inciples of Operation, and Troubleshooting, fol-wed by the assembly and component locations agrams (Figure 13 and 15) and schematic agrams (Figures 14 and 16).

. Test equipment that meets or exceeds the tical specifications of Table 2 may be used in ace of the recommended test instruments.

WARNING

The service information is often used with power supplied and protective covers removed from the instrument. Energy available at many points may, if contacted, result in personal injury or death.

2. Repair

3. The repair information includes instructions r removing and installing the A3 Sampling Gate ssembly, and proper installation of the A3A1 oard.

4. Disassembly of A3 Sampling Gate Assembly. or steps 1 through 3 see Figure 11. Refer to gure 10 steps 4 through 8.

a. Remove the top, bottom, and side covers the 11683A.

b. Remove the right-sideframe which is jacent to A2 and A3 assemblies after removing e 6-32 x 1/4" flat head machine screws.

c. Remove the RANGE switch knob after osening the socket set screws. Remove the 3/8-32 7/16" hex nut from the RANGE switch; remove e RANGE SWITCH.

d. Remove the 1/2-32 knurled nut on the NE switch and lift the A3 Assembly, which is tached only by the orange wire, from the 11683A assis.

e. To remove the A3 Assembly plastic cov-s, insert the blade of a screwdriver into the seam n each side of the bulkhead feedthrough. Gently vist until the covers snap apart. Remove the vers and the magnetic shields.

f. Remove the two 0-80 x 0.312" flat-head machine screws which attach the sub-panel to the upper chassis.

g. Remove the two 0-80 x 0.188" socket cap screws which secure the feedthrough endbell to the upper chassis. Loosen the lower cap screws and remove the upper chassis.

h. To reassemble the A3 Assembly follow the preceeding instructions in reverse order.

65. A3A1 Assembly Installation. The relative position of the installed circuit board and some components on the board are critical for proper operation.

a. Place the circuit board in the correct position and insert four 0-80 x 0.188" socket cap screws.

b. Center the circuit board so there is equal air gap between each side and the chassis. Tighten the cap screws.

66. Principles of Operation

67. The principles of operation are intended to give the user a basic understanding of circuit operation and is, therefore, the most important troubleshooting aid available.

68. Power Supply. The A4 Power Module Assembly contains the Line Voltage Selector Card which matches the line voltage to power transformer primary. A line filter reduces line surge and transients.

The A2 Power Supply Assembly contains a bridge rectifier A2CR1-4, filter capacitor A2C1, a packaged voltage regulator circuit A2U1, and its associated components.

Within the IC package is a reference voltage generator, an operationa amplifier, regulator driver, series regulator, and current limiting transistors. The reference voltage output, pin 4, is coupled to the non-inverting operational amplifier input, pin 3. The amplifier output drives the regulator driver and series regulator transistors and the regulated output is coupled from the emitter, through the current sense resistor A2R2, to the POLARITY switch A2S1. A2R3, R1, and R4 form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a voltage divider through which the feedback bias is coupled to A2U1 pin 2, the inverting input.

If the current flow through A2R2 exceeds 20 mA, the current limiting transistor is turned-on and the drive voltage to the regulator driver is reduced which drops the regulated voltage toward zero.

A2C2 provides high frequency rolloff which reduces the feedback loop tendency to support spurious oscillations.

69. A1 Range Switch Assembly. The Range switch is a voltage divider which changes the output voltage by a factor of approximately $\sqrt{10}$ for each sequencial range change.

70. A3 Sampling Gate Assembly. The dc input from the Range Switch assembly is divided by one thousand and is coupled to the A3A1U1 Sampling Gate circuit. A 220 Hz squarewave drive signal from the Power Meter is coupled to the FET gates. When A3A1U1Q1 is conducting, the dc input is coupled to the Input Amplifier A3A1Q1. When A3A1U1A2 is conducting, the input to the amplifier is essentially ground. The signal coupled to the Input Amplifier is 220 Hz ac, with the amplitude directly proportional to the dc input level.

The Input Amplifier and the first amplifier in the Power Meter are the component parts of a Hybrid Operational Amplifier. The Amplifier, which has a gain of approximately 730, is shown in Figure 12.

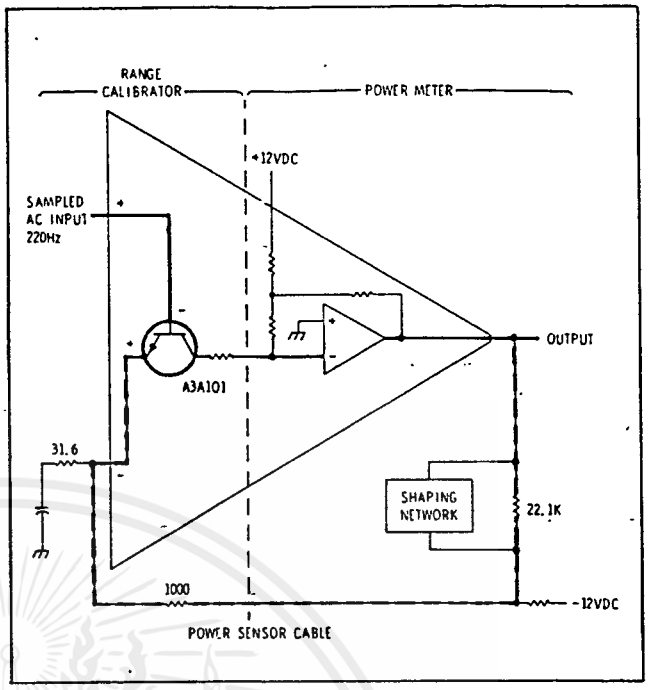


Figure 12. Hybrid Operational Amplifier

71. Troubleshooting

72. The Troubleshooting information is intended to supplement the principles of operation and schematics. This information should reduce troubleshooting time and increase the ease of solving problems that do not have obvious answers.

73. Power Supplies. If the output noise level has increased and the dc voltage at A2U1 pin 8 has decreased slightly, one of the bridge rectifier diodes or A2C1 may be defective.

If the output voltage has decreased, 0.6 Vdc measured across A2R2 indicates the current limiter is operating.

Measure the voltage on A2U1 pins 2 and 3. If the voltage difference is >10 mVdc, verify that the regulated output has correctly followed the change in input levels. The regulated output's relative change from normal should follow the non-inverting input change and be opposite to the inverting input change. If the preceeding statement is not true, the integrated circuit is probably defective, otherwise, the problem is probably with the associated components of A2U1.

74. A1 Range Switch Assembly. Voltages and/or, resistance measurements, taken while performing the Range Switch Performance Test, may be out of the specified tolerances. This may be due to a definite change-in-resistance of one of the resistors mounted on the switch, high resistance contacts on the FUNCTION or RANGE switches, or a soldered connection which exhibits high resistance.

75. A3 Sampling Gate Assembly. The input to the A3 assembly is normally +15.8 mVdc with the RANGE switch set to a 100 mW.

NOTE

The following instructions apply after the A3A1 Circuit Board Assembly has been exposed. Refer to Disassembly of A3 Sampling Gate Assembly.

The multivibrator drive from the Power Meter to the FET Sampling Gate circuit may be checked on pins 4 or 6 of U1. This drive voltage is a 220 Hz square wave whose most positive level is

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

±0.05 Vdc with the most negative level >9V negative.

st cases it may be assumed that the operational amplifier, made up of the Input Amplifier the first amplifier in the Power Meter, is ing correctly if the dc voltage found on the cover of A3A1Q1 is −70 ±30 mVdc.

ET's in A3A1U1 may be checked by the following procedure:

a. Disconnect the cables from the 11683A.

b. Remove the upper chassis from the A3 bly. (Refer to disassembly procedures.)

c. Measure the resistance between pins 1 and the A3A1U1. The resistance should be 15 ohms. The same resistance should be found een pins 8 and 9 of A3A1U1.

d. Short pins 4, 6, and 9 of A3A1U1. While the pins are shorted, measure the resistance between pins 2 and 3, and between pins 3 and 8, of A3A1U1. The resistance should be less than 40 ohms.

e. Set a power supply to 10 Vdc.

f. Connect the positive side of the power source to A3J1 pin E signal ground. Connect the negative power supply lead to pins 4 and 6 of A3A1U1.

g. Measure the resistance between pins 2 and 3 of A3A1U1. Also measure the resistance between pins 3 and 8 of A3A1U1. In both cases, the resistance should be several hundred times the resistance found in step d.

