



บทที่ 4

การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่อง

เครื่องวัดความหนาของแผ่นโลหะด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีสำหรับควบคุมเครื่องรีดโลหะแบบรีดเย็นที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นระบบที่ออกแบบให้ทำงานโดยการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และพัฒนาโปรแกรมควบคุมลำดับขั้นการใช้งานที่ง่าย มีข้อความแสดงลำดับขั้นการทำงานบนจอ LCD ทำให้สะดวกต่อการใช้งานและการติดตั้ง หลังจากประกอบเครื่องวัดสมบูรณ์แล้วได้ทำการทดสอบการทำงาน of ระบบต่างๆ ดังนี้

1. ทดสอบระบบวัดปริมาณรังสี
2. ทดสอบการแปลงข้อมูลของวงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลข
3. ทดสอบระบบประมวลผลข้อมูลความหนาของแผ่นโลหะ
4. ทดสอบการควบคุมความหนาของแผ่นโลหะกับเครื่องรีดโลหะ

4.1 การทดสอบระบบวัดปริมาณรังสี

การทดสอบระบบวัดปริมาณรังสีเป็นการทดสอบวงจรต่าง ๆ ของระบบวัด แบ่งการทดสอบออกเป็น การทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง การทดสอบวงจรขยายสัญญาณพัลส์ การทดสอบวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว การทดสอบวงจรเรตมิเตอร์ เพื่อหาพิบัติการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

4.1.1 การทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง

4.1.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

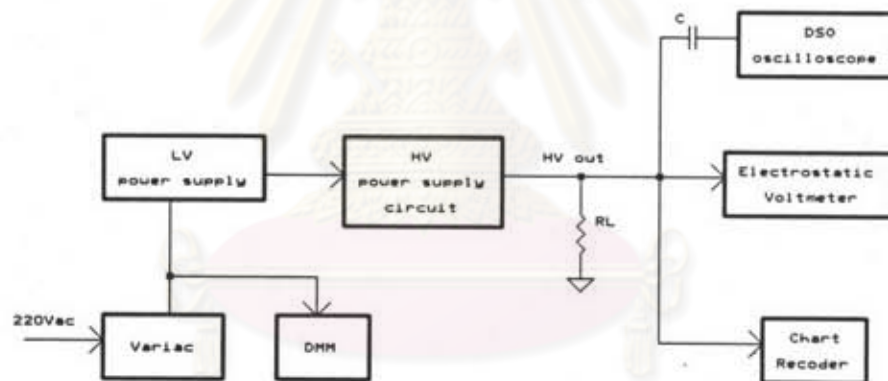
1. เครื่องอ่านรูปสัญญาณ (digital storage oscilloscope) ของ Gould รุ่น 4094
2. เครื่องวัดศักดาไฟฟ้าสูง (Electrostatic voltmeter) ของ Electrical Instrument Service รุ่น ESD-7
3. เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้า (digital multimeter) ของ Fluke รุ่น 8842A

265M

4. อุปกรณ์ปรับศักดาไฟฟ้ากระแสสลับ (variac) ของ Matsunaga รุ่น
5. เครื่องบันทึกสัญญาณ (chart recorder) ของ Shimadzu รุ่น U-135
6. ตัวต้านทานขนาดต่างๆ
7. ตัวเก็บประจุขนาด $0.01\ \mu\text{F}$ 3000V
8. แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงที่พัฒนาขึ้น

4.1.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด (maximum current) การควบคุมศักดาไฟฟ้าทางออกให้คงที่ (Line and load regulation) ความเป็นเชิงเส้นของสเกลปรับศักดาไฟฟ้า และความเสถียรของศักดาไฟฟ้าทางออกมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.1
2. ปรับวารีแอกที่ศักดาไฟฟ้าทางออก 220 โวลต์ และปรับศักดาไฟฟ้าทางออกของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงที่ 1200 โวลต์ จากนั้นแปรเปลี่ยนตัวต้านทานโหลด (load resistor) และบันทึกค่าศักดาไฟฟ้าทางออกด้วยมิเตอร์วัดศักดาไฟฟ้างในตารางที่ 4.1
3. ทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลปรับค่าศักดาไฟฟ้า โดยแปรเปลี่ยนสเกลและบันทึกศักดาไฟฟ้าทางออกดังในตารางที่ 4.2
4. ที่ศักดาไฟฟ้าทางออกสูงสุด (1200 โวลต์) บันทึกค่าศักดาไฟฟ้าขณะที่ใส่โหลดและปลดโหลด ได้ศักดาไฟฟ้างดังนี้

