บทที่ 3

การออกแบบและสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ชนิดตัวเลข

3.1 จุดประสงค์ในการสร้าง

1. เพื่อให้สามารถวัดปริมาณประจุไฟฟ้าได้ในระดับ 10^{-9} ถึง 10^{-11} คูลอมบ์
2. เพื่อให้สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าอื่น ๆ ได้คือ วัดกระแสไฟฟ้าในระดับ 10^{-6} ถึง 10^{-10} แอมแปร์ และวัดศักย์ไฟฟ้าในระดับ 10^{-3} โวลต์
3. แสดงผลเป็นตัวเลข
4. ใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในประเทศ
5. มีคุณภาพและความสามารถในการทำงานสูง
6. ต้นทุนการผลิตต่ำ

จากจุดประสงค์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การเลือกใช้อุปกรณ์นั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งประการหนึ่งที่จะทำให้สามารถสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ได้ตามจุดประสงค์ทั้ง 6 ประการ ดังนั้นนอกจากจะใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในประเทศแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงในการวัดและราคาของอุปกรณ์ที่เลือกใช้อีกด้วย กล่าวคือ ถ้าต้องการความเที่ยงตรงสูงมาก ๆ อุปกรณ์ที่ใช้ก็จะมีราคาสูง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และในบางกรณีอาจหาซื้อไม่ได้ในประเทศ ดังนั้นการเลือกใช้อุปกรณ์จึงมีขอบเขตอยู่ที่การเลือกความเที่ยงตรงของการวัดให้อยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ ราคาถูก และหาซื้อได้ในประเทศเพื่อความสะดวกในการสร้างและซ่อมแซม

3.2 ทฤษฎีเบื้องต้น

ในการประจุไฟฟ้าเข้าไว้ในตัวเก็บประจุ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$Q = CV \qquad (3.1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณประจุไฟฟ้า (มีหน่วยเป็น คูลอมบ์)

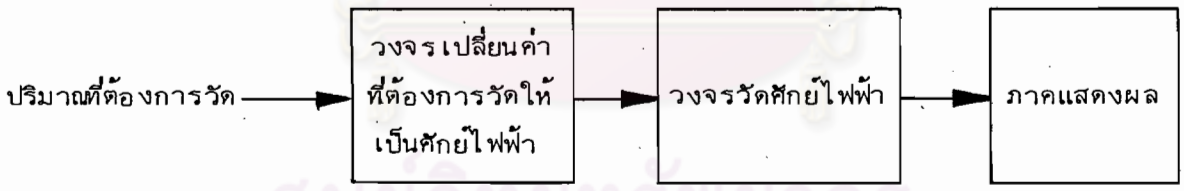
C = ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ (มีหน่วยเป็น ฟารัด)

V = ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุ (มีหน่วยเป็น โวลต์)

จากสมการดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ถ้ากำหนดให้ ตัวเก็บประจุมีค่าความจุไฟฟ้า C คงที่ ปริมาณประจุไฟฟ้า Q ที่อยู่ภายในตัวเก็บประจุจะแปรผันกับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า V ระหว่างปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุ เราสามารถนำหลักการดังกล่าวมาใช้ในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ได้ โดยการนำประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัดมาประจุลงในตัวเก็บประจุที่ทราบค่า แล้วทำการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างปลายทั้งสองของตัวเก็บประจุนั้น ก็จะสามารถทราบปริมาณประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัดได้

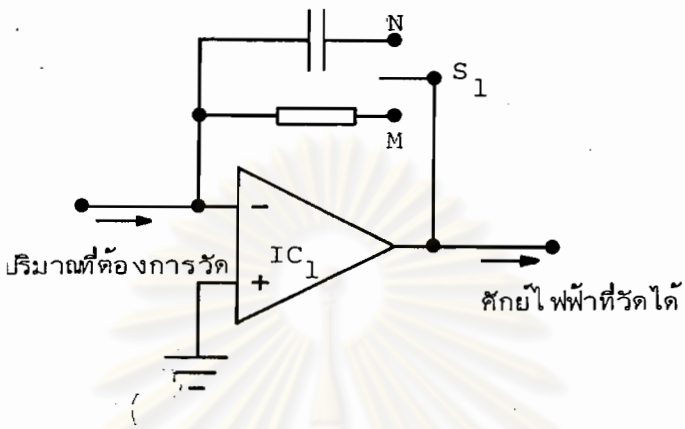
3.3 การออกแบบวงจร

แผนผังของวงจรที่ใช้เป็นดังนี้



3.3.1 วงจรเปลี่ยนค่าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า

วงจรนี้เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ เนื่องจากปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการวัดมีหลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นวงจรนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการวัด ซึ่งรับเข้ามาทางอินพุทให้เป็นศักย์ไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับวงจรวัดศักย์ไฟฟ้าต่อไป ลักษณะของวงจรที่ใช้แสดงไว้ในรูป 3.1

