

### องค์ประกอบของชุดตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า

การปรับเทียบมาตรฐานเครื่องวัดทางไฟฟ้า จะต้องมีการตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า ก่อนเพื่อที่จะได้ทราบว่าฟังก์ชันใดมีค่าไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดในคู่มือการตรวจสอบ จึงทำการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibration) ให้กับฟังก์ชันนั้น ปัจจุบันกองซ่อมปรับเทียบมาตรฐาน เครื่องวัด ได้ทำการทดสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้าต่าง ๆ ที่หน่วยผู้จัดส่งเข้ามา โดยช่างใช้มือปรับ สวิตซ์ตามขั้นตอนการตรวจสอบที่ระบุในคู่มือการตรวจสอบของแต่ละเครื่อง การตรวจสอบจะต้อง ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 1-2 ชั่วโมง ทำให้ช่างเป็นหน่วยที่จะตรวจสอบ ช่างบางคนอาจจะตรวจสอบ ไม่ครบทุกขั้นตอน หรือลืมตรวจสอบบางขั้นตอนทำให้การตรวจสอบเครื่องวัดไม่ได้มาตรฐานหรือใน ขณะทำการตรวจสอบอยู่นั้น หากช่างปรับสวิตซ์ผิดหรือต่อสายผิด ซึ่งอาจจะเกิดจากการประมาท เผลอเรอ หรือไม่มีความชำนาญเท่าที่ควร ก็จะทำให้เครื่องวัดนั้นเสียหายได้ หรือถ้าช่างตรวจสอบผิดขั้นตอนก็อาจทำให้ผลการตรวจสอบผิดพลาด จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการตรวจสอบที่รวดเร็ว ให้ผลลัพธ์ถูกต้องแน่นอน และง่ายในการตรวจสอบ

เนื่องจากเครื่องวัดทางไฟฟ้าและเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในหารวัด ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติ ในการเชื่อมโยงและควบคุมโดยอุปกรณ์อื่น (เช่น คอมพิวเตอร์) ได้ โดยเป็นไปตามข้อกำหนด ของ IEEE-488 จึงได้มีการจัดหาอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวัดเหล่านั้น กับ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบ (เครื่องคอมพิวเตอร์) และซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น ทำให้มนุษย์ ปฏิบัติงานต่าง ๆ ได้คล่องตัวยิ่งขึ้น การตรวจสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยงาน (Computer Aided Testing, CAT) ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงาน สามารถเพิ่มผลผลิตและสามารถจำกัดความผิดพลาดในการอ่านและการวัดที่เกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดของคนได้ โดยการตรวจสอบนี้จะใช้ประโยชน์จากความสามารถของซอฟต์แวร์ทำให้สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้หลากหลาย ชุดตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

#### 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทไอพีเอ็มพีซี

ทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบ เก็บข้อมูล และแสดงผลการตรวจสอบ

3.2 อุปกรณ์เชื่อมโยง เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ติดต่อเชื่อมโยงระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดทางไฟฟ้า รวมทั้งเครื่องมาตรฐานอ้างอิงต่าง ๆ ติดตั้งอยู่บนช่อง (slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในการวิจัยนี้ ใช้ GPIB-PCIIA Board เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยง

3.3 ซอฟต์แวร์ ในการวิจัยนี้ จะพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาโดยโปรแกรมภาษาซี และดึงเอา NI-488 function calls มาใช้สำหรับติดต่อกับ GPIB-PCIIA Board

3.4 เครื่องมาตรฐานอ้างอิง เป็นเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ใช้อ้างอิง เปรียบเทียบกับเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ ซึ่งในการวิจัยนี้ จะใช้เครื่องมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้

#### 1) Fluke 5440B Direct Volts Calibrator

เป็นเครื่องจ่ายแรงดันไฟตรงมาตรฐาน ในช่วง  $-1100V$  ถึง  $+1100V$  สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการปรับเทียบเครื่องวัด มีความแม่นยำ  $7 \frac{1}{2}$  หลัก สามารถตรวจสอบตัวเอง (self-test check) และปรับเทียบได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต่อเชื่อมกับ IEEE-488 bus

ในการวิจัยนี้ใช้ 5440B เป็นเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในการจ่ายแรงดันไฟตรงมาตรฐานให้กับเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ คือ HP3455A ในการตรวจสอบความถูกต้องในการวัดไฟตรง