ศักดาไฟฟ้าขณะที่มีโหลด $V_L = 1199$ โวลต์

ศักดาไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด $V_{NL} = 1200$ โวลต์

5. อ่านค่าศักดากระแสลือกคลื่น (ripple voltage) ของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า
ศักดาสูงที่ศักดาไฟฟ้าทางออกสูงสุด ขณะที่มีโหลดที่กินกระแสสูงสุด และขณะที่ไม่มีโหลด

6. ที่ศักดาไฟฟ้าทางออกสูงสุดและจ่ายกระแสให้โหลดสูงสุด แปรเปลี่ยน
ศักดาไฟฟ้าของวารีออกจากค่าปรกติของศักดาไฟฟ้ากระแสสลับให้เพิ่มขึ้นและลดลง 10% ($220 \pm 10\%$ VAC) บันทึกค่าศักดาไฟฟ้าทางออกของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูงได้

ที่ศักดาไฟฟ้ากระแสสลับ $220 + 10\%$ ศักดาไฟฟ้าทางออก = 1199 โวลต์

ที่ศักดาไฟฟ้ากระแสสลับ $220 - 10\%$ ศักดาไฟฟ้าทางออก = 1199 โวลต์

7. ปรับวารีแรกที่ศักดาไฟฟ้าทางออก 220 โวลต์ ปรับวงจรแหล่งจ่ายไฟ
ฟ้าศักดาสูงให้จ่ายศักดาไฟฟ้าและกระแสสูงสุด บันทึกความเสถียรของศักดาไฟฟ้าทางออกด้วย
อุปกรณ์บันทึกค่า (chart recorder) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

4.1.1.3 ผลการทดสอบ

1. ผลการทดสอบความสามารถในการจ่ายกระแสสูงสุดเป็นไปตามตารางที่
4.1 และเส้นกราฟรูปที่ 4.2

2. ผลการทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลการปรับค่าศักดาไฟฟ้าสูงเป็น
ไปตามตารางที่ 4.2 และเส้นกราฟรูปที่ 4.3 มีค่าสหสัมพันธ์ของความเป็นเชิงเส้น 0.9999 มีค่า
สเกลแฟคเตอร์ เท่ากับ 1.2

3. ผลการทดสอบความสามารถในการควบคุมศักดาไฟฟ้าทางออกให้คงที่
จากการทดสอบในข้อ 4 และ 6 คำนวณผลได้ดังนี้