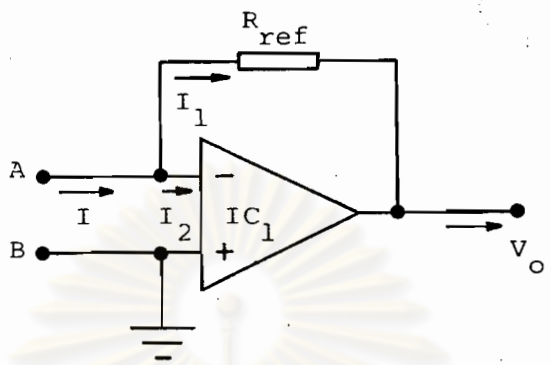


รูป 3.1 วงจรเปลี่ยนค่าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า

จากรูป 3.1 IC_1 เป็นออปเปอเรชันแนล แอมปลิไฟเออร์ (Operational amplifier) ซึ่งเรียกสั้น ๆ ว่า ออป-แอมป์ (Op-amp.) IC_1 จะทำหน้าที่เปลี่ยนปริมาณที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า โดยอาศัยคุณสมบัติประการหนึ่งของ ออป-แอมป์ คือ มีค่าความต้านทานของอินพุทสูง (High Input Impedance) รายละเอียดในการเปลี่ยนปริมาณต่าง ๆ ให้เป็นศักย์ไฟฟ้ามีดังนี้

3.3.1.1 <u>วงจรเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นศักย์ไฟฟ้า</u>

ในการวัดกระแสไฟฟ้า จะต้องสับสวิทช์ S_1 (ในรูป 3.1) ไปยังตำแหน่ง M ดังนั้นวงจรที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าจะเป็นดังรูป 3.2



รูป 3.2 วงจรที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้า

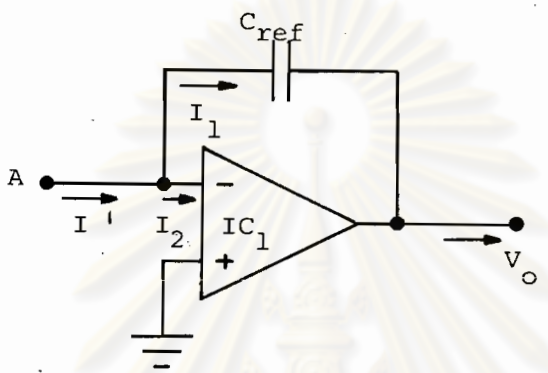
เมื่อต่อวงจรภายนอกที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้าเข้าที่ตำแหน่ง A และ B กระแสไฟฟ้า I จะไหลเข้าสู่วงจรที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าแล้วจึงแยกไหลเป็น I_1 และ I_2 เนื่องจากออป-แอมป์มีค่าความต้านทานทางอินพุทสูง ดังนั้นจึงอาจสมมติได้ว่า I_2 มีค่าเป็นศูนย์ กระแส I ทั้งหมดที่ต้องการวัดจึงไหลผ่าน R_{ref} นั่นคือ $I_1 = I$ และจากคุณสมบัติอีกประการหนึ่งของออป-แอมป์ คือศักย์ไฟฟ้าที่ขาอินพุทลบและขาอินพุทบวกจะมีค่าเท่ากันเสมอถ้าไม่มีศักย์ออฟเซ็ททางอินพุท (Zero Input Offset Voltage) ดังนั้นเมื่อขาอินพุทบวกต่อกับกราวด์จึงถือได้ว่าศักย์ไฟฟ้าที่ขาอินพุทลบเป็นกราวด์เสมือน (Virtual Ground) ทำให้ศักย์ไฟฟ้าทางเอาท์พุท (V_o) มีค่าดังนี้

$$V_o = I R_{ref} \qquad (3.2)$$

จะเห็นได้ว่าศักย์ไฟฟ้าทางเอาท์พุทขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้า I ที่ต้องการวัดและความต้านทาน R_{ref} ดังนั้น เมื่อเลือกใช้ R_{ref} คงที่ค่าหนึ่ง ศักย์ไฟฟ้าทางเอาท์พุทก็จะแปรตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด และเนื่องจากศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน (จากคุณสมบัติของออป-แอมป์) จึงถือได้ว่าวงจรที่ใช้วัดกระแสนี้จะไม่รบกวนหรือทำให้การทำงานของวงจรที่ต้องการวัดกระแสมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จึงสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง

3.3.1.2 <u>วงจรเปลี่ยนประจุไฟฟ้าให้เป็นศักย์ไฟฟ้า</u>

ในการวัดประจุไฟฟ้าจะต้องสับสวิทช์ S_1 (ในรูป 3.1) ไปที่ตำแหน่ง N ดังนั้น วงจรที่ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้าจะเป็นดังรูป 3.3



