



บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ปัจจุบันการวัดกำลังไฟฟ้า มิได้มีจุดประสงค์เพียงเพื่อจะทราบค่าและการบันทึกเท่านั้น แต่ยังมี จุดมุ่งหมายสำหรับการควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL) เช่น ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมบางประเภท หรือในการควบคุมการจัดสรรพลังงาน (ENERGY MANAGEMENT) ของอาคารขนาดใหญ่และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งการใช้วัดเครื่องมือแบบไฟฟ้ากล (ELECTRO-MECHANICAL) ไม่อาจบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากไม่มีสัญญาณเอาทพุททางไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและประดิษฐ์ เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า ที่เรียกว่า "วัตตรานสดิวเซอร์" เข้ามาแทนที่วัดเครื่องมือแบบไฟฟ้ากล

วัตตรานสดิวเซอร์ (WATT TRANSDUCER) คืออุปกรณ์วัดทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนสัญญาณของกระแสและแรงดันไฟฟ้า ไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเป็นปริมาณที่วัดกำลังไฟฟ้าของกระแสและแรงดันที่ทำการวัดนั้น อุปกรณ์หลักของวัตตรานสดิวเซอร์ ก็คือวงจรตัวคูณสัญญาณแบบอนาล็อก (ANALOG MULTIPLIER CIRCUIT) ที่ใช้กันอยู่ โดยทั่วไปสำหรับการวัดกำลังไฟฟ้า AC มีอยู่ 6 แบบ ได้แก่ LOGARITHMIC, QUARTER-SQUARE, TRIANGLE AVERAGING, VARIABLE TRANSCONDUCTANCE, CURRENT RATIOING และ FEEDBACK TIME DIVISION⁽¹⁵⁾ นอกจากวงจรตัวคูณดังกล่าวแล้วยังมีวงจรแบบอื่นๆอีกมาก แต่ที่ใช้กันน้อยทั่วไปเป็นแบบทกลาวถึงข้างต้น ตัวคูณสัญญาณแบบฮอลล์ (HALL-MULTIPLIER) ก็เป็นแบบหนึ่งซึ่งอาจพิจารณาเข้ามาใช้เป็นอุปกรณ์หลักของวัตตรานสดิวเซอร์ได้

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งที่จะออกแบบและสร้างวัตตรานสดิวเซอร์ โดยใช้ตัวคูณสัญญาณแบบฮอลล์ เป็นอุปกรณ์หลัก ดังนั้นจะขอกล่าวถึงความจำเป็นมาของอุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟ็ค (HALL EFFECT ELEMENT) พอเป็นแนวทางสำหรับรายละเอียดที่จะมีต่อไป

1.2 ความเป็นมาของ ฮอลล์เอฟเฟ็คต์ทรานสดิวเซอร์

ฮอลล์เอฟเฟ็คต์ (HALL EFFECT) ค้นพบโดย EDWARD H. HALL ในปี ค.ศ. 1878 เขาพบว่าเมื่อนำแผ่น โลหะตัวนำขนาดเล็กๆ บางๆ ซึ่งมีกระแสไหลผ่านไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กจะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมตัวนำในแนวตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กและทิศทางของกระแสไหลในตัวนำ ระดับความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณของกระแสในตัวนำ และความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กที่ตกผ่านตัวนำนั้นปรากฏการณ์นี้เรียกว่า "ฮอลล์เอฟเฟ็คต์" และเรียกแผ่นตัวนำนั้นว่า "แผ่นสารของฮอลล์" (HALL ELEMENT) ในเวลาต่อมานักวิจัยยังพบว่า ปรากฏการณ์ดังกล่าวก็เกิดขึ้นได้ในสารกึ่งตัวนำอื่นๆ และสามารถทำใหม่ค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นโดยบนสารกึ่งตัวนำสูงกว่าแผ่นสารตัวนำธรรมดาทั่วไปมาก ดังนั้นแผ่นสารของฮอลล์ที่ใช้งานในปัจจุบันจึง เป็นสารกึ่งตัวนำทั้งสิ้น (4, 10)