$$\text{load regulation} = \frac{1200V - 1199V}{1199V}$$

$$= 0.083 \%$$

$$\text{line regulation} = \frac{1200V - 1199V}{1199V}$$

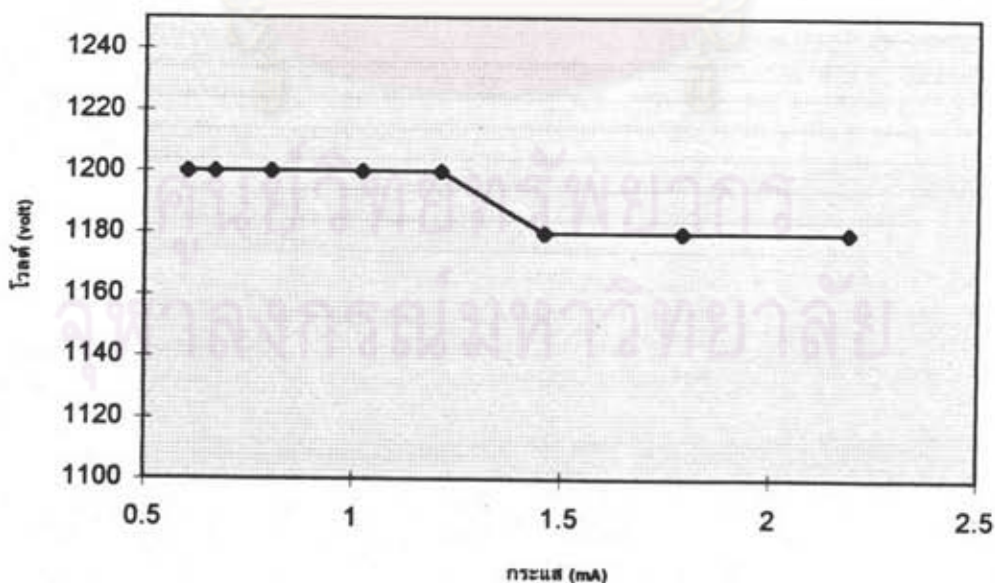
$$= 0.083 \%$$

4. ผลการทดสอบความเสถียรของศักดาไฟฟ้าทางออกในข้อ 6 เป็นไปตามตารางที่ 4.3 และเส้นกราฟรูปที่ 4.4 โดยมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน ± 1 V ในเวลาต่อเนื่อง 7 ชั่วโมง

5. ผลการวัดศักดาระลอกคลื่น ในข้อ 5 ขณะไม่มีโหลดและมีโหลดแสดงในรูปที่ 4.5 ก. และ ข. ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด

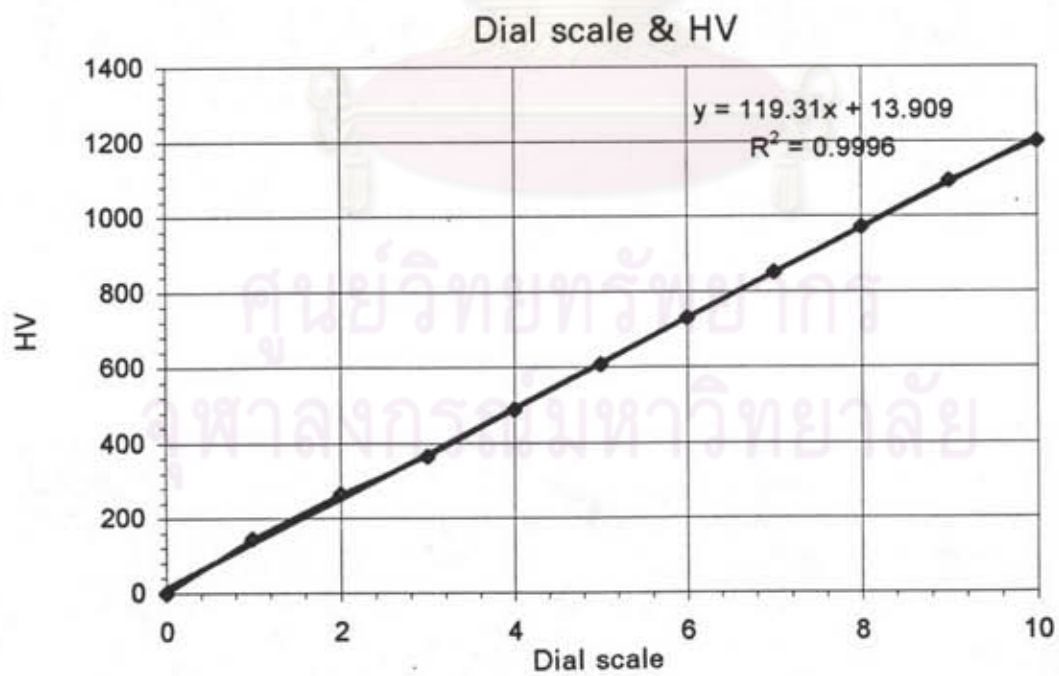
ความต้านทาน โหลด(M Ω)	กระแส (mA)	ศักดาไฟฟ้าทาง ออก (V)
2 M Ω	0.604	1200
1.8 M Ω	0.669	1200
1.5 M Ω	0.804	1200
1.2 M Ω	1.02	1200
1M Ω	1.21	1200
0.720 M Ω	1.46	1180
0.680 M Ω	1.79	1180
0.560 M Ω	2.19	1180