รูป 3.3 วงจรที่ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้า

ในการวัดประจุไฟฟ้านั้นจะต้องนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปแตะที่จุด A ซึ่งเป็นขาอินพุทของวงจร จะเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า นั่นคือจะมีกระแสไฟฟ้า I ไหลเข้าสู่วงจรวัดประจุไฟฟ้า และในทำนองเดียวกับกรณีวัดกระแสไฟฟ้าคือ ที่จุด A กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากประจุไฟฟ้าทั้งหมดจะไหลเข้าสู่ C_{ref} นั่นคือ ประจุไฟฟ้าทั้งหมดที่ถ่ายเทมายังจุด A จะถูกเก็บไว้ใน C_{ref} และ V_o จะมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของ C_{ref} จากสมการ (3.1) จะได้

$$V_o = \frac{Q}{C_{ref}} \qquad (3.3)$$

จะเห็นได้ว่าศักย์ไฟฟ้าทางเอาท์พุท (V_o) จะขึ้นอยู่กับปริมาณประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัด (Q) และค่าความจุไฟฟ้า (C_{ref}) ของตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจร ดังนั้นถ้าเลือกใช้ C_{ref} คงที่ค่าหนึ่งศักย์ไฟฟ้าทางเอาท์พุทก็จะแปรตามปริมาณประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัด

013114

3.3.2 วงจรที่ใช้ในการวัดศักย์ไฟฟ้า

วงจรที่ใช้วัดศักย์ไฟฟ้านี้นอกจากจะทำหน้าที่วัดศักย์ไฟฟ้าจากวงจรภายนอกโดยตรงแล้ว ยังทำหน้าที่วัดศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากวงจรวัดกระแสและประจุไฟฟ้าอีกด้วย เนื่องจากในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์นี้ต้องการให้การวัดมีความเที่ยงตรงสูง สะดวกในการสร้างและซ่อมแซม จึงใช้วงจรวัดศักย์ไฟฟ้าแบบชิ้นเดียว (Single Chip DVM) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อ ๆ ไป