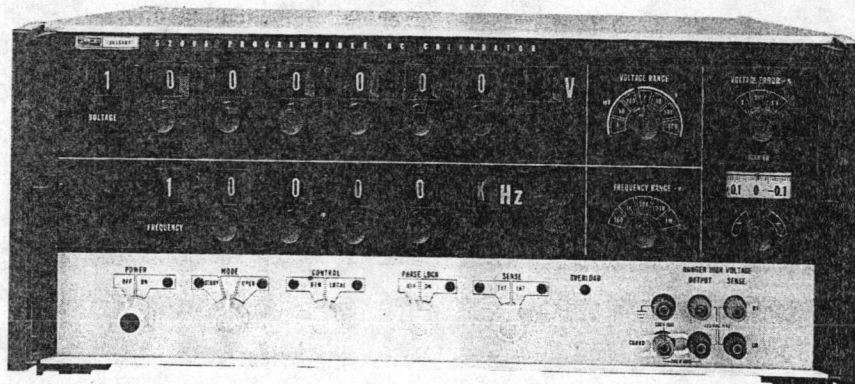
(NSN 6625-01-226-5448) 5440B

รูป 3.1 Fluke 5440B Direct Volts Calibrator

## 2) Fluke 5200A Precision Alternating Voltage Calibrator

เป็นเครื่องจ่ายแรงดันไฟสลับมาตรฐานตั้งแต่ 1 mV ถึง 1000 V ความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 1 MHz มีความแม่นยำ 6 1/2 หลัก ใช้ในห้องปฏิบัติการ และในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อุณหภูมิการใช้งาน 0 - 50 องศาเซลเซียส ในกรณีที่แรงดันไฟ 1000 V ขึ้นไป จะมีการส่งการควบคุมไปที่ 5205A Precision Power Amplifier ให้จ่ายไฟแทน

ในการวิจัยนี้ใช้ 5200A เป็นเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในการจ่ายแรงดันไฟสลับมาตรฐานให้กับเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ คือ HP3455A ในการตรวจสอบความถูกต้องในการวัดไฟสลับ



(NSN 6625-01-063-6325) 5200A

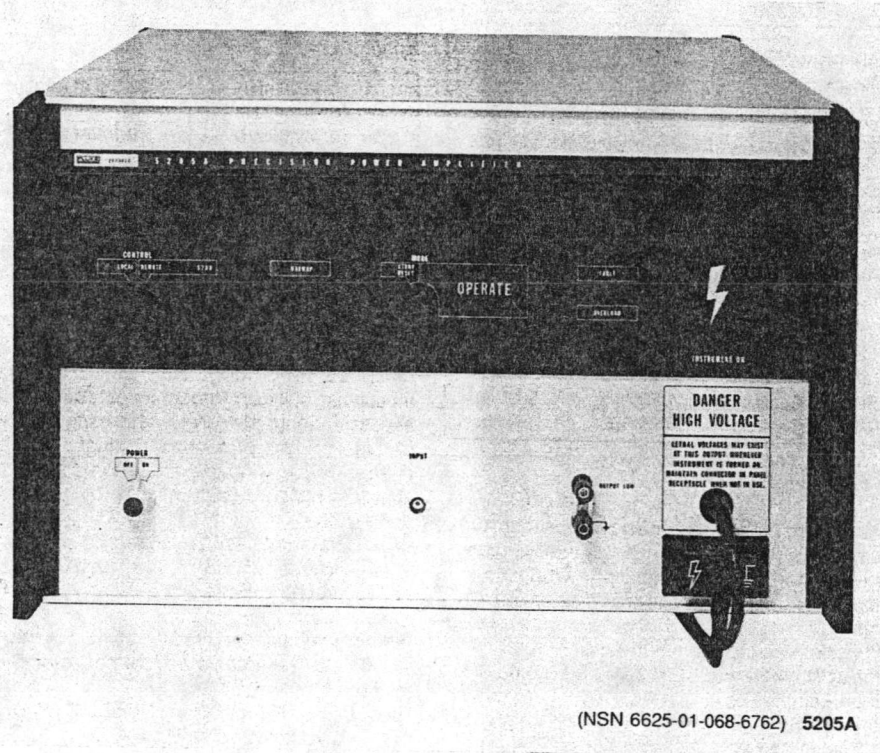
รูป 3.2 Fluke 5200A Precision Alternating Voltage Calibrator