รูปที่ 4.2 เส้นกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและศักดาไฟฟ้า
ของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลปรับตักดาไฟฟ้า

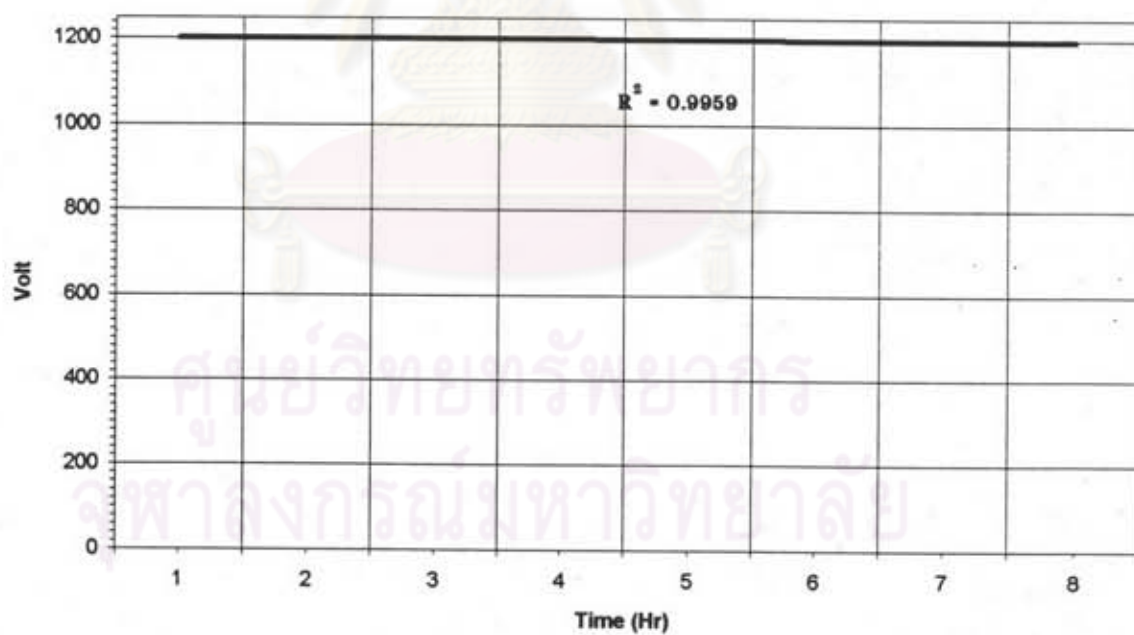
สเกลบนหน้าปัทม์	ค่าตักดาไฟฟ้า(V)
0	0
1	145
2	265
3	365
4	488
5	608
6	729
7	850
8	972
9	1093
10	1200



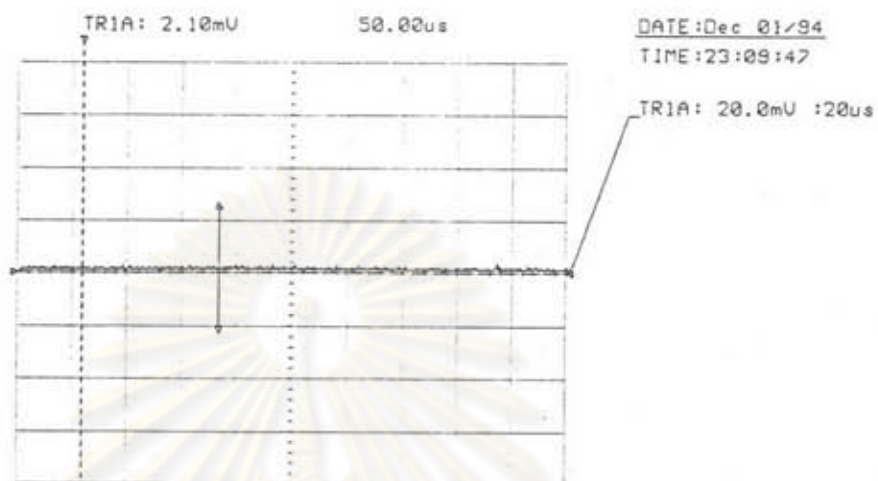
รูปที่ 4.3 เส้นกราฟความสัมพันธ์ของสเกลบนหน้าปัทม์และตักดาไฟฟ้าของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าตักดาสูง

