

การสร้างและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข



นางสาวนวลรัตน์ สีกุลลาบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-717-3

013114

I15921485

CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT OF A DIGITAL ELECTROMETER



Miss Nuanrat Seekularb

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข
โดย นางสาว นवलรัตน์ สีกุลหลาบ
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ภियो บันยารชุน



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สุประดิษฐ์ บุญนาค
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วิชัย ทโยดม
..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ วิชัย ทโยดม)

สำเร็จ ศรีสมบุญ
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำเร็จ ศรีสมบุญ)

ยุทธ วัชรมาส
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุทธ วัชรมาส)

ภโย บันยารชุน
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ภियो บันยารชุน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัว เลข
ชื่อผู้ผลิต	นางสาวนวลรัตน์ สีกุลหลาบ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ภิโย โชนยารชุน
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2526



บทคัดย่อ

อิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัว เลขที่สร้างขึ้นนี้ มีจุดประสงค์ในการสร้าง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในประเทศ ให้มีคุณภาพและความสามารถในการทำงานสูง แสดงผลเป็นตัว เลข และมีต้นทุนการผลิตต่ำ ซึ่งนอกจากจะใช้วัดประจุไฟฟ้าปริมาณต่ำ ๆ แล้ว ยังสามารถนำไปใช้วัดศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต่ำ ๆ ได้อีกด้วย จากการศึกษาการทำงานและการนำอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัว เลขที่สร้างขึ้นนี้ไปวัดปริมาณไฟฟ้าต่าง ๆ พบว่าผลจากการวัดที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับผลจากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดที่ได้มาตรฐาน และใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Thesis Title Construction and Development of a Digital
Electrometer

Name Miss Nuanrat Seekularb

Thesis Advisor Associate Professor Dr. Bhiyayo Panyarjun

Department Physics

Academic Year 1983

ABSTRACT

The described digital electrometer was designed and constructed under the following objectives; using available electronic parts in this country, digital display, high performance, can be used to measure very small amount of electric charges, electric currents and electric potentials, and relatively low cost. Its performances were compared with those obtained from standard meters. The results of the measurements from the instrument seem to be in good agreements with those from the standard instruments.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ภิโย บันยารชุน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำสั่งสอนอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์นี้ และผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล หัวหน้าภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับด้านเทคนิคต่าง ๆ ตลอดจนการให้ยืมเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณคณะกรรมการ ก.ก.ศ. แห่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้กรุณาอนุมัติให้ผู้เขียนลาศึกษาต่อ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณวิไล คำแดงไสย ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการตารางประกอบ.....	ญ
รายการรูปประกอบ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 จุดประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.2 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย.....	2
บทที่ 2 อิเล็กทรอนิกส์.....	3
2.1 อิเล็กทรอนิกส์แบบควอตแดรนท์.....	3
2.1.1 ลักษณะโดยทั่วไป.....	4
2.1.2 การนำไปใช้งาน.....	5
2.2 อิเล็กทรอนิกส์แบบแผ่นดัด.....	6
2.2.1 ลักษณะโดยทั่วไป.....	6
2.2.2 การนำไปใช้งาน.....	7
2.3 อิเล็กทรอนิกส์แบบหลอดสูญญากาศ.....	8
2.4 อิเล็กทรอนิกส์แบบอิเล็กทรอนิกส์.....	9

	หน้า
บทที่ 3	
การออกแบบและสร้างอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข.....	11
3.1 จุดประสงค์ในการสร้าง.....	11
3.2 ทฤษฎีเบื้องต้น.....	11
3.3 การออกแบบวงจร.....	12
3.3.1 วงจรเปลี่ยนค่าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า.....	12
3.3.1.1 วงจรเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นศักย์ไฟฟ้า.....	13
3.3.1.2 วงจรเปลี่ยนประจุไฟฟ้าให้เป็นศักย์ไฟฟ้า.....	15
3.3.2 วงจรที่ใช้ในการวัดศักย์ไฟฟ้า.....	16
3.3.3 ภาคแสดงผล.....	16
3.4 หลักการทำงานของวงจรและการเลือกใช้อุปกรณ์.....	16
3.5 วงจรที่ใช้และการทำงานของวงจร.....	19
3.5.1 วงจรที่ใช้.....	19
3.5.2 การทำงานของวงจร.....	22
3.6 การออกแบบลายวงจรพิมพ์.....	23
บทที่ 4	
การทดลองและผลการทดลอง.....	26
4.1 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง.....	26
4.1.1 อิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข.....	26
4.1.2 เครื่องมือวัดที่ใช้เป็นมาตรฐาน.....	27
4.2 การวัดศักย์ไฟฟ้า.....	28
4.3 การวัดกระแสไฟฟ้า.....	33
4.4 การวัดประจุไฟฟ้า.....	41