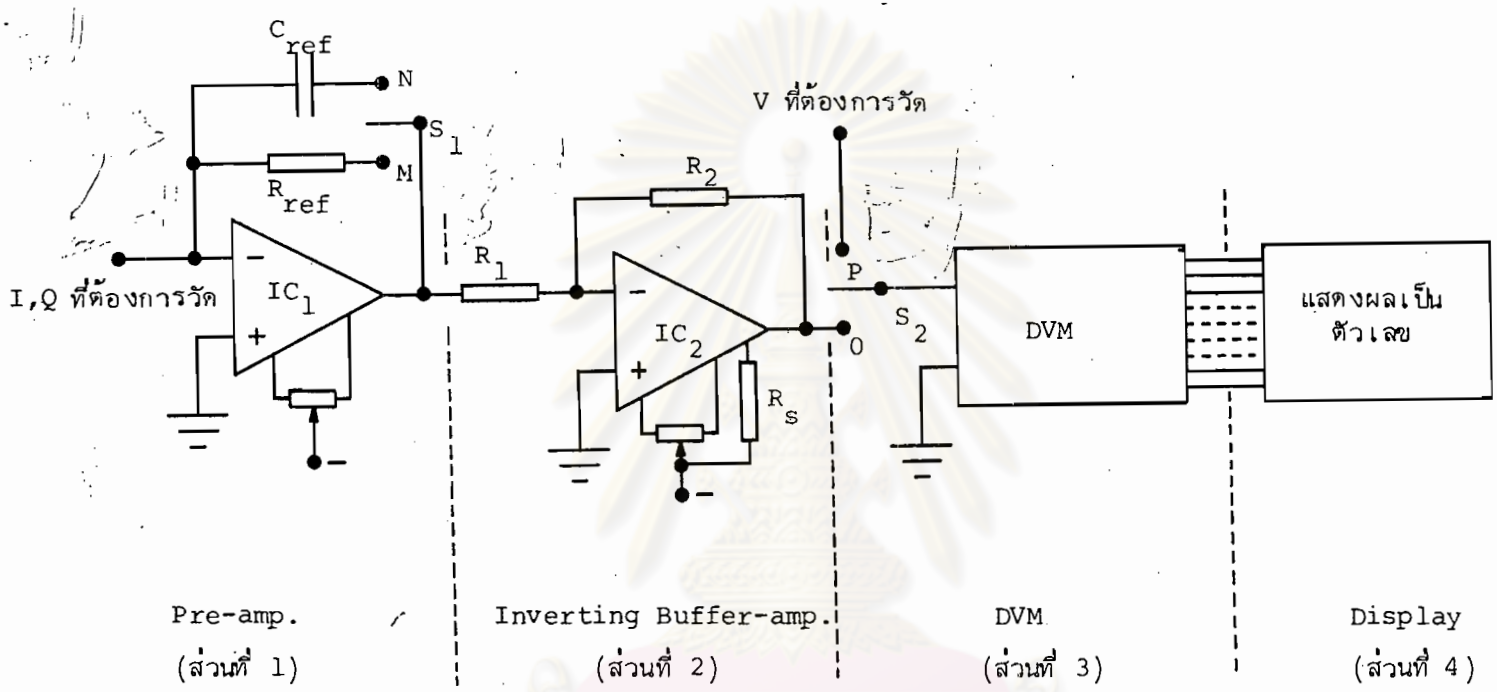
3.3.3 ภาคแสดงผล

ภาคแสดงผลจะทำหน้าที่แสดงค่าที่ได้รับจากวงจรวัดศักย์ไฟฟ้า โดยการแสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งอิเล็กโตรมิเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้ใช้ระบบการแสดงผลเป็นแบบ LCD (LCD : Liquid Crystal Display) ขนาด $3\frac{1}{2}$ หลัก

3.4 หลักการทำงานของวงจรและการเลือกใช้อุปกรณ์

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น จะเห็นว่า ในการเลือกใช้อุปกรณ์นั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์แล้ว ยังต้องคำนึงถึงหลักการทำงานของวงจรที่ใช้อีกด้วยสำหรับวงจรที่ใช้ในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์นี้อาจแบ่งได้เป็น ๔ ส่วนดังรูป 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 3.4 วงจรแสดงหลักการทำงานของอิเล็กโตรมิเตอร์ชนิดตัวเลข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 เป็นพรี-แอมป์ (Pre-amp : Pre-amplifier) ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้าดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น ซึ่งอาจเรียกส่วนนี้ว่า คอนเวิทเตอร์ (Converter) ดังนั้น IC_1 ที่ใช้ในวงจรส่วนนี้จะต้องมีลักษณะพิเศษดังนี้

1. มีค่าความต้านทานทางอินพุทสูง (สูงกว่า 10^{10} Ω)
2. มีค่ากระแสไฟเลี้ยงทางอินพุท (Input Bias Current) ต่ำ (ต่ำกว่า 200 pA.)
3. มีค่ากระแสออฟเซ็ท (Offset Current) และศักย์ออฟเซ็ท (Offset Voltage) ต่ำ
4. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของวงจรภายในน้อยมาก
5. มีความเสถียร (Stability) สูง
6. ใช้กระแสเลี้ยงวงจรภายใน (Supply Current) ต่ำ

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ IC ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบัน พบว่า IC ที่มีคุณสมบัติดีที่สุดและครบถ้วนทั้ง 6 ประการคือ IC เบอร์ LH0022CH จึงเลือกใช้ IC เบอร์ดังกล่าว (ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก.)

นอกจากนี้ R_{ref} และ C_{ref} ที่ใช้จะต้องมีความเที่ยงตรงสูง และ C_{ref} จะต้องมีกระแสรั่วไหลต่ำอีกด้วย จึงเลือกใช้ชนิดที่มีความผิดพลาดไม่เกิน 1 %

ส่วนที่ 2 เป็นอินเวิทติง บัฟเฟอร์-แอมป์ (Inverting Buffer-amp.) ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนโพลาริตี (Polarity) ของศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากพรีแอมป์ซึ่งมีการทำงานเป็นแบบอินเวิทติง ให้ตรงกับโพลาริตีของปริมาณที่ต้องการวัดก่อนที่จะส่งไปยังวงจรวัดศักย์ไฟฟ้า ดังนั้นวงจรส่วนที่ 2 นี้จะต้องมีกำลังขยายเป็น 1 นั่นคือ R_1 และ R_2 จะต้องมีค่าเท่ากัน สำหรับ IC_2 ที่ใช้ในวงจรนี้จะต้องมีคุณสมบัติพิเศษดังนี้

1. มีค่าศักย์ออฟเซ็ทต่ำ
2. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของวงจรภายในน้อยมาก
3. มีความเสถียรสูง
4. ใช้กระแสเลี้ยงวงจรภายในต่ำ

จากคุณสมบัติทั้ง 4 ประการดังกล่าวจะเห็นได้ว่า IC_2 ที่ใช้ในวงจรนี้ควรเป็นออป-แอมป์ชนิดโปรแกรมเมเบิล (Programable Op-amp.) ซึ่งสามารถกำหนดคุณสมบัติของออปแอมป์นั้นได้โดยเลือกค่า R_s ที่ใช้ ดังนั้นในวงจรส่วนนี้จึงเลือกใช้ IC เบอร์ LM 4250 (ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข) และเลือกใช้ R_s = 10 MΩ