ตารางที่ 4.3 ผลทดสอบความเสถียรของศักดาไฟฟ้าทางออก

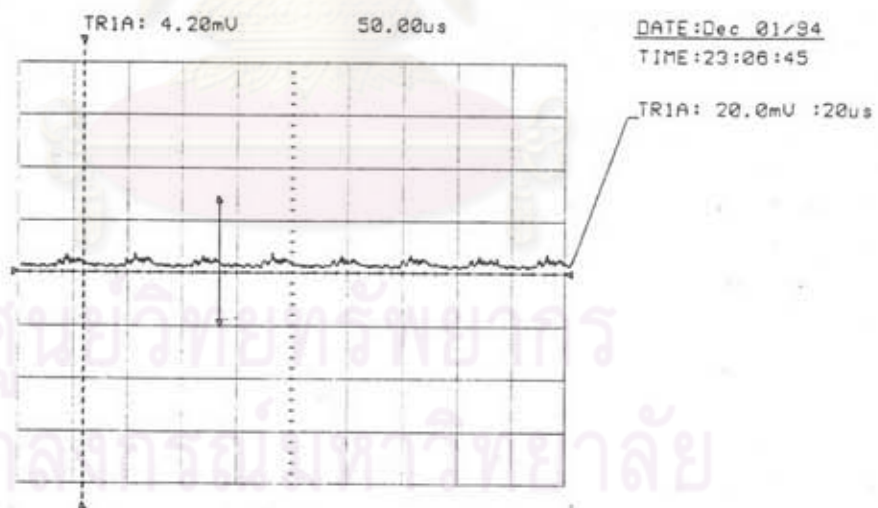
เวลา (hr)	ศักดาไฟฟ้าทางออก (V)
1	1200
2	1200
3	1200
4	1200
5	1199
6	1198
7	1197
8	1198



รูปที่ 4.4 เส้นกราฟแสดงความเสถียรของศักดาไฟฟ้าทางออก



ก. ขณะไม่มีโหลด



ข. ขณะมีโหลด

รูปที่ 4.5 ขนาดของศักดาระลอกคลื่น

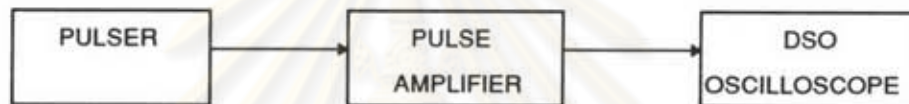
4.1.2 การทดสอบวงจรมายสัญญาณพัลส์

4.1.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณเลียนแบบหัววัดรังสี (pulser) ของ Canberra
2. เครื่องอ่านรูปสัญญาณ (DSO) ของ Gould รุ่น 4094
3. อุปกรณ์ขยายสัญญาณพัลส์ที่พัฒนาขึ้น