## 3) Fluke 5205A Precision Power Amplifier

เป็นเครื่องของสัญญาณที่มีอัตราการขยายคงที่เท่ากับ 100 ใช้สำหรับขยายลูกคลื่นจาก DC จนถึง 100 kHz สามารถจ่ายแรงดันไฟสลับได้ถึง 1100 V และสามารถจ่ายแรงดันไฟตรงถึง 1500 V ที่ 100 mA กำลังไฟที่ออกมาสูงสุดเท่ากับ 220 วัตต์ มีระบบตรวจสอบไฟเกิน (overload) โดยอัตโนมัติ สามารถควบคุมการจ่ายแรงดันไฟจาก 5700A, 5100 series B, 5200A, 5440B หรือ 5442A Calibrators



ในการวิจัยนี้ ใช้ 5205A เป็นเครื่องขยายแรงดันไฟที่ออกมาจาก 5200A สำหรับตรวจสอบการทำงานของ HP3455A ที่ระดับแรงดันไฟสลับ 1000 V

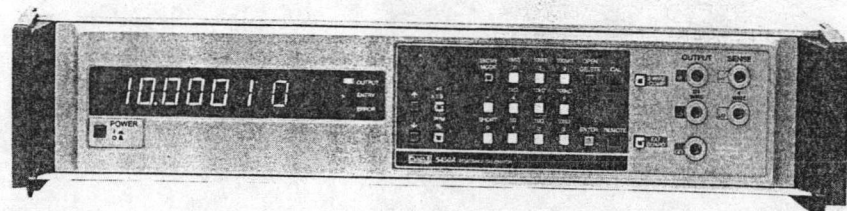


รูป 3.3 Fluke 5205A Precision Power Amplifier

#### 4) Fluke 5450A Resistance Calibrator

เป็นเครื่องที่ถูกออกแบบมาสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง ในการวัดความต้านทานของมัลติมิเตอร์ ซึ่งใช้คู่กันกับ 5440A Direct Voltage Calibrator ภายในมีตัวต้านทานมาตรฐาน 17 ตัว สามารถให้ค่าความต้านทานตั้งแต่ 1.0 โอห์ม ถึง 100 เมกะโอห์ม มีความแม่นยำ 8 ppm (parts per million) ในช่วงอุณหภูมิ 18 - 28 องศาเซลเซียส สามารถใช้งานได้ทั้งแบบ 2 สาย และ 4 สาย สามารถคำนวณค่าความผิดพลาดได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต่อเชื่อมกับ IEEE-488 bus

ในการวิจัยนี้ ใช้ 5450A เป็นเครื่องมาตรฐานอ้างอิงสำหรับป้อนค่าความต้านทานให้กับเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ คือ HP3455A สำหรับตรวจสอบความถูกต้องในการวัดค่าความต้านทาน



