บทที่ 6

บทสรุป

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการสร้างโปเทนชิโอมิเตอร์กระแสสลับแบบโคออร์ดิเนต และทดสอบโดยการวัดปริมาณต่าง ๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎี

6.1 ออสซิลเลเตอร์และเครื่องขยาย

ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้มีประสิทธิภาพดีอยู่แล้ว สามารถผลิตความถี่โดยให้สัญญาณคายได้คงที่ ส่วนเครื่องขยายที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้านั้น พบปัญหาบ้างเล็กน้อยกล่าวคือ เมื่อเริ่มเปิดเครื่องใหม่ ๆ สัญญาณคายที่ออกมาไม่คงที่ มีการลดลงเรื่อย ๆ เป็นผลให้กระแสในวงจรโปเทนชิโอมิเตอร์ลดลงตาม จึงเกิดความผิดพลาดในการวัดค่าต่าง ๆ การแก้ปัญหาทำได้โดยการเปิดเครื่องขยายทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมงจนสัญญาณคายคงที่จึงใช้ทำการทดลองได้

6.2 เครื่องแยกเฟส

การใช้ตัวต้านทานตัวจุเป็นตัวแยกเฟส ย่อมให้ผลดีกว่าการใช้ตัวต้านทานตัวเหนี่ยวนำ ทั้งนี้เพราะตัวเหนี่ยวนำย่อมมีความต้านทานเนื่องจากลวดตัวนำที่ใช้ทำ แต่ในการใช้ตัวจุซึ่งเป็นแบบที่ใช้ฉนวนไมลาร์ (mylar) เป็นวิชชุมัยมัชชิม (dielectric) ซึ่งมีความต้านทานสูงจนไม่ต้องนำมาคิดในวงจร เป็นผลให้ตัวจุมีสภาพเป็นตัวจุที่เกือบบริสุทธิ์ เมื่อดูรูปถ่ายที่ 4.10 ซึ่งแสดงผลต่างของเฟสที่ผ่านวงจรขยาย 1 และ 2 ไปยังลวดความต้านทานของวงจรโปเทนชิโอมิเตอร์ทั้งสอง พบว่ารูปลิสซาจู (lissajous figure) เป็นวงกลม ซึ่งเกิดมาจากการผสมสัญญาณรูปซายน์ที่มีความถี่ (frequency) และอำพน (amplitude) เท่ากัน แต่มีเฟสต่างกัน 90 องศา

6.3 เครื่องเทียบกระแส

การเทียบกระแสตรงกับกระแสสลับ อาศัยผลในรูปของความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระแสนั้น เนื่องจากเคยใช้เทอร์มิสเตอร์ (thermister) เป็นตัวเทียบวัดความร้อน ที่เกิดจากลวดความร้อน (heater) ที่มีกระแสไหลผ่านโดยการวัดความเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ เมื่อความร้อนเปลี่ยนไปเนื่องจากกระแส พบว่าผลที่ได้ไม่น่าพอใจเพราะการทดลองหลาย ๆ ครั้ง โดยใช้กระแสมีค่าเท่าเดิมผ่านลวดความร้อน เมื่อวัดความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ในแต่ละครั้ง ได้ค่าไม่เท่าเดิม ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของเทอร์มิสเตอร์ที่ใช้ไม่ดี ส่วนเทอร์มิสเตอร์ที่มีคุณภาพดี มีความแม่นยำไม่สามารถหาได้ง่าย

แต่ถ้าอาศัยการเทียบกระแสโดยการใช้ แอล ดี อาร์ โดยอาศัยหลอดไฟเป็นตัวเปลี่ยนความร้อนมาเป็นแสงสว่าง การทดลองหลายครั้งพบว่า เมื่อให้กระแสผ่านหลอดเท่าเดิม แล้ววัดความต้านทานของ แอล ดี อาร์ จะได้ค่าเหมือนเดิม จึงให้ผลดีกว่าการใช้เทอร์มิสเตอร์ จากกราฟในรูปที่ 4.16 จะเห็นว่าในช่วงกระแสไหลผ่านหลอด ตั้งแต่ 170 - 190 มิลลิแอมแปร์ ความต้านทานของแอล ดี อาร์ เปลี่ยนไป 25 โอห์มต่อ 1 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งเพียงพอที่จะนำไปใช้ประกอบกับวงจรวีทสโตนบริดจ์ เมื่อดูผลจากกราฟรูปที่ 4.24 เมื่อเพิ่มความต้านทานชันต์ ความชันของกราฟซึ่งแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ผ่านไมโครแอมมิเตอร์ ต่อกระแสที่ผ่านไส้หลอดไฟ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.8 เป็น 2.5 การเพิ่มความชันช่วยให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ผ่านไส้หลอดได้ละเอียดขึ้น