รุ่น 1407

4.1.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

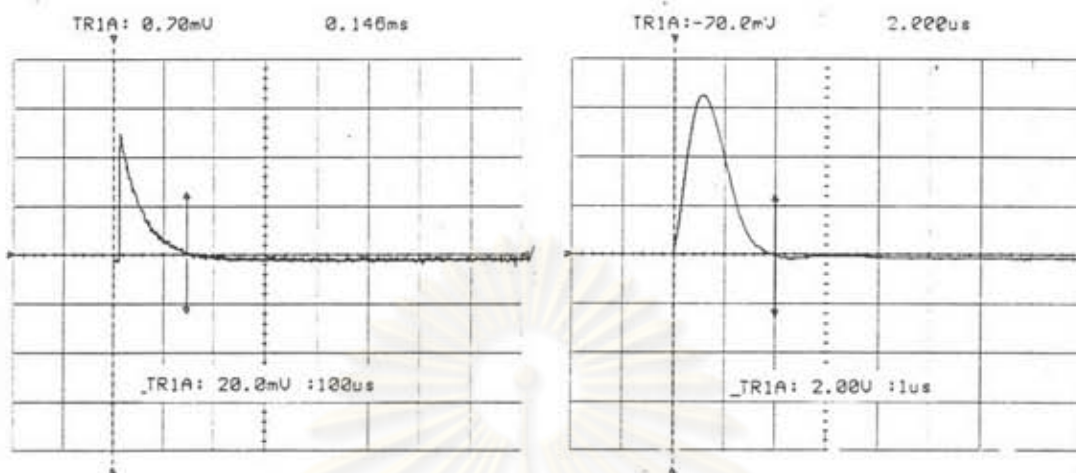


รูปที่ 4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบวงจรมายสัญญาณพัลส์

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.6
2. ทดสอบการตอบสนองสัญญาณพัลส์ของวงจรมายโดยป้อนสัญญาณพัลส์ขาขึ้นขนาด 50 มิลลิโวลต์ ดังในรูปที่ 4.7ก. ให้กับอุปกรณ์ขยายสัญญาณพัลส์อ่านรูปสัญญาณจากอุปกรณ์ขยายสัญญาณพัลส์หลังการปรับ pole zero cancellation และ base line restorer ที่สมบูรณ์แล้วจะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.7.ข.
3. ทดสอบความเป็นเชิงเส้นของอัตราขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียล (differential non-linearity) โดยตั้งอัตราขยายคงที่และแปรเปลี่ยนขนาดสูงของสัญญาณพัลส์ทางเข้าจากอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเลียนแบบหัววัดรังสี บันทึกผลในตารางที่ 4.4 และคำนวณอัตราขยาย

4.1.2.3 ผลการทดสอบ

ผลทดสอบการตอบสนองสัญญาณพัลส์ของวงจรมายสัญญาณในรูปที่ 4.7.ข จะได้สัญญาณพัลส์ในรูปยูนิโพลาร์ (unipolar pulse) ซึ่งมีความกว้างพัลส์ 1 ไมโครวินาที และมีความเป็นเชิงเส้นของอัตราขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียล 0.9935 ดังเส้นกราฟรูปที่ 4.8