ส่วนที่ 3 เป็นโวลต์มิเตอร์ชนิดตัวเลข (Digital Voltmeter: DVM) ทำหน้าที่ในการวัดศักย์ไฟฟ้า มีสวิทช์ S_2 เพื่อใช้เลือกศักย์ไฟฟ้าที่ต้องการวัด กล่าวคือ เมื่อต้องการวัดศักย์ไฟฟ้าจากวงจรภายนอกก็ต้องสับสวิทช์ S_2 ไปที่ตำแหน่ง P แต่ถ้าต้องการวัดศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากวงจรส่วนที่ 2 (ซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด) ก็ต้องสับสวิทช์ S_2 ไปที่ตำแหน่ง O วงจรส่วนที่ 3 ที่ใช้นี้เป็นแบบวงจรชิ้นเดี่ยว (Single Chip DVM) ซึ่งต้องมีคุณสมบัติพิเศษดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของวงจรภายในน้อยมาก
2. มีความเสถียรสูง
3. ใช้กระแสเลี้ยงวงจรต่ำ
4. มีช่วงการวัดศักย์ไฟฟ้าเหมาะสมกับศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากวงจรส่วนที่ 2

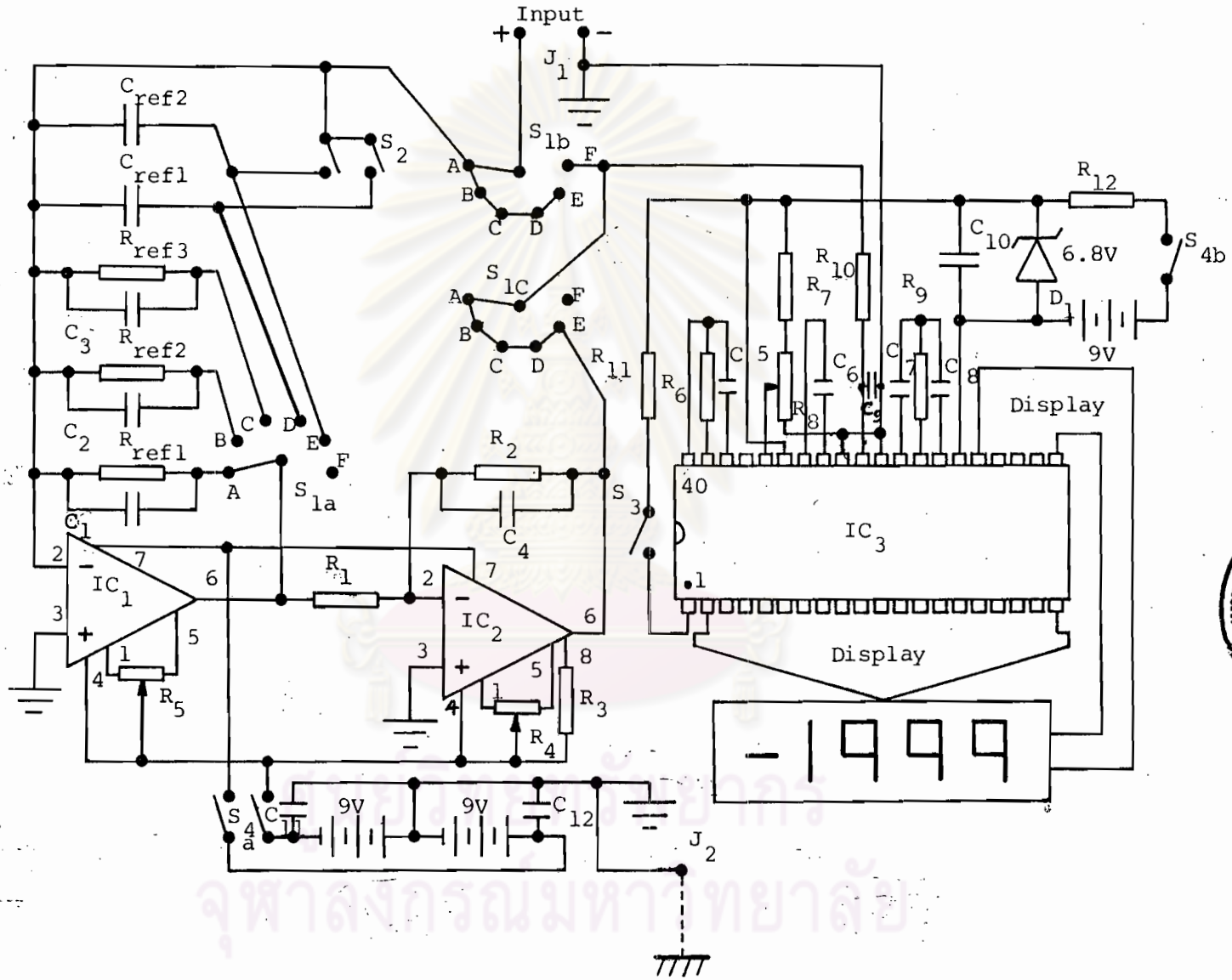
วงจรชิ้นเดี่ยวที่เลือกใช้ในวงจรส่วนนี้คือ IC เบอร์ ICL7116 CPL (ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ค.)