If A3A1U1 is replaced it is recommended that the FET BALANCE ADJUSTMENT be performed to ensure the 11683A is operating at maximum capability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

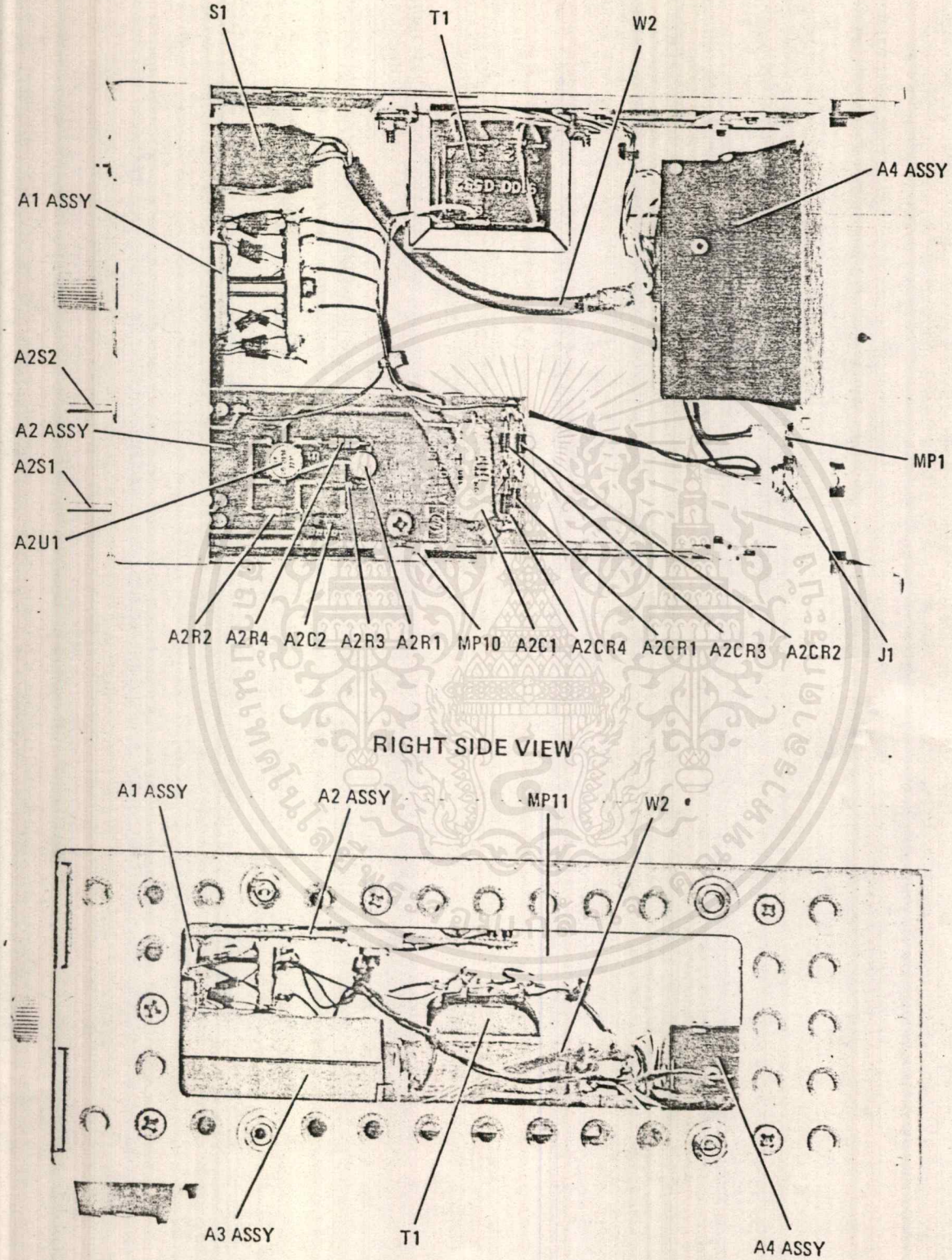
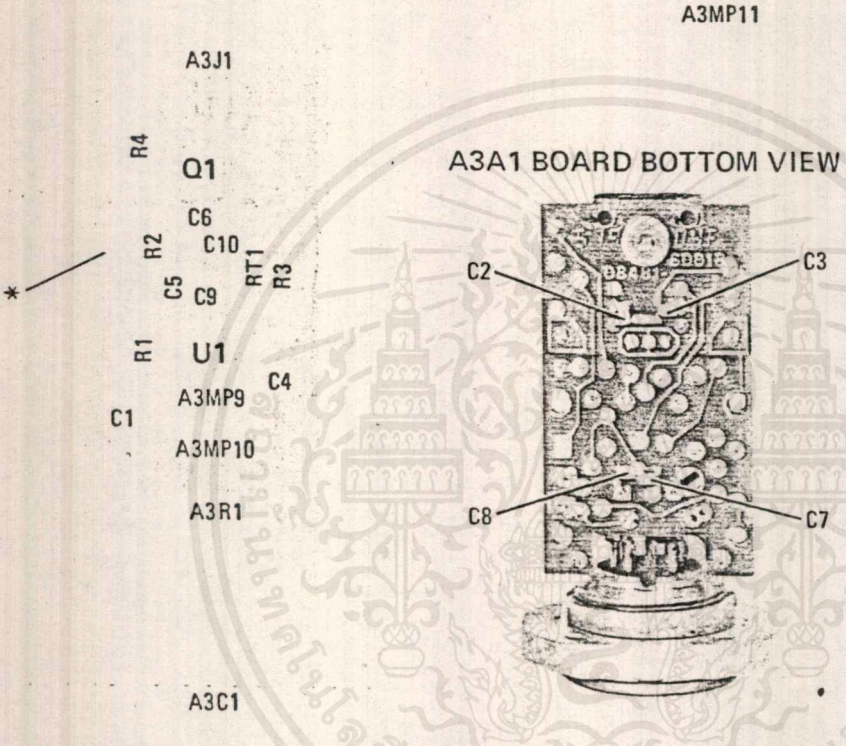


Figure 13. 11683A Assembly and Component Locations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A3 ASSEMBLY COMPONENT LOCATIONS

A3 ASSEMBLY TOP VIEW

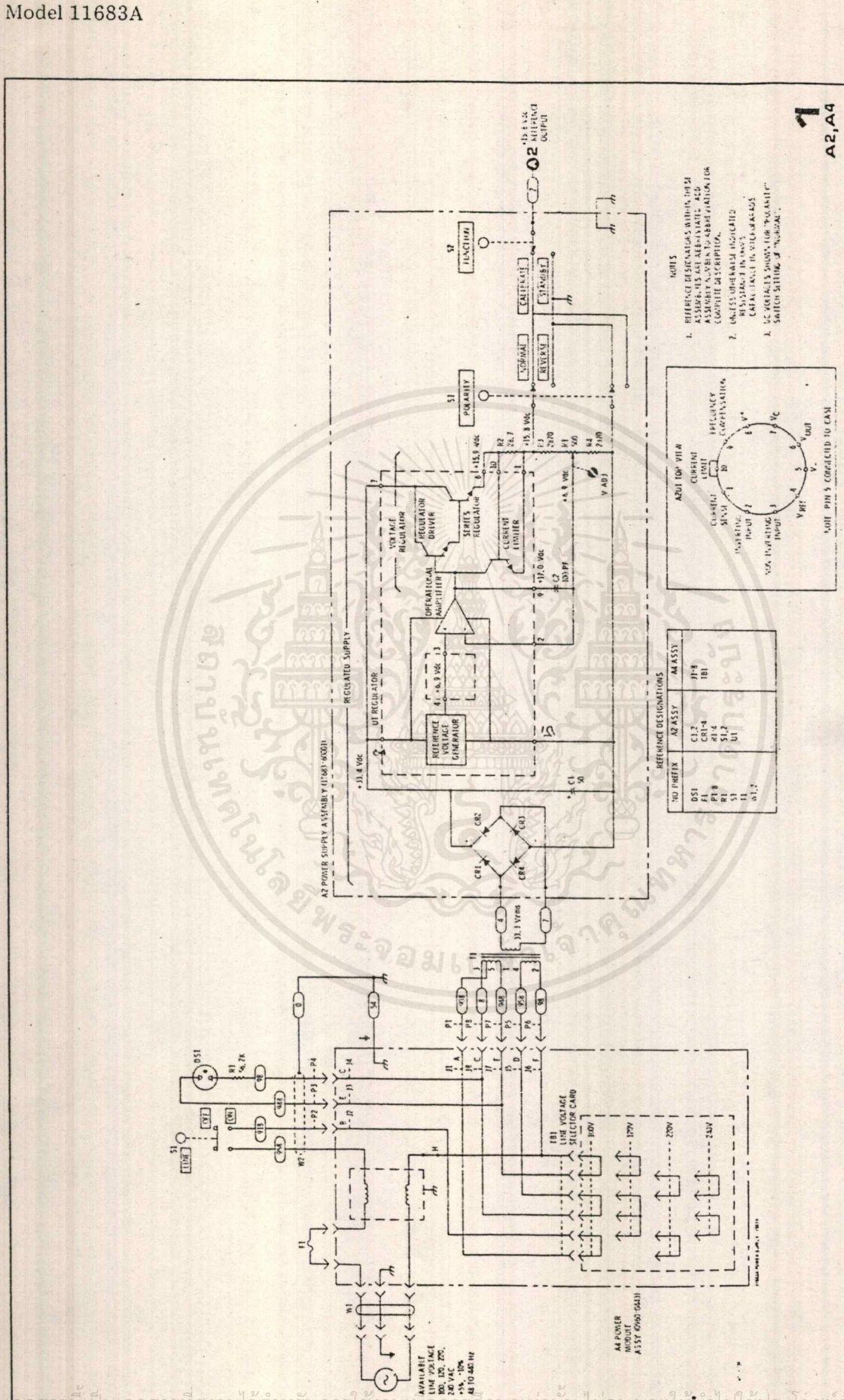


NOTE: A3 COMPONENT REFERENCE DESIGNATIONS ARE PRECEDED BY "A3". ALL OTHER COMPONENTS ARE PART OF THE A3A1 BOARD.