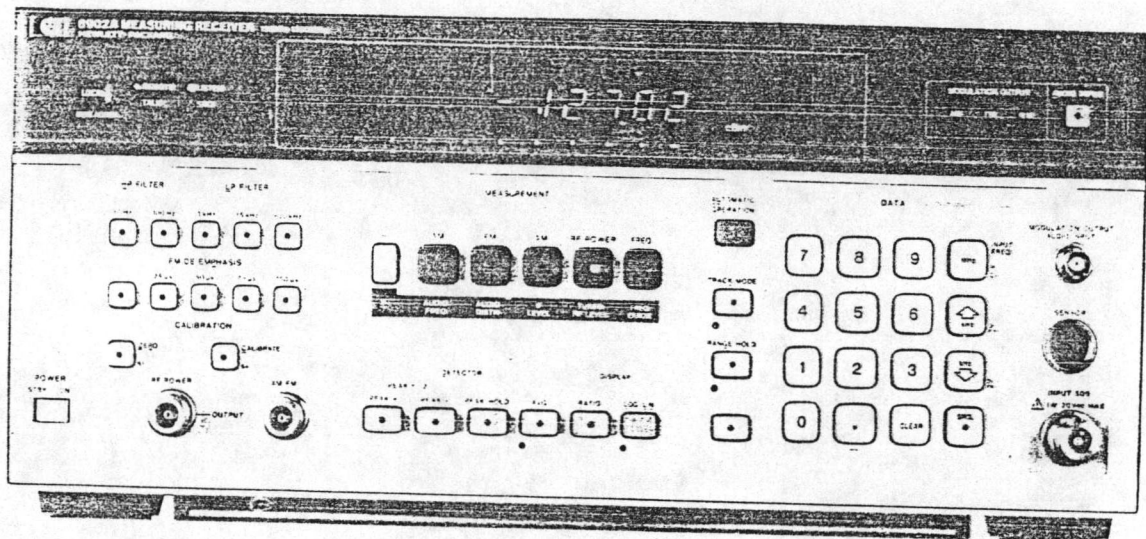
(NSN 6625-01-249-6325) 5450A

รูป 3.4 Fluke 5450A Resistance Calibrator

## 5) HP8902A Measuring Receiver

เป็นเครื่องวัดสัญญาณความถี่ระหว่าง 150 kHz ถึง 1300 MHz ความละเอียดในการวัด 1 Hz วัดกำลังของคลื่นวิทยุ (RF) ตั้งแต่ 0 dBm ถึง -127 dBm วัดการผสมคลื่นทางแอมพลิฟายด์ ตั้งแต่ 0% ถึง 99% วัดการผสมคลื่นทางความถี่จนถึง 400 kHz วัดการผสมคลื่นทางเฟสจนถึง 400 เรเดียน และใช้วัดสัญญาณรบกวนจนถึง -140 dBc/Hz ในการวัดกำลังของคลื่นวิทยุจำเป็นต้องใช้ HP11722A Sensor Module ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันกับ HP8902A นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต่อเชื่อมกับ IEEE-488 bus

ในการวิจัยนี้ จะใช้ HP8902A เป็นเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในการวัดสัญญาณที่ออกมาจากเครื่องวัดที่ต้องการตรวจสอบ คือ HP8656B เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบของสัญญาณที่ออกมา ความถูกต้องของการผสมคลื่น และความเพี้ยนที่เกิดจากการผสมคลื่นทางแอมพลิฟายด์



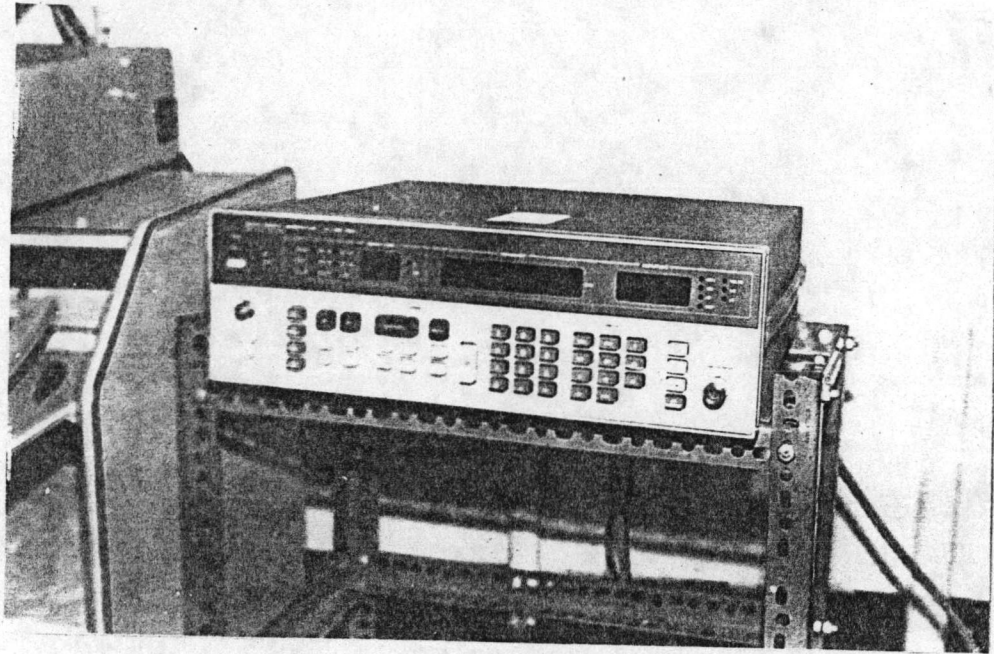
รูป 3.5 HP8902A Measuring Receiver

#### 6) HP8656B Signal Generator

เป็นเครื่องให้กำเนิดความถี่ ตั้งแต่ 100 kHz ถึง 990 MHz แอมพลิจูด ตั้งแต่ +13 dBm ถึง -127 dBm สามารถผสมคลื่นได้ทั้งแบบ AM และ FM นอกจากนี้ยังมี คุณสมบัติในการต่อเชื่อมกับ IEEE-488 bus

ในการวิจัยนี้ จะใช้ HP8656B เป็นเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในการบิอน สัญญาณให้กับเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบคือ HP5328A เพื่อตรวจสอบความไวในการ วัด สัดส่วน คาบเวลา และห้วงเวลา





ꠘU 3.6 HP8656B Signal Generator