ส่วนที่ 4 เป็นภาคแสดงผล (Display) ทำหน้าที่ในการแสดงผลที่ได้จากการวัดศักย์ไฟฟ้าจากส่วนที่ 3 ให้แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข โดยใช้ระบบการแสดงผลแบบ LCD ขนาด $3\frac{1}{2}$ หลัก ซึ่งมีเครื่องหมายแสดงโพลาริตีของปริมาณที่วัดไว้ด้วย เหตุที่เลือกใช้ระบบการแสดงผลแบบ LDC เนื่องจากระบบการแสดงผลแบบ LCD นี้จะกินกระแสต่ำกว่าแบบอื่น

3.5 วงจรที่ใช้และการทำงานของวงจร

3.5.1 วงจรที่ใช้

วงจรที่ใช้ในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ชนิดตัวเลขนี้ แสดงไว้ในรูป 3.5



รูป 3.5 วงจรที่ใช้ในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในวงจรในรูป 3.5 มีดังนี้ :

R_1, R_2	10 KΩ (1 %)
R_3	10 MΩ (5 %)
R_4	200 KΩ (15 รอบ)
R_5	5 KΩ (15 รอบ)
R_6	100 KΩ (5 %)
R_7	24 KΩ (5 %)
R_8	25 KΩ (15 รอบ)
R_9	470 KΩ (5 %)
R_{10}	1 MΩ (5 %)
R_{11}	1 KΩ (5 %)
R_{12}	680 Ω (5 %)
C_1, C_2, C_3, C_4, C_9	0.01 μF (5 %)
C_5	100 PF (5 %)
C_6, C_{10}, C_{11}, C_{12}	0.1 μF (5 %)
C_7	0.47 μF (5 %)
C_8	0.22 μF (5 %)
R_{ref1}	10MΩ (1 %)
R_{ref2}	100 KΩ (1 %)
R_{ref3}	1 KΩ (1 %)
C_{ref1}	.01 μF (1 %)
C_{ref2}	1 μF (1 %)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IC_1	LH0022CH
IC_2	LM4250CN
IC_3	ICL7116CPL
D_1	ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) 6.8 V (0.5 W)
S_1	สวิทช์เลือก
S_2	สวิทช์รีเซ็ท
S_3	สวิทช์โฮล
S_4	สวิทช์ปิด-เปิด
J_1	ขั้วต่ออินพุท
J_2	ขั้วต่อสายดิน

3.5.2 <u>การทำงานของวงจร</u>

จากรูป 3.5 IC_1 เป็นพรี-แอมป์ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า โดยช่วงสเกลที่ใช้วัดนั้นขึ้นอยู่กับค่า R_{ref} และ C_{ref} ดังนี้

R_{ref1}	(ที่ตำแหน่ง A)	ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm$ 1999 x 10^{-10}	แอมแปร์
R_{ref2}	(ที่ตำแหน่ง B)	ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm$ 1999 x 10^{-8}	แอมแปร์
R_{ref3}	(ที่ตำแหน่ง C)	ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm$ 1999 x 10^{-6}	แอมแปร์
C_{ref1}	(ที่ตำแหน่ง D)	ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm$ 1999 x 10^{-11}	คูลอมบ์
C_{ref2}	(ที่ตำแหน่ง E)	ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm$ 1999 x 10^{-9}	คูลอมบ์

S_{1a} เป็นสวิทช์ที่ใช้เลือกค่า R_{ref} และ C_{ref} ที่ต้องการใช้

R_4 และ R_5 ใช้ในการปรับค่าออฟเซ็ทของ IC_2 และ IC_1 ตามลำดับ

C_1, C_2, C_3 และ C_4 ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้สัญญาณที่มีความถี่สูงเข้ามารบกวนการทำงานของ IC_1 และ IC_2

IC_3 เป็น DVM แบบวงจรชิ้นเดียว ซึ่งกำหนดให้ V_{ref} ของวงจรภายในมีเท่ากับ 1 โวลต์ โดยการปรับค่า R_8 (V_{ref} วัดที่ขา 32 และ 36 ของ IC_3)

D_1 ทำหน้าที่จ่ายศักย์ไฟฟ้าให้กับ IC_3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.8 โวลต์

C_{10}, C_{11} และ C_{12} ทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณความถี่สูงที่จะเข้ามารบกวนการทำงานของวงจรทั้งหมด