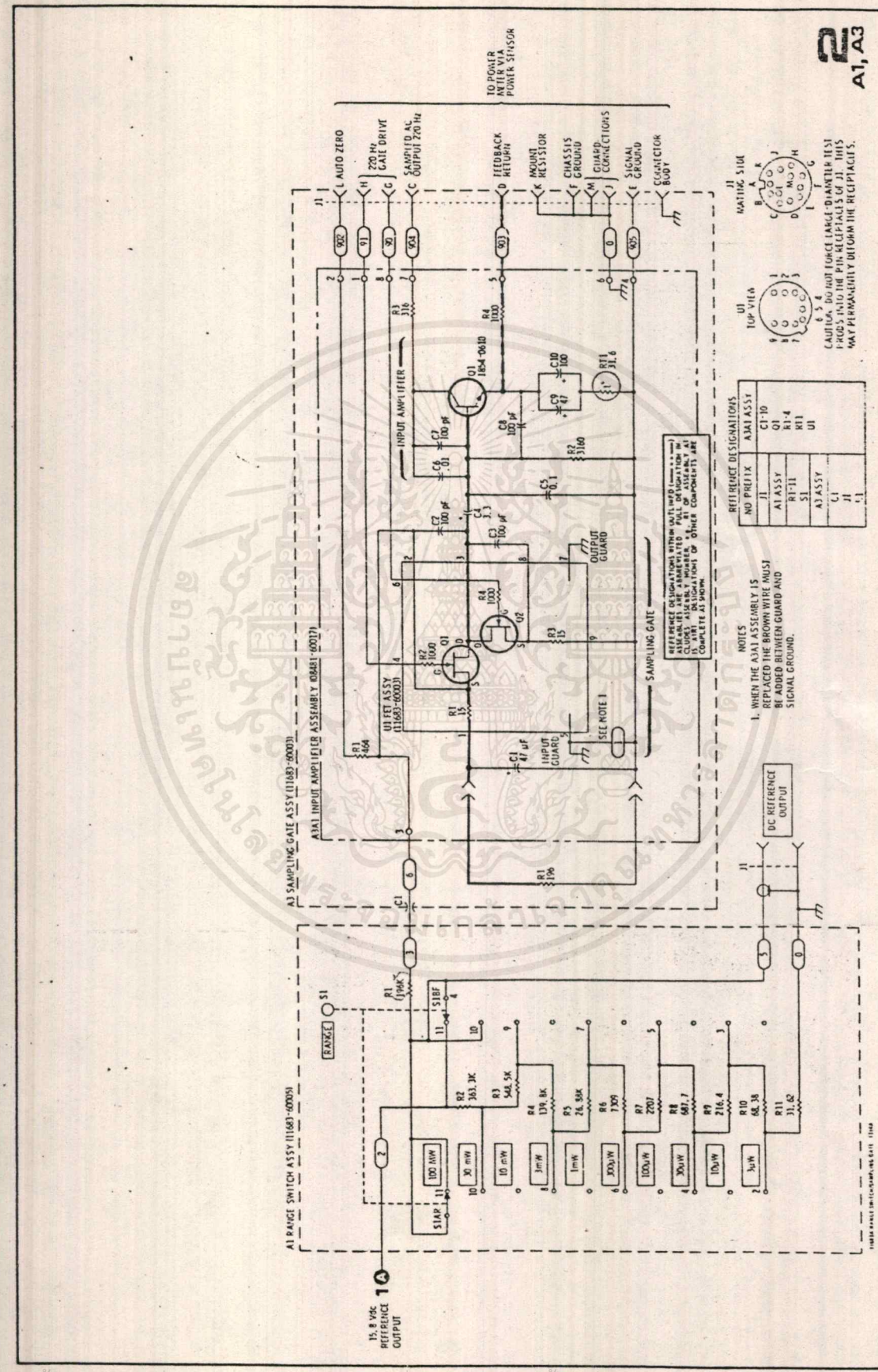
* WHEN THE A3A1 ASSEMBLY IS REPLACED THE BROWN WIRE MUST BE ADDED BETWEEN GUARD AND SIGNAL GROUND.

Figure 15. A3 Assembly Component Locations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

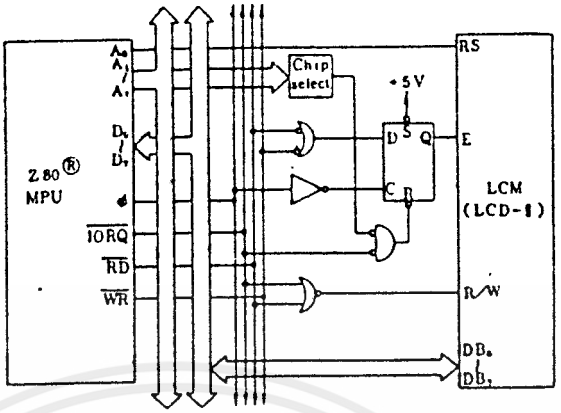


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

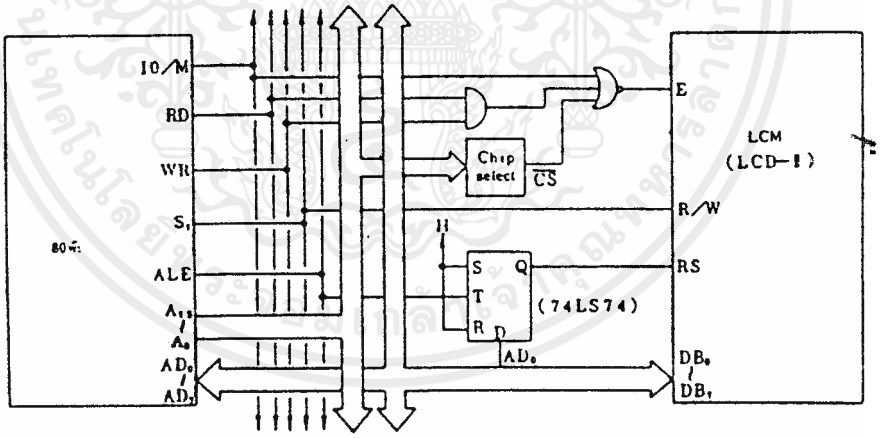
ผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example of interfacing to Z80 MPU



เราสามารถต่อ LCD MODULE (HD44780 เป็น CONTROLER) เข้ากับระบบไมโครได้หลายรูปแบบดังรูป



Example of connection with LCM being used as a part of memories on the determined address.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

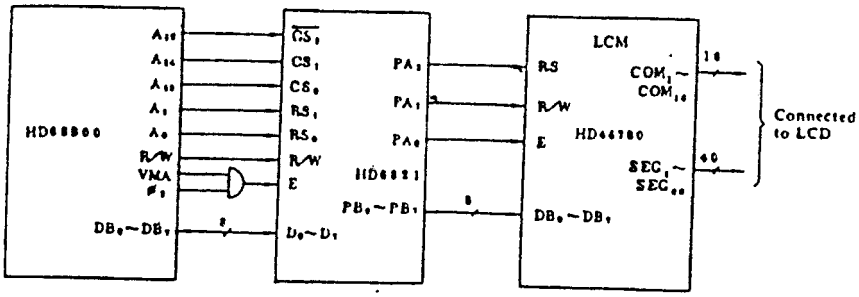
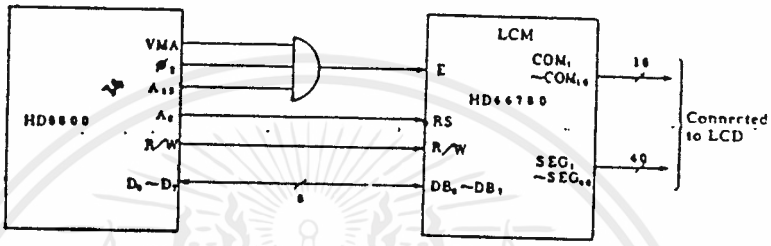
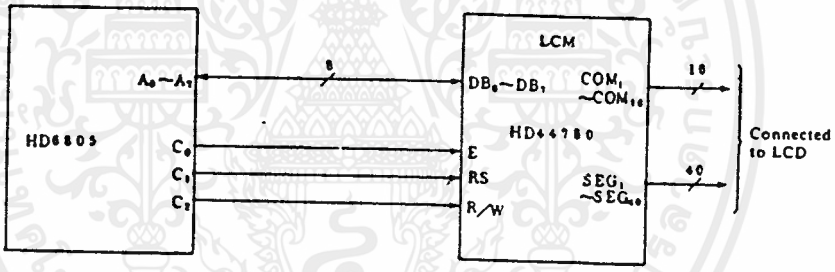