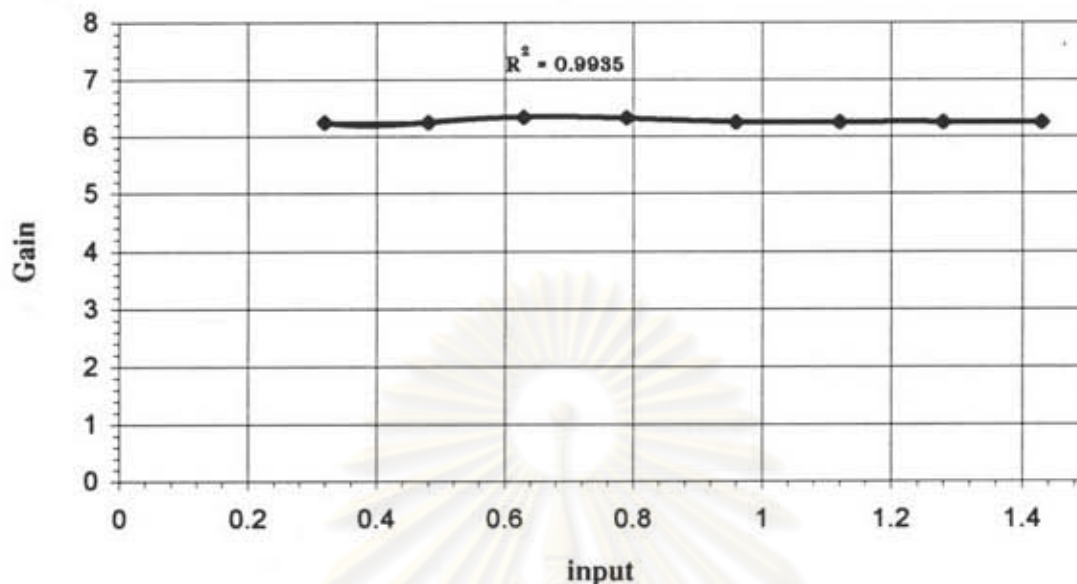
ก.สัญญาณทางเข้า

ข.สัญญาณทางออก

รูปที่ 4.7 รูปสัญญาณพัลส์ทางเข้าและออกจากวงจรขยายสัญญาณพัลส์

ตารางที่ 4.4 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของอัตรขยายแบบดิฟเฟอเรนเชียล

สัญญาณพัลส์ ทางเข้า(V)	สัญญาณพัลส์ ทางออก (V)	อัตรขยาย
0.32	2	6.25
0.48	3	6.25
0.63	4	6.34
0.79	5	6.32
0.96	6	6.25
1.12	7	6.25
1.28	8	6.25
1.43	9	6.25



รูปที่ 4.8 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของอัตราขยายซึ่งทดสอบแบบดิฟเฟอเรนเชียล

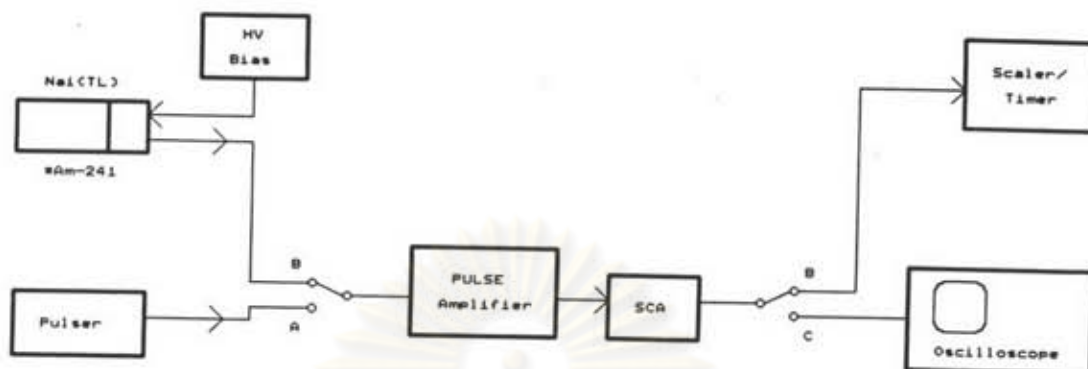
4.1.3 การทดสอบวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว

4.1.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณเลียนแบบหัววัดรังสีของ Canberra รุ่น 1407
2. อุปกรณ์นับรังสีและอุปกรณ์ตั้งเวลา (scaler/timer) ของ Canberra รุ่น 1772
3. เครื่องอ่านรูปสัญญาณ (real time oscilloscope) ของ Tektronix รุ่น 2465A
4. หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทลเลียม)ขนาด 1" x 1"
5. ต้นกำเนิดรังสี Am-241 ความแรงรังสี 3.7×10^9 เบคเคอเรล
6. ระบบนับรังสีที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ วงจรขยายสัญญาณพัลส์ แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง และวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว

4.1.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว เป็นการทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิงของ LLD และ ΔE รวมทั้งทดสอบการวิเคราะห์พลังงานจากต้นกำเนิดรังสี Am-241