S_{1b} เป็นสวิทช์ที่เลือกให้ปริมาณที่ต้องการวัดเข้าที่อินพุทของ IC_1 หรือ IC_3

S_{1c} เป็นสวิทช์ที่เลือกให้เอาพุทจาก IC_2 เข้าที่อินพุทของ IC_3 หรือปล่อยลอยไว้ (Float)

S_{1a}, S_{1b} และ S_{1c} เป็นสวิทช์ที่อยู่ในตัวเดียวกันและการทำงานจะสัมพันธ์กันเสมอ กล่าวคือในกรณีที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าจะต้องสับสวิทช์ไปที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในระหว่าง A - E แต่ในกรณีที่ใช้วัดศักย์ไฟฟ้าจะต้องสับสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง F

S_3 เป็นสวิทช์โฮล ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ต้องการให้ค่าที่วัดได้ค้างอยู่บนภาคแสดงผล

S_2 เป็นสวิทช์รีเซ็ท ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ต้องการคายประจุไฟฟ้าออกจาก C_{ref1} และ C_{ref2} เนื่องจากในการวัดประจุไฟฟ้าจะต้องสับสวิทช์รีเซ็ทก่อนทุกครั้ง เพื่อคายประจุไฟฟ้าที่อาจเหลืออยู่ใน C_{ref1} หรือ C_{ref2} ซึ่งจะเป็นผลให้วัดค่าประจุไฟฟ้าได้ถูกต้อง

3.6 การออกแบบลายวงจรพิมพ์

การออกแบบลายวงจรพิมพ์ (Printed Circuit) เป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งในการสร้างอิเล็กโตรมิเตอร์ชนิดตัวเลขนี้ เพราะเหตุว่าถ้าการออกแบบลายวงจรพิมพ์ไม่ดีพอ จะทำให้เกิดสัญญาณไปรบกวนการทำงานของวงจรที่สร้างขึ้นได้

หลักการออกแบบวงจรพิมพ์อาจแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

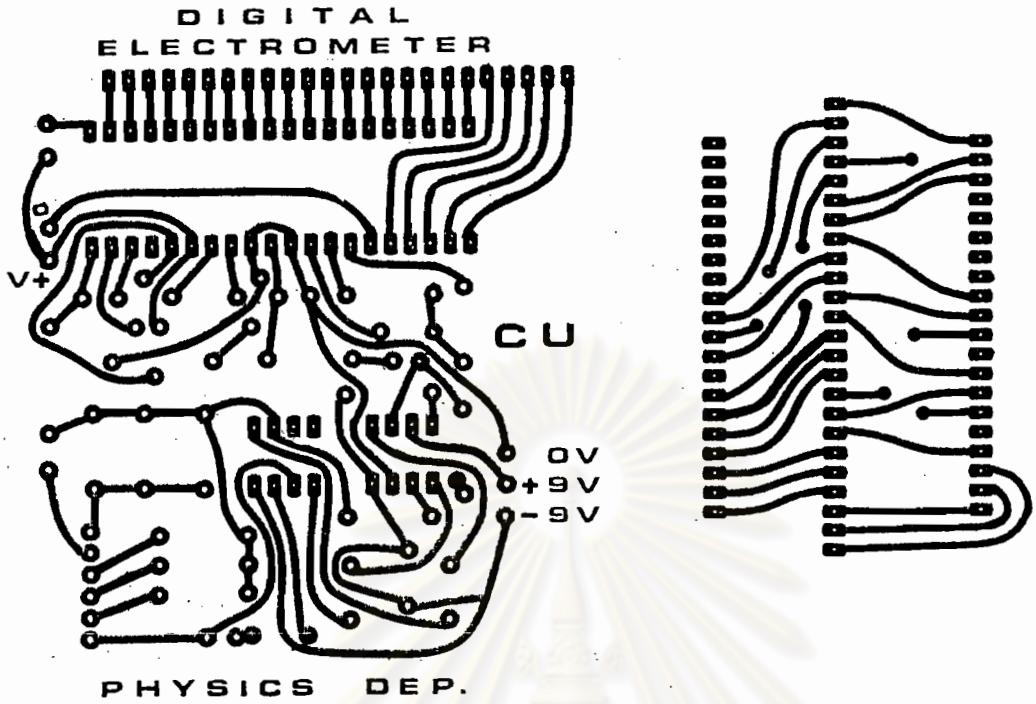
1. ลายวงจรจะต้องมีขนาดสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2. ต้องแยกส่วนลายวงจรของ DVM ออกจากวงจรพรี-แอมป์ เพื่อป้องกันสัญญาณที่ใช้ในการทำงานภายใน DVM มารบกวนวงจรพรี-แอมป์