Fig. 4 Example of Interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

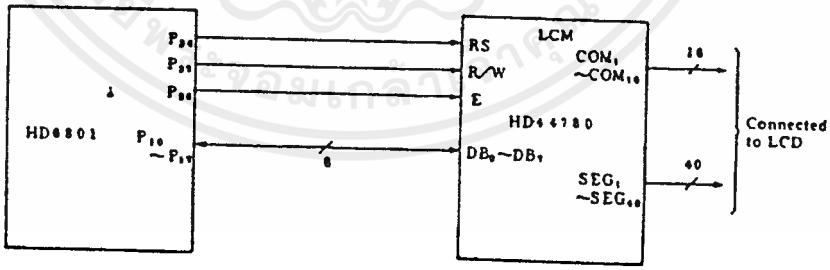
Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



Example of interfacing to the HD6805



Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
Set CG RAM address.	0	0	0	1	A_{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Set DD RAM address	0	0	1	A_{DD}							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Read busy flag & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs

I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1)
S = 1: Accompanies display shift.
S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move
R/L = 1: Shift to the right.
R/L = 0: Shift to the left.
DL = 1: 8 bits DL = 0: 4 bits
N = 1: 2 lines N = 0: 1 line
F = 1: 5 × 10 dots F = 0: 5 × 7 dots
BF = 1: Internally operating
BF = 0: Can accept instruction

DD RAM: Display data RAM
CG RAM: Character generator RAM
A_{CG}: CG RAM address
A_{DD}: DD RAM address Corresponds to cursor address.
AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.

Execution time changes when frequency changes.
(Example)
When fosc is 270 kHz:

$$40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$$

*No effect
Notes 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.
2. Applied to models driven by 1/16 duty.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS

Electric maximum ratings

Item	Symbol	Min	Max	Unit	Remarks
Power supply for logic	V_{DD} – V_0				
Power supply for LCD drive	V_{DD} – V_5	Refer to individual specifications		V	
Input voltage	V_I				
Static electricity		–	100		See note

Note Electro-static discharge resistance is tested by charging a condenser with a capacity of 200pF and discharging it by contact with an interface connector pin

Environmental conditions

Item	Operating		Non-operating		Remarks
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Ambient temperature	Refer to individual specifications				
Humidity	Note				No dew
Vibration	–	4.9m/s² (0.5G)	–	19.6 m/s² (2G)	
Shock	–	29.4 m/s² (3G)	–	490 m/s²(50G)	X±Z 3 directions
Corrosion gas	No corrosion gas				

Note Humidity conditions are as follows

Number of dots / Ambient temperature (Ta)	Under 128 × 240	128 × 240 or over
Ta ≦ 40°C	95% RH max	85% RH max
Ta > 40°C (Below maximum temperature)	Below maximum absolute humidity of 40°C 95% RH	Below maximum absolute humidity of 40°C 85% RH

RELIABILITY CONDITIONS

LCD MODULE (Consumer Type)

Item	Conditions	Evaluation
High Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 50 ± 2°C surrounding temp	No change is visible in appearance nor function
Low Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 0 ± 2°C surrounding temp	
High Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at 60 ± 2°C surrounding temp then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off)	
Low Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at – 20 ± 2°C surrounding temp then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off) No dew to be found	
Damp Proof	Storage 96 – 100 Hrs at 40 ± 2°C and 90 – 95% RH surrounding condition then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off). No dew to be found	

Note The above condition is only representative, and may differ in case of customized specifications

OPTICAL DATA

Ta = 25°C

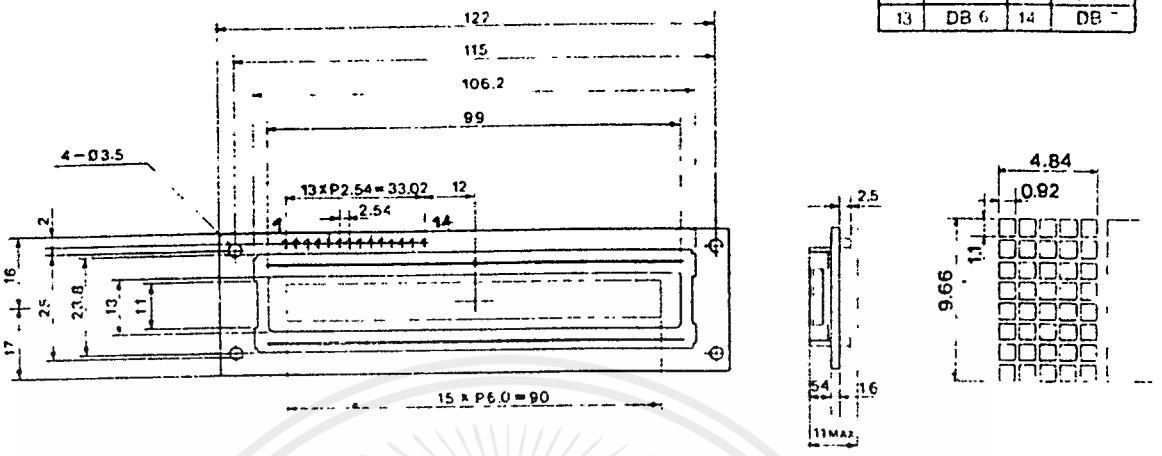
Item	Symbol	Condition	Min	Typ.	Max.	Unit	Notes to see
Viewing angle	$\phi 2 - \phi 1$	K = 1.4	–	20	–	deg	—
Contrast ratio	K	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	2	–	–	—
Response time (rise)	t_r	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	250 150	400 250	ms	— —
Response time (fall)	t_f	$\phi = 25°$ $\theta = 0°$	–	250 150	400 250	ms	— —

DATA VISION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

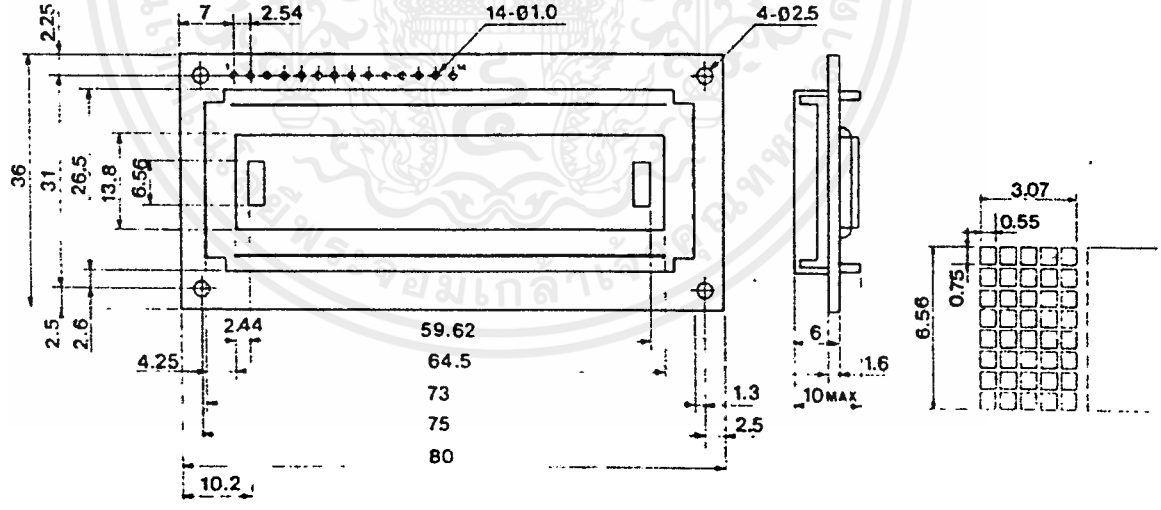
DV-1601B

No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7



DV-1601

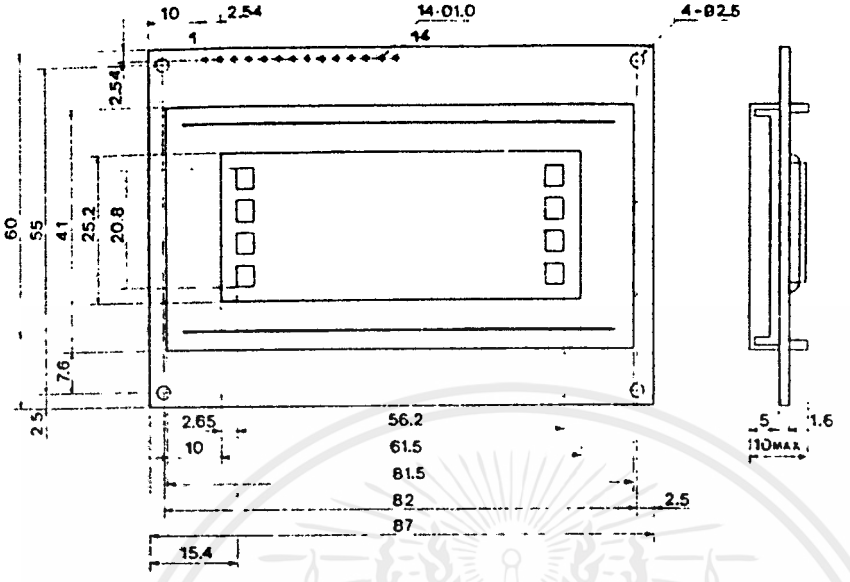
No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7