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้น ถ้าเราให้กระแสไหลผ่านแผ่นสารของฮอลล์ เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับแรงดันคร่อมไหลลด และความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกระแสไหลผ่านไหลลดเราจะได้อาแรงดันไฟฟ้าของฮอลล์ (HALL VOLTAGE) ส่วนที่เป็น DC (DC COMPONENT) ที่เกิดขึ้น เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกำลังไฟฟ้าจริงที่ใช้ไปในไหลลด ดังนั้นเราจึงสามารถปรับเทียบ (CALIBRATE) ค่าแรงดันนั้น เป็นวัตต์ได้โดยตรง (6) ซึ่งเราจะเรียกวัดตราานสดิวเซอร์ที่ใช้หลักการของฮอลล์ว่า "ฮอลล์เอฟเฟ็คต์ทรานสดิวเซอร์" (HALL-EFFECT WATT TRANSDUCER)

1.3 จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์และประโยชน์ที่จะได้

วิทยานิพนธ์นี้จุดมุ่งหมายที่จะสร้างวัดตราานสดิวเซอร์ขนาดย่านวัด 115/230 โวลท์ 5 แอมป์ AC/DC โดยจะเน้นหนักทางด้านการวัดกำลังไฟฟ้ากระแสสลับของแรงดันรูปคลื่นไซน์ความถี่ 50 เฮิรตซ์เท่านั้น โดยใช้อุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟ็คต์เป็นอุปกรณ์หลักในการสร้างวงจรวัดคุณสมบัติเชิงเป็นหัวใจของวัดตราานสดิวเซอร์ เพราะเหตุว่า

ก. ใช้ชิ้นส่วนอุปกรณ์น้อยและการทำงานไม่ซับซ้อน

- ข. มีความไวสัญญาณวัดสูง (HIGH SENSITIVITY) จึงนำไปใช้วัดกำลังไฟฟ้าทรานเซียนท์ได้
- ค. ไร้ปัญญานอกรูปของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ เป็นไปตามสมการคณิตศาสตร์
- ง. เป็นวงจรพื้นฐานสำหรับการวิจัยต่อไปได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้คือ ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อดีข้อเสียในการนำเอาอุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟกต์มาใช้ในงานด้านการวัดกำลังไฟฟ้า ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งกำลังไฟฟ้า AC และ DC รวมทั้งกำลังไฟฟ้าทรานเซียนท์ หรืออาจนำไปใช้กับระบบควบคุมร่วมกับระบบประมวลเชิงเลข (DIGITAL DATA PROCESSING) ที่สำคัญคือ การนำไปใช้ศึกษาวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าชั่วขณะเพื่อเปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าในวงจร AC และอาจนำหลักการของฮอลล์เอฟเฟกต์วัดทรานส์เวิร์ตไปดัดแปลงสร้างเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (REACTIVE POWER-VAR) ได้

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยตามหัวข้อวิทยานิพนธ์ดังนี้

1.4.1 บทที่ 2 กล่าวถึงการวัดกำลังไฟฟ้า โดยเน้นหนักไปทางด้าน การวัดกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อวิเคราะห์สมการที่สำคัญของกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ เป็นแนวทางในการออกแบบตัวคูณสัญญาณแบบอนาล็อก

1.4.2 บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีของฮอลล์เอฟเฟกต์ และแสดงการวิเคราะห์เพื่อนำอุปกรณ์ฮอลล์เอฟเฟกต์มาใช้เป็นตัวคูณสัญญาณอนาล็อก เพื่อจุดมุ่งหมายในการวัดกำลังไฟฟ้า รวมถึงปัญหาต่างๆที่ต้องคำนึง ถึงในการออกแบบ

1.4.3 บทที่ 4 แสดงการออกแบบสร้างฮอลล์เอฟเฟกต์วัดทรานส์เวิร์ต

1.4.4 บทที่ 5 กล่าวถึงการเปรียบเทียบและการทดสอบวัดทัศนศาสตร์ของเครื่องสร้างรังสี

1.4.5 บทที่ 6 แสดงตัวอย่างการนำวัดทัศนศาสตร์ของเครื่องมาทำงานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 เป็นดิจิทัลวัดมุมเตอร์

1.4.6 บทที่ 7 เป็นบทสรุปและขอเสนอแนะบางประการที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าวิจัยต่อไป

1.4.7 ผลการทดสอบและรายละเอียดบางประการในการออกแบบสร้าง, รายการอุปกรณ์ และวงจรแผนผังแสดงไว้ในภาคผนวก