บทที่ 5	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
	5.1 ข้อสรุป.....	48
	5.1.1 การออกแบบวงจรและสร้างอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข..	48
	5.1.2 ผลการทดลอง.....	49
	5.2 ข้อเสนอแนะ.....	51
	เอกสารอ้างอิง.....	52
	ภาคผนวก ก.....	54
	ภาคผนวก ข.....	61
	ภาคผนวก ค.....	66
	ประวัติ.....	74



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.2.1	แสดงปริมาณศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากการวัดและการคำนวณ.....	31
4.3.1	แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-6}$ แอมแปร์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	35
4.3.2	แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-8}$ แอมแปร์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	37
4.3.3	แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-10}$ แอมแปร์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	39
4.4.1	แสดงค่าของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรจ่ายศักย์ไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้วัดประจุไฟฟ้า ในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-9}$ คูลอมบ์ และ $\pm 1999 \times 10^{-11}$ คูลอมบ์.	41
4.4.2	แสดงปริมาณประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-9}$ คูลอมบ์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ	44
4.4.3	แสดงปริมาณประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-11}$ คูลอมบ์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	อิเล็กทรอนิกส์แบบควอทแดรนท์.....	3
2.2	อิเล็กทรอนิกส์แบบควอทแดรนท์.....	4
2.3	อิเล็กทรอนิกส์แบบแผ่นคูด.....	6
2.4	แสดงส่วนประกอบที่ใช้สังเกตการเคลื่อนที่ของแผ่นเคลื่อนที่.....	7
2.5	วงจรขยายสัญญาณที่ใช้หลอดอิเล็กทรอนิกส์.....	8
2.6	อิเล็กทรอนิกส์แบบอิเล็กทรอนิกส์.....	9
3.1	วงจรเปลี่ยนค่าที่ต้องการวัดให้เป็นศักย์ไฟฟ้า.....	13
3.2	วงจรที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้า.....	14
3.3	วงจรที่ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้า.....	15
3.4	วงจรแสดงหลักการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข.....	17
3.5	วงจรที่ใช้ในการสร้างอิเล็กทรอนิกส์.....	20
3.6	ลายวงจรพิมพ์.....	24
3.7	อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบบนลายวงจรพิมพ์.....	24
3.8	การจัดส่วนประกอบต่าง ๆ ลงกล่อง.....	25
3.9	อิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลขที่สร้างและประกอบเสร็จแล้ว.....	25
4.1	อิเล็กทรอนิกส์ชนิดตัวเลข.....	26
4.2	เครื่องมือวัดที่ใช้เป็นมาตรฐาน.....	28
4.3	วงจรจ่ายศักย์ไฟฟ้านำมาใช้ในการวัดศักย์ไฟฟ้า.....	29
4.4	วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดศักย์ไฟฟ้า.....	29
4.5	แสดงการต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดศักย์ไฟฟ้า.....	30
4.6	กราฟแสดงปริมาณศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากการวัดและการคำนวณ.....	32
4.7	วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-6}$ A และ $\pm 1999 \times 10^{-8}$ A.....	33
4.8	แสดงการต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้า ในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-6}$ A และ $\pm 1999 \times 10^{-8}$ A.....	33

รูปที่		หน้า
4.9	วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-10}$ A.....	34
4.10	กราฟแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-6}$ A ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	36
4.11	กราฟแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-8}$ A ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	38
4.12	กราฟแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-10}$ A ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	40
4.13	วงจรจ่ายศักย์ไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการวัดประจุไฟฟ้า.....	41
4.14	วงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้า.....	42
4.15	แสดงการต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดประจุไฟฟ้า.....	42
4.16	กราฟแสดงปริมาณประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-9}$ คูลอมบ์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	45
4.17	กราฟแสดงปริมาณประจุไฟฟ้าในช่วง $\pm 1999 \times 10^{-11}$ คูลอมบ์ ซึ่งได้จากการวัดและการคำนวณ.....	47