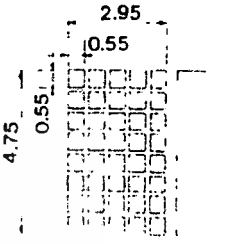


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DV-1604

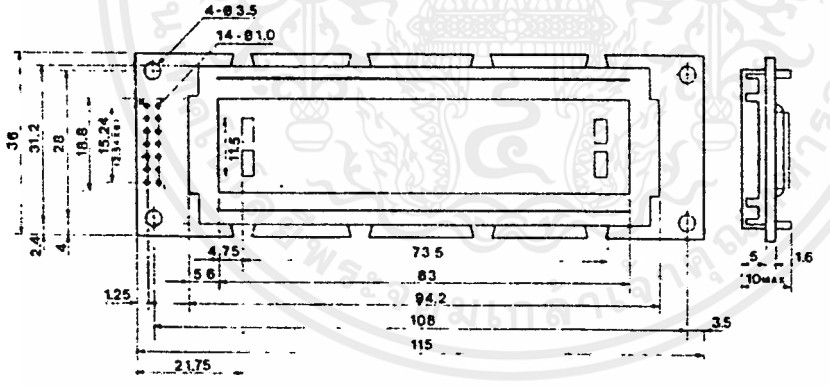
No	Signal	No	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7

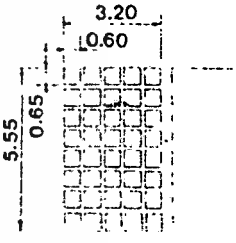




DV-2002

No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7

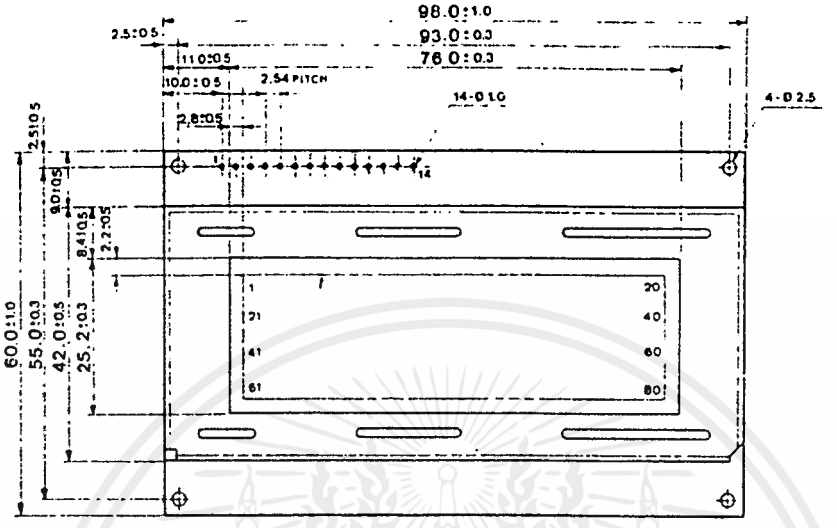




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

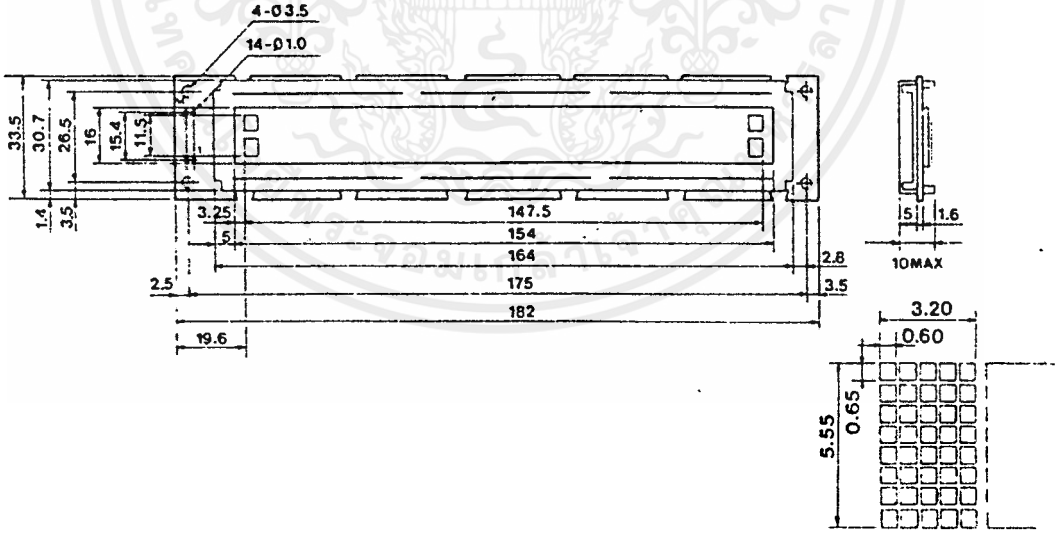
DV-2004

No	Signal	No	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7



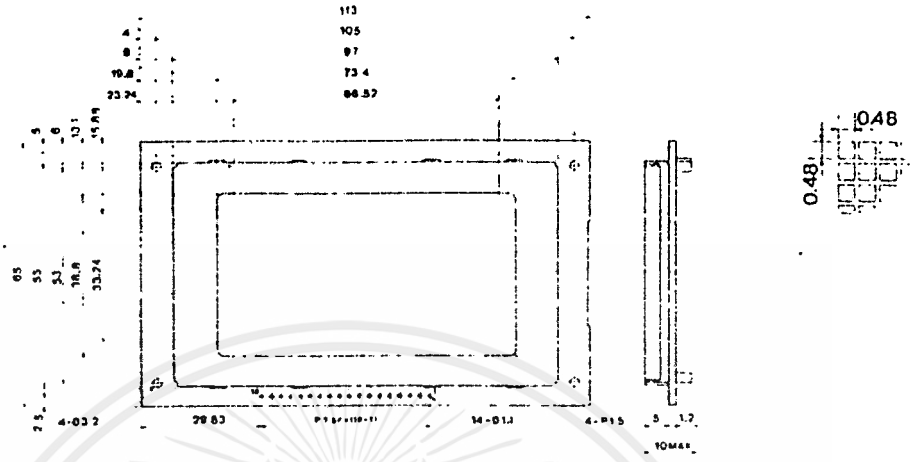
DV-4002

No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB 0	8	DB 1
9	DB 2	10	DB 3
11	DB 4	12	DB 5
13	DB 6	14	DB 7

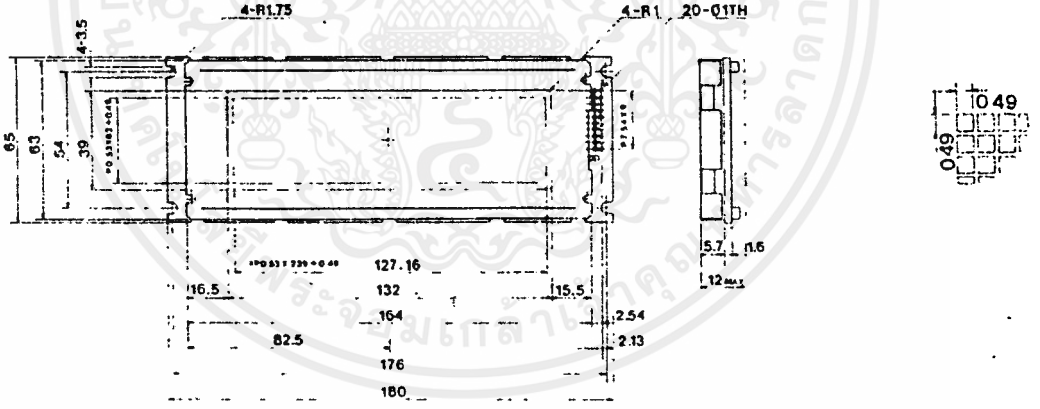


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DG 128064



DG 240064



DATA VISION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;****************** INTERNAL RAM ****************

DATA_BUF        EQU     7FH
ADDR_BUF        EQU     7EH
ORG_VAL         EQU     7DH
OFFSET          EQU     7CH

;****************** ADDRESS BIT ******************

STATUS_ERR      EQU     7FH


;************** INSTALLATION PROGRAM *************

                ORG     0000H
                LJMP    START

                ORG     0100H
START:          MOV     A,#8BH          ; INITIAL for 7 segment -
                MOV     DPTR,#2003H     ; -reading from 436A (Pb-Pc)
                MOV     R7,#30H         ; & control front pannel(Pa-1)
LOOP1:          MOV     R6,#0FFH
LOOP2:          MOVX    @DPTR,A
                DJNZ    R6,LOOP2
                DJNZ    R7,LOOP1