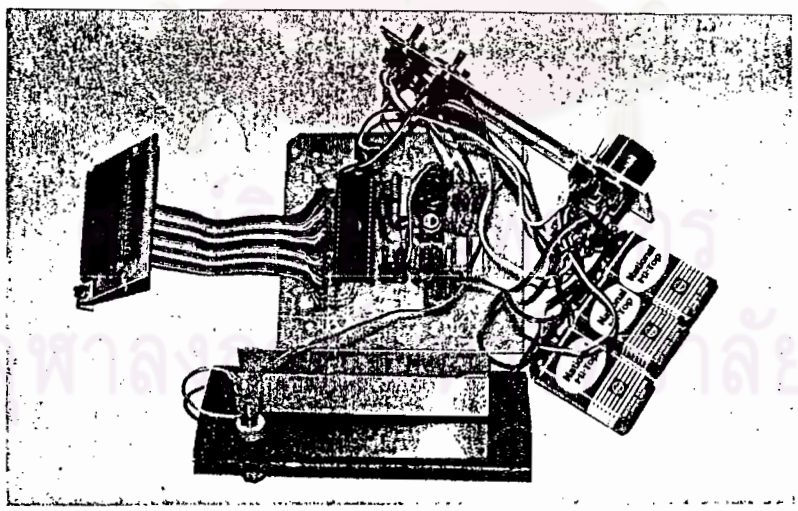
3. ศักย์ไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรของ DVM และวงจรพรี-แอมป์ จะต้องแยกจากกันเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

4. การออกแบบลายเส้นกราวด์ (Ground) จะต้องไม่ทำให้เกิดกราวด์ลูป (Ground Loop) เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนอันอาจจะเกิดจากส่วนต่าง ๆ ของวงจร

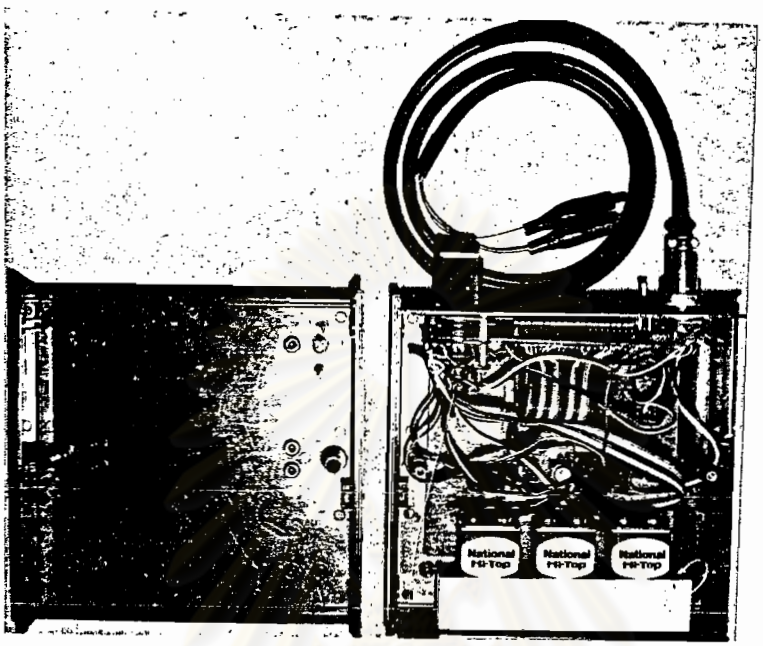
5. แผ่นปรินท์ที่ใช้ควรเป็นแบบอีป็อกซี (Epoxy) เพื่อป้องกันการเกิดกระแสรั่วไหลและเกิดค่าความจุไฟฟ้าระหว่างลายวงจรที่อยู่ใกล้กัน



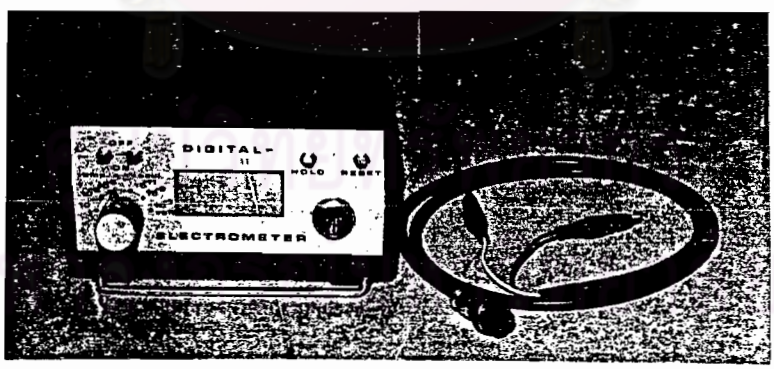
รูป 3.6 ลายวงจรพิมพ์



รูป 3.7 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบบนลายวงจรพิมพ์



รูป 3.8 การจัดส่วนประกอบต่างๆ ลงในกล่อง



รูป 3.9 อิเล็กโตรมิเตอร์ชนิดตัวเลขที่สร้างและประกอบเสร็จแล้ว