ข้อจำกัดในการใช้หลอดไฟประกอบเป็นเครื่องเทียบกระแสคือ หลอดที่ใช้เป็นหลอดขนาด 2.2 โวลต์ หลอดจะเริ่มสว่างเมื่อมีกระแสผ่านประมาณ 150 มิลลิแอมแปร์ เมื่อกระแสเพิ่มความสว่างจะเพิ่ม จนถึงกระแสค่าหนึ่งประมาณ 230 มิลลิแอมแปร์หลอดจะขาด ดังนั้นหลอด 2.2 โวลต์ จึงเหมาะในการใช้เทียบกระแสในช่วง 160 - 200 มิลลิแอมแปร์เท่านั้น ถ้าจะดัดแปลงไปใช้เทียบกระแสที่สูงหรือต่ำกว่านี้ ทำได้โดยเปลี่ยนหลอดที่มีโวลต์สูงขึ้นหรือต่ำลง

6.4 ตัวกรอง

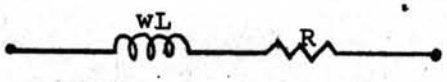
จากกราฟแสดงผลตอบสนองต่อความถี่ในรูปที่ 4.36 พบว่าตัวกรองที่สร้างเป็นแบบแถบแคบ (narrow band) มีอัตราขยายรวมที่ความถี่ภินาท (1000 เฮิทซ์) ประมาณ 100 ทำให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปในขณะใกล้จุดสมดุลย์ได้ชัดเจน เกิดความแม่นยำในการเลือกตำแหน่งของ $S1_{11}$ และ $S1_{22}$ บนลวดความต้านทานของโปเทนชิโอมิเตอร์

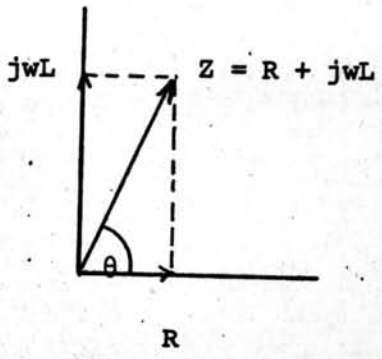
6.5 ผลการวัดและเปรียบเทียบปริมาณต่าง ๆ

การทดลองที่ 1 - 3 เป็นการวัดค่าศักดาสลับที่คร่อมตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำและตัวจุ ซึ่งต่ออนุกรมกัน ทั้งสามการทดลองใช้เงื่อนไขค่าอุปกรณ์เหมือนกัน แต่เพิ่มขนาดของศักดาสลับเพิ่มขึ้นในแต่ละการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลการวัดในแต่ละการทดลอง ผลที่ได้ปรากฏว่าผลการวัดมีความคลาดเคลื่อน 1 % ในช่วงการวัดตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 โวลต์

เมื่อดูผลจากกราฟพบว่าการทำมุมของ V_R และ V_C มีค่าเฉลี่ย 89.40 องศา ผิดไปจากทฤษฎี 0.6 % และมุมของ V_R และ V_L มีค่าเฉลี่ยเป็น 81.33 องศา จะเห็นว่าผิดไปจากทฤษฎีมาก ทั้งนี้เพราะตัวเหนี่ยวนำที่ใช้ไม่ได้เป็นตัวเหนี่ยวนำที่บริสุทธิ์ เนื่องจากมีความต้านทานของลวดที่ใช้ทำ จากการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์พบว่ามีค่า 88.2 โอห์ม ดังนั้นความขัดของตัวเหนี่ยวนำ จึงเขียนได้เป็น

$$Z = R + jwL = 88.2 + j\ 628.37$$





มุมระหว่าง Z และ R คือ $= \tan^{-1} \frac{wL}{R} = 82.01$ องศา

จะเห็นว่ามุมระหว่าง R และ L จากการคำนวณ เมื่อเทียบกับผลจากกราฟมีค่าผิดไป 0.8 %

กราฟการทดลองที่ 4 - 5 เป็นการวัดศักดาสลับที่คร่อมตัวต้านทานและตัวจุ 2 ตัวที่ต่ออนุกรมกัน จากทฤษฎีเวคเตอร์ทั้งสองต้องซ้อนกัน เมื่อดูผลจากกราฟพบว่าเวคเตอร์ทั้งสองทำมุมกัน 1.13 องศาในกรณีของตัวต้านทาน และ 1.02 องศาในกรณีของตัวจุ ประมาณได้ว่าผิดไปจากทฤษฎี 0.4 %

การทดลองที่ 6 แสดงผลการเทียบมาตรฐานโวลต์มิเตอร์กระแสสลับ ความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์เทียบกับที่วัดด้วยโปเทนชิโอมิเตอร์มีค่า 3 % ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากความไม่แน่นอนในการใช้สายตาดูเข็มของมิเตอร์ให้ตรงกับที่อ่านได้บนสเกล