                MOV     A,#82H          ; INITIAL for -
                MOV     DPTR,#4003H     ; Pa   = data LCD.
                MOV     R7,#30H         ; Pb   = keyboard input (6 bit)
LOOP3:          MOV     R6,#0FFH        ; Pc-1 = LCD. controller
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP4:          MOVX    @DPTR,A             ; Pc-h = divider module BCD. ctrl
                DJNZ    R6,LOOP4
                DJNZ    R7,LOOP3
                MOV     P1,#00H
                MOV     A,#0F0H
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   INT_LCD

;*************** MAIN  PROGRAM ******************


MAIN:           MOV     R1,#07H
                MOV     DPTR,#TABLE1        ;display "WELL COME TO
                ACALL   WR_DIS              ;TO MICROWAVE RTAF.PMEL."
MAIN1:          MOV     A,#08H
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R5,#03H             ;off display
MAIN2:          ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,MAIN2
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R5,#03H             ;on display
MAIN3:          ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,MAIN3
                DJNZ    R1,MAIN1


                MOV     DPTR,#TABLE2
                ACALL   WR_DIS
                MOV     R5,#10H             ;hold on member
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAIN4:      ACALL   DELAY
            DJNZ    R5,MAIN4

MAIN5:      ACALL   CLR_DIS
            MOV     DPTR,#TABLE3
            ACALL   WR_DIS
            MOV     A,#0FH
            ACALL   CTR_DIS

MAIN6:      MOV     DPTR,#4001H         ;check key F1,F2
            MOVX    A,@DPTR
            MOV     20H,A
            JNB     00H,MAIN8
            MOV     A,#0CH              ;auto run (F1)
            ACALL   CTR_DIS
            MOV     DATA_BUF,#46H
            ACALL   WRITE
            INC     ADDR_BUF
            MOV     DATA_BUF,#31H
            ACALL   WRITE
            MOV     DPTR,#4001H
MAIN7:      MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#01H
            CJNE    A,#01H,AUTO_RUN
            SJMP    MAIN7
MAIN8:      JNB     02H,MAIN6

;*************** STEP BY STEP TEST ***************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STEP:   MOV     A,#0CH          ;(F2)
        ACALL   CTR_DIS
        MOV     DATA_BUF,#46H
        ACALL   WRITE
        INC     ADDR_BUF
        MOV     DATA_BUF,#32H
        ACALL   WRITE
        MOV     DPTR,#4001H
STEP1:  MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#04H
        CJNE    A,#04H,STEP2
        SJMP    STEP1

STEP2:  ACALL   CLR_DIS
        MOV     DPTR,#TABLE16
        ACALL   WR_DIS
        MOV     A,#0FH
        ACALL   CTR_DIS

STEP3:  MOV     DPTR,#4001H     ;check key F3,F4
        MOVX    A,@DPTR
        MOV     20H,A
        JNB     01H,STEP5

        MOV     A,#0CH          ;F3
        ACALL   CTR_DIS
        MOV     DATA_BUF,#46H
        ACALL   WRITE
        INC     ADDR_BUF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DATA_BUF,#33H
                ACALL   WRITE
                MOV     DPTR,#4001H
STEP4:          MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#02H
                CJNE    A,#02H,STEP_ZERO
                SJMP    STEP4
STEP5:          JNB     05H,STEP3

        ;-------------------------------

STEP_INS:       MOV     A,#0CH          ;(F4)
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DATA_BUF,#46H
                ACALL   WRITE
                INC     ADDR_BUF
                MOV     DATA_BUF,#34H
                ACALL   WRITE
                MOV     DPTR,#4001H
STEP_INS1:      MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#20H
                CJNE    A,#20H,STEP_INS2
                SJMP    STEP_INS1

STEP_INS2:      ACALL   INS_T
                AJMP    MAIN5

        ;-------------------------------

STEP_ZERO:      ACALL   ZERO_T
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP    MAIN5


;*************** AUTO RUN TEST ******************

AUTO_RUN:       ACALL   ZERO_T              ;step1 test (zero carryover)
                ACALL   INS_T               ;step2 test (ins. acc. test)
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#TABLE15       ;Thank yoy
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#0F0H             ;1 mW (0 dBm)
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#0FFH
AUTO_RUN1:      MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,AUTO_RUN1
                DJNZ    R5,AUTO_RUN1

                MOV     R5,#0FFH
AUTO_RUN1_1:    MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,AUTO_RUN1_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R5,AUTO_RUN1_1
                AJMP    MAIN5



;*************** SUBROUTINE PROGRAM **************

ZERO_T:         MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                ACALL   CLR_DIS         ;show "please wait" in zero test
                MOV     DPTR,#TABLE4
                ACALL   WR_DIS
                MOV     A,#0FH          ;test step 1
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#01H          ;sensor zero sw
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#20H         ;time adjust for sensor zero-
ZERO_T1:        ACALL   DELAY           ;switch is pressed
                DJNZ    R5,ZERO_T1
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     DPTR,#2001H     ;read until zero lamp lit
                MOV     R7,#05H
ZERO_T2:        MOV     R6,#0FFH
ZERO_T3:        MOV     R5,#0FFH
ZERO_T4:        MOVX    A,@DPTR         ;test from sensor zero sw
                CLR     C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SUBB    A,#03H
                JNC     ZERO_ERR            ;if error value go zero_error
                DJNZ    R5,ZERO_T4
                DJNZ    R6,ZERO_T3
                DJNZ    R7,ZERO_T2

        ;--- no error after sensor zero ---

ZERO_NO_ERR:    MOV     ORG_VAL,#70H        ;select range scan ***********(1)
                MOV     OFFSET,#20H
                ACALL   NO_ERR              ;test step 2
                JNB     STATUS_ERR,ZERO_ERR8

                ACALL   CLR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE8        ;show error of 4-11/9
                ACALL   WR_DIS
ZERO_NO_ERR1:   MOV     A,#08H
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#50H             ;adjust blink off
ZERO_NO_ERR2:   MOV     R6,#0FFH
ZERO_NO_ERR3;   MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,ZERO_NO_ERR7
                DJNZ    R6,ZERO_NO_ERR3
                DJNZ    R7,ZERO_NO_ERR2
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#02H             ;adjust blink on
ZERO_NO_ERR4:   MOV     R6,#0C0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ZERO_NO_ERR5:   MOV     R5,#0FFH
ZERO_NO_ERR6:   MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,ZERO_NO_ERR7
                DJNZ    R5,ZERO_NO_ERR6
                DJNZ    R6,ZERO_NO_ERR5
                DJNZ    R7,ZERO_NO_ERR4
                SJMP    ZERO_NO_ERR1
ZERO_NO_ERR7:   AJMP    ZERO_T

        ;--- error after sensor zero ----

ZERO_ERR:       ACALL   CLR_DIS             ;error from step1 test
                MOV     DPTR,#TABLE7        ;value (>+3),(<-3)
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#01H
                MOVX    @DPTR,A
ZERO_ERR1:      MOV     A,#08H
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#50H             ;adjust blink off
ZERO_ERR2:      MOV     R6,#0FFH
ZERO_ERR3:      MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,ZERO_ERR7
                DJNZ    R6,ZERO_ERR3
                DJNZ    R7,ZERO_ERR2
                MOV     A,#0CH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#02H             ;adjust blink on
ZERO_ERR4:      MOV     R6,#0C0H
ZERO_ERR5:      MOV     R5,#0FFH
ZERO_ERR6:      MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,ZERO_ERR7
                DJNZ    R5,ZERO_ERR6
                DJNZ    R6,ZERO_ERR5
                DJNZ    R7,ZERO_ERR4
                SJMP    ZERO_ERR1
ZERO_ERR7:      AJMP    ZERO_T
ZERO_ERR8:      ACALL   CLR_DIS
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE9
                ACALL   WR_DIS
                MOV     R5,#10H
ZERO_ERR9:      ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,ZERO_ERR9
                RET

        ;-----------------------


INS_T:          MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                ACALL   CLR_DIS             ;show "please wait" in ins. test
                MOV     DPTR,#TABLE5
                ACALL   WR_DIS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#0FH          ;test step 1
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#01H          ;sensor zero sw
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#20H         ;time adjust for sensor zero-
NS_T1:          ACALL   DELAY           ;switch is pressed
                DJNZ    R5,INS_T1
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     DPTR,#2001H     ;read until zero lamp lit
                MOV     R7,#05H
INS_T2:         MOV     R6,#0FFH
INS_T3:         MOV     R5,#0FFH
INS_T4:         MOVX    A,@DPTR         ;test from sensor zero sw
                CLR     C
                SUBB    A,#03H
                JC      INS_T5          ;if error value go zero_error
                AJMP    INS_ERR
INS_T5:         DJNZ    R5,INS_T4
                DJNZ    R6,INS_T3
                DJNZ    R7,INS_T2

        ;--- no error after sensor zero ---

INS_NO_ERR:     MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL   WAIT
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#50H
                MOVX    @DPTR,A             ;1 mW range
                ACALL   CLR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE10       ;cal adj
                ACALL   WR_DIS

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR1:    MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,INS_NO_ERR1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR1

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR1_1:  MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_NO_ERR1_1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR1_1

INS_NO_ERR2:    ACALL   CLR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE5
                ACALL   WR_DIS

                MOV     ORG_VAL,#30H        ;********** (2)
                MOV     OFFSET,#20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ACALL   CHK5_ERR

            JB      STATUS_ERR,INS_NO_ERR2_1 ; complete
            MOV     DPTR,#4002H
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            ORL     A,#0F0H
            MOVX    @DPTR,A
            AJMP    INS_NO_ERR7

            MOV     DPTR,#4002H
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            ORL     A,#0F0H
            MOVX    @DPTR,A

INS_NO_ERR2_1:  ACALL   CLR_DIS             ;error
            MOV     DPTR,#TABLE11       ;show adjust A3R37
            ACALL   WR_DIS
            MOV     DPTR,#2000H
            MOV     A,#08H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#4002H
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            ORL     A,#50H              ;1 mW
            MOVX    @DPTR,A

            MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR3:    MOV     DPTR,#4001H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,INS_NO_ERR3
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR3

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR3_1:  MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_NO_ERR3_1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR3_1


                MOV     DPTR,#TABLE12       ;adjust A3R59
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H              ;100 uW (-10 dBm)
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR4:    MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,INS_NO_ERR4
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R5,#0FFH
NS_NO_ERR4_1:   MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_NO_ERR4_1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR4_1

                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#TABLE13       ;adjust A3R48
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#50H              ;1 mW (0 dBm)
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR5:    MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,INS_NO_ERR5
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR5

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR5_1:  MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JB      04H,INS_NO_ERR5_1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR5_1

                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#TABLE14       ;adjust A3R17
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,#50H              ;1 mW (0 dBm)
                MOVX    @DPTR,A

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR6:    MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JNB     04H,INS_NO_ERR6
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR6

                MOV     R5,#0FFH
INS_NO_ERR6_1:  MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_NO_ERR6_1
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR6_1
                AJMP    INS_NO_ERR2

INS_NO_ERR7:    ACALL   CLR_DIS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE9
                ACALL   WR_DIS
                MOV     R5,#10H
NS_NO_ERR8:     ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,INS_NO_ERR8
                RET



        ;--- error after sensor zero ----

INS_ERR:        ACALL   CLR_DIS             ;error from step1 test
                MOV     DPTR,#TABLE7        ;value (>+3),(<-3)
                ACALL   WR_DIS
                MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#01H
                MOVX    @DPTR,A
INS_ERR1:       MOV     A,#08H
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#50H             ;adjust blink off
INS_ERR2:       MOV     R6,#0FFH
INS_ERR3:       MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_ERR7
                DJNZ    R6,INS_ERR3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R7,INS_ERR2
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     R7,#02H             ;adjust blink on
NS_ERR4:        MOV     R6,#0C0H
NS_ERR5:        MOV     R5,#0FFH
NS_ERR6:        MOV     DPTR,#4001H
                MOVX    A,@DPTR             ;check key enter
                MOV     20H,A
                JB      04H,INS_ERR7
                DJNZ    R5,INS_ERR6
                DJNZ    R6,INS_ERR5
                DJNZ    R7,INS_ERR4
                SJMP    INS_ERR1
NS_ERR7:        AJMP    INS_T
NS_ERR8:        ACALL   CLR_DIS
                MOV     A,#0CH
                ACALL   CTR_DIS
                MOV     DPTR,#TABLE9
                ACALL   WR_DIS
                MOV     R5,#10H
NS_ERR9:        ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,INS_ERR9
                RET
        ;-----------------------

NO_ERR:         MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A             ;switch to watt mode
                ACALL   DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#4002H
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,ORG_VAL
        MOVX    @DPTR,A             ;100uW ,1mW ,10mW ,100mW test

        MOV     R5,#17H
NO_ERR1: ACALL  DELAY
        DJNZ    R5,NO_ERR1

        MOV     DPTR,#2000H
        MOV     A,#0AH              ; press range hold switch
        MOVX    @DPTR,A

        MOV     DPTR,#4002H
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FH
        ORL     A,#0F0H
        MOVX    @DPTR,A             ;standby

        MOV     R5,#05H
NO_ERR2: ACALL  DELAY
        DJNZ    R5,NO_ERR2

        MOV     DPTR,#2001H         ;delay reading 2 sec
        MOV     R7,#04H
NO_ERR3: MOV    R6,#0FFH
NO_ERR4: MOV    R5,#0FFH
NO_ERR5: MOVX   A,@DPTR
        CLR     C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SUBB    A,#03H
                JNC     NO_ERR6             ;if error value go
                DJNZ    R5,NO_ERR5
                DJNZ    R6,NO_ERR4
                DJNZ    R7,NO_ERR3
                MOV     A,ORG_VAL
                ADD     A,OFFSET
                MOV     ORG_VAL,A
                CJNE    A,#0B0H,NO_ERR
                CLR     STATUS_ERR
                RET
O_ERR6:         SETB    STATUS_ERR
                RET

        ;-------------------------

CHK5_ERR:       MOV     DPTR,#2000H
                MOV     A,#08H
                MOVX    @DPTR,A             ;switch to watt mode
                MOV     DPTR,#4002H
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,ORG_VAL
                MOVX    @DPTR,A             ;100uW ,1mW ,10mW ,100mW test
                MOV     R5,#19H
CHK5_ERR1:      ACALL   DELAY
                DJNZ    R5,CHK5_ERR1

                MOV     DPTR,#2001H         ;delay reading 2 sec
                MOV     R7,#02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK5_ERR3:      MOV     R6,#0FFH
CHK5_ERR4:      MOV     R5,#0FFH
CHK5_ERR5:      MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                INC     DPTR
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#09H,CHK5_ERR6
                MOV     A,R0
                CLR     C
                SUBB    A,#95H
                JC      CHK5_ERR8
                SJMP    CHK5_ERR7

CHK5_ERR6:      CJNE    A,#10H,CHK5_ERR8
                MOV     A,R0
                CLR     C
                SUBB    A,#06H
                JNC     CHK5_ERR8
CHK5_ERR7:      DJNZ    R5,CHK5_ERR5
                DJNZ    R6,CHK5_ERR4
                DJNZ    R7,CHK5_ERR3
                MOV     A,ORG_VAL
                ADD     A,OFFSET
                MOV     ORG_VAL,A
                CJNE    A,#0B0H,CHK5_ERR5
                CLR     STATUS_ERR
                RET
CHK5_ERR8:      SETB    STATUS_ERR
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;------------------------

R_DIS:  MOV     ADDR_BUF,#00H       ;Input is table of charecter
        MOV     R0,#00H             ;asign by register DPTR
R_DIS1: MOV     A,R0
        MOVC    A,@A+DPTR
        CJNE    A,#03H,WR_DIS2
        SJMP    WR_DIS6
R_DIS2: PUSH    DPH
        PUSH    DPL
        MOV     DATA_BUF,A
        ACALL   WRITE
        POP     DPL
        POP     DPH
        CJNE    R0,#0FH,WR_DIS3
        MOV     ADDR_BUF,#3FH       ;Start DD RAM line2
        SJMP    WR_DIS5
WR_DIS3: CJNE   R0,#1FH,WR_DIS4
        MOV     ADDR_BUF,#0FH       ;Start DD RAM line3
        SJMP    WR_DIS5
WR_DIS4: CJNE   R0,#2FH,WR_DIS5
        MOV     ADDR_BUF,#4FH       ;Start DD RAM line4

WR_DIS5: INC    R0
        INC     ADDR_BUF
        SJMP    WR_DIS1
WR_DIS6: RET

        ;------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RITE:   MOV     A,ADDR_BUF          ;Write data to display (Byte)
        ORL     A,#80H              ;Set DD RAM
        MOV     DPTR,#4000H         ;Input in ADDR_BUF
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FAH
        MOVX    @DPTR,A
        ACALL   PULSE

        MOV     A,DATA_BUF          ;write data
        MOV     DPTR,#4000H         ;input in DATA_BUF
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FEH
        ORL     A,#04H
        MOVX    @DPTR,A
        ACALL   PULSE
        RET

    ;-----------------------

INT_LCD:MOV     A,#06H              ;Entry mode set
        MOV     DPTR,#4000H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        INC     DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FAH
        MOVX    @DPTR,A
        ACALL   PULSE
        MOV     A,#38H          ;Function set
        MOV     DPTR,#4000H
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FAH
        MOVX    @DPTR,A
        ACALL   PULSE
        MOV     A,#0CH
        ACALL   CTR_DIS         ;off curser
        ACALL   CLR_DIS         ;clear display
        RET

;-------------------------

CTR_DIS:MOV     DPTR,#4000H     ;Display on/off
        MOVX    @DPTR,A         ;Input in register A
        INC     DPTR
        INC     DPTR
        MOVX    A,@DPTR
        ANL     A,#0FAH
        MOVX    @DPTR,A
        ACALL   PULSE
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------

CLR_DIS:    MOV     A,#01H          ;Clear display
            MOV     DPTR,#4000H
            MOVX    @DPTR,A
            INC     DPTR
            INC     DPTR
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FAH
            MOVX    @DPTR,A
            ACALL   PULSE
            MOV     ADDR_BUF,#00H
            ACALL   WAIT
            RET

;-------------------------

PULSE:      MOV     DPTR,#4002H
            MOVX    A,@DPTR
            ORL     A,#02H
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     R7,#10H
PULSE1:     DJNZ    R7,PULSE1
            ANL     A,#0FDH
            MOVX    @DPTR,A
            RET

;-------------------------

WAIT:       MOV     R7,#05H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WAIT1:          MOV     R6,#0FFH
WAIT2:          DJNZ    R6,WAIT2
                DJNZ    R7,WAIT1
                RET

        ;-------------------------

DELAY:          MOV     R7,#0FFH
DELAY1:         MOV     R6,#0FFH
DELAY2:         DJNZ    R6,DELAY2
                DJNZ    R7,DELAY1
                RET


************** TABLE OF CHARECTER **************

                ORG     1000H
TABLE1:         DB 20H,20H,57H,45H,4CH,4CH,20H,43H ;WELL COME TO
                DB 4FH,4DH,45H,20H,54H,4FH,20H,20H
                DB 20H,20H,20H,4DH,49H,43H,52H,4FH ;MICROWAVE!
                DB 57H,41H,56H,45H,21H,20H,20H,20H
                DB 20H,20H,20H,52H,54H,41H,46H,2EH ;RTAF.PMEL.
                DB 50H,4DH,45H,4CH,2EH,20H,20H,03H

TABLE2:         DB 20H,23H,49H,4EH,53H,2EH,50H,52H ;#INS. PROJECT2#
                DB 4FH,4AH,45H,43H,54H,32H,23H,20H
                DB 4BH,49H,54H,54H,49H,53H,41H,4BH ;KITTISAK 34161201
                DB 33H,34H,31H,36H,31H,32H,30H,31H
                DB 50H,49H,59H,41H,20H,20H,20H,20H ;PIYA      34161218
                DB 33H,34H,31H,36H,31H,32H,31H,38H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB 54H,41H,57H,45H,45H,53H,41H,4BH ;TAWEESAK 34162206
        DB 33H,34H,31H,36H,32H,32H,30H,36H
        DB 03H

TABLE3: DB 20H,23H,50H,52H,4FH,43H,45H,53H ;#PROCESS WITH#
        DB 53H,20H,57H,49H,54H,48H,23H,20H
        DB 7EH,41H,75H,74H,6FH,20H,72H,75H ;-Auto run   <F1>
        DB 6EH,20H,20H,20H,3CH,46H,31H,3EH
        DB 7EH,53H,74H,65H,70H,2FH,53H,74H ;-Step\Step  <F2>
        DB 65H,70H,20H,20H,3CH,46H,32H,3EH
        DB 20H,20H,20H,65H,6EH,74H,65H,72H ;  enter key _
        DB 20H,6BH,65H,79H,3AH,03H

TABLE4: DB 23H,5AH,45H,52H,4FH,20H,43H,41H ; #ZERO CARRYOVER#
        DB 52H,52H,59H,4FH,56H,45H,52H,23H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,23H,54H,45H ;      #TEST#
        DB 53H,54H,23H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H ;
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,50H,6CH,65H,61H,73H,65H ;  Please wait _
        DB 20H,77H,61H,69H,74H,21H,03H

TABLE5: DB 20H,20H,23H,49H,4EH,53H,54H,52H ; #INSTRUMENT#
        DB 55H,4DH,45H,4EH,54H,23H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,23H,41H,43H,43H,55H ;  #ACCURACY#
        DB 52H,41H,43H,59H,23H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,23H,54H,45H ;     #TEST#
        DB 53H,54H,2EH,23H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,50H,6CH,65H,61H,73H,65H ;  Please wait _
        DB 20H,77H,61H,69H,74H,21H,03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ABEL6:    DB 20H,23H,43H,41H,4CH,49H,42H,52H ; #CALIBRATION.#
          DB 41H,54H,49H,4FH,4EH,0A1H,23H,20H
          DB 20H,20H,20H,20H,23H,46H,41H,43H ;    #FACTOR#
          DB 54H,4FH,52H,23H,20H,20H,20H,20H
          DB 20H,20H,20H,20H,20H,23H,54H,45H ;     #TEST#
          DB 53H,54H,2EH,23H,20H,20H,20H,20H
          DB 20H,20H,50H,6CH,65H,61H,73H,65H ;  Please wait _
          DB 20H,77H,61H,69H,74H,21H,03H

ABLE7:    DB 20H,45H,72H,72H,6FH,72H,20H,69H
          DB 6EH,20H,34H,2DH,31H,30H,2FH,34H
          DB 20H,7BH,4FH,76H,65H,72H,20H,2BH
          DB 32H,20H,6FH,72H,20H,2DH,32H,7DH
          DB 20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H,74H
          DB 20H,41H,33H,52H,34H,37H,7FH,20H
          DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
          DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
          DB 03H

TABLE8:   DB 20H,45H,72H,72H,6FH,72H,20H,69H
          DB 6EH,20H,34H,2DH,31H,30H,2FH,39H
          DB 20H,7BH,4FH,76H,65H,72H,20H,2BH
          DB 32H,20H,6FH,72H,20H,2DH,32H,7DH
          DB 20H,20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H
          DB 74H,20H,41H,33H,52H,32H,7FH,20H
          DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
          DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
          DB 03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TABLE9:   DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
          DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
          DB 20H,54H,68H,69H,73H,20H,73H,74H
          DB 65H,70H,20H,70H,61H,73H,73H,21H
          DB 03H

TABLE10:  DB 61H,64H,6AH,20H,66H,72H,6FH,6EH
          DB 74H,20H,70H,61H,6EH,6EH,65H,6CH
          DB 20H,20H,22H,43H,41H,4CH,2EH,41H
          DB 44H,4AH,22H,20H,74H,6FH,20H,20H
          DB 20H,20H,31H,2EH,30H,30H,30H,20H
          DB 2BH,2FH,2DH,2EH,30H,30H,32H,20H
          DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
          DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
          DB 03H

TABLE11:  DB 20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H,74H
          DB 20H,41H,33H,52H,33H,37H,7FH,20H
          DB 20H,20H,20H,66H,6FH,72H,20H,31H
          DB 2EH,30H,30H,30H,6DH,57H,20H,20H
          DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
          DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
          DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
          DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
          DB 03H

TABLE12:  DB 20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H,74H
          DB 20H,41H,33H,52H,35H,39H,7FH,20H
          DB 20H,20H,20H,66H,6FH,72H,20H,2DH
          DB 31H,30H,20H,64H,42H,6DH,20H,20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
        DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
        DB 03H

ABLE13: DB 20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H,74H
        DB 20H,41H,33H,52H,34H,38H,7FH,20H
        DB 20H,20H,66H,6FH,72H,20H,2DH,30H
        DB 2EH,30H,30H,20H,64H,42H,6DH,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
        DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
        DB 03H

ABLE14: DB 20H,7EH,41H,64H,6AH,75H,73H,74H
        DB 20H,41H,33H,52H,31H,37H,7FH,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,66H
        DB 6FH,72H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 66H,75H,6CH,6CH,20H,73H,63H,61H
        DB 6CH,65H,20H,6DH,65H,74H,65H,72H
        DB 3CH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
        DB 66H,20H,72H,65H,61H,64H,79H,3EH
        DB 03H

TABLE15: DB 20H,20H,20H,20H,54H,48H,41H,4EH
        DB 4BH,59H,4FH,55H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,41H,6CH,6CH,20H,73H,74H
        DB 65H,70H,20H,70H,61H,73H,73H,20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 2DH,45H,6EH,74H,65H,72H,20H,69H
        DB 66H,20H,72H,65H,70H,65H,61H,74H
        DB 03H

TABLE16:  DB 20H,53H,65H,6CH,65H,63H,74H,20H
        DB 70H,72H,6FH,63H,65H,73H,73H,20H
        DB 7EH,5AH,65H,72H,6FH,20H,43H,61H
        DB 72H,72H,79H,20H,3CH,46H,33H,3EH
        DB 7EH,49H,6EH,73H,2EH,20H,41H,63H
        DB 63H,2EH,20H,20H,3CH,46H,34H,3EH
        DB 20H,3CH,53H,65H,6CH,65H,63H,74H
        DB 20H,6BH,65H,79H,3EH,03H
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้