รูปที่ 4.9 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว

1. จัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการทำงานของ SCA ดังแผนภาพในรูปที่ 4.9 (ตำแหน่งสวิตช์ A)
2. ทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิง LLD โดยการแปรเปลี่ยนค่าความสูงของพัลส์และบันทึกสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิง ณ ตำแหน่งที่เกิด HT (half triggering) ดังตารางที่ 4.5
3. ตั้งศักดาอ้างอิง LLD ที่ 1.0 V และทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิง ΔE โดยการแปรเปลี่ยนค่าความสูงของพัลส์และบันทึกสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิง ณ ตำแหน่งที่เกิด HT ดังตารางที่ 4.6
4. จัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการวิเคราะห์พลังงานของ Am-241 ด้วยวงจรวิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยวดังในแผนภาพรูปที่ 4.9 (ตำแหน่งสวิตช์ B)
5. ตั้งหน้าต่างวิเคราะห์พลังงาน (ΔE) ที่ 0.10 โวลต์ แปรเปลี่ยนศักดาอ้างอิง LLD จาก 0 ถึง 10 โวลต์ ครั้งละ 0.10 โวลต์ ด้วยเวลานับ 5 วินาที ทุกตำแหน่งช่องวิเคราะห์บันทึกค่านับปริมาณรังสี ดังตารางที่ 4.6

4.1.3.3 ผลการทดสอบ

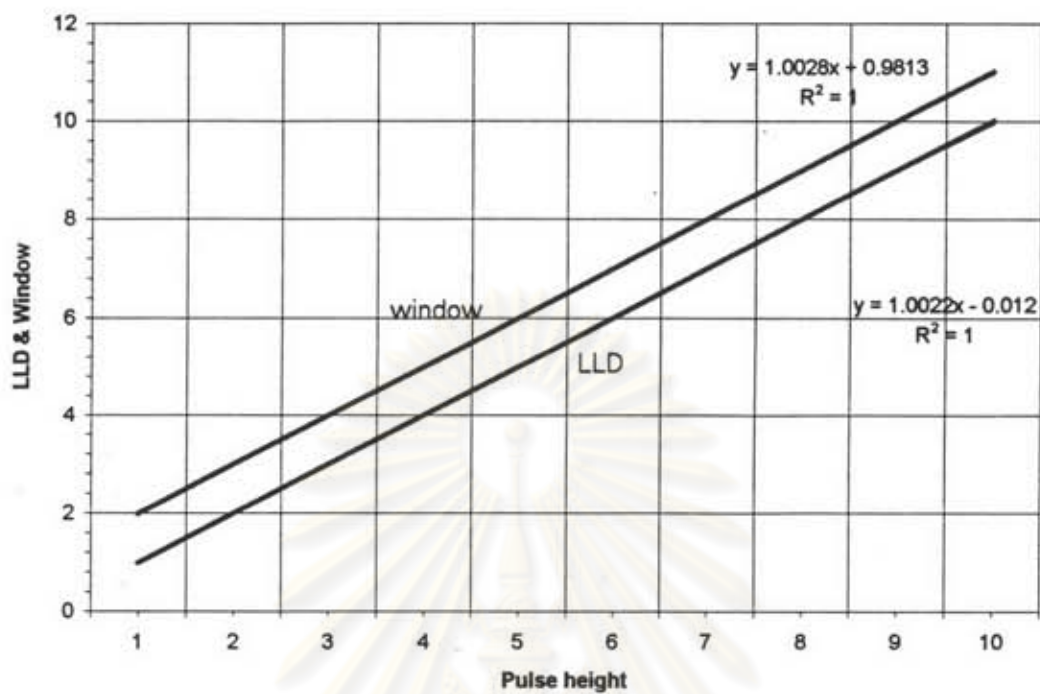
1. ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกลศักดาไฟฟ้าอ้างอิงของ LLD และ ΔE ให้ผลตามตารางที่ 4.5 และ 4.6 รวมทั้งเส้นกราฟเปรียบเทียบในรูปที่ 4.10 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 1.0 ทั้ง 2 เส้น
2. ผลทดสอบการวิเคราะห์สเปกตรัมของ Am-241 แสดงในรูปที่ 4.11 เมื่อใช้ไบอัส 950 โวลต์

ตารางที่ 4.5 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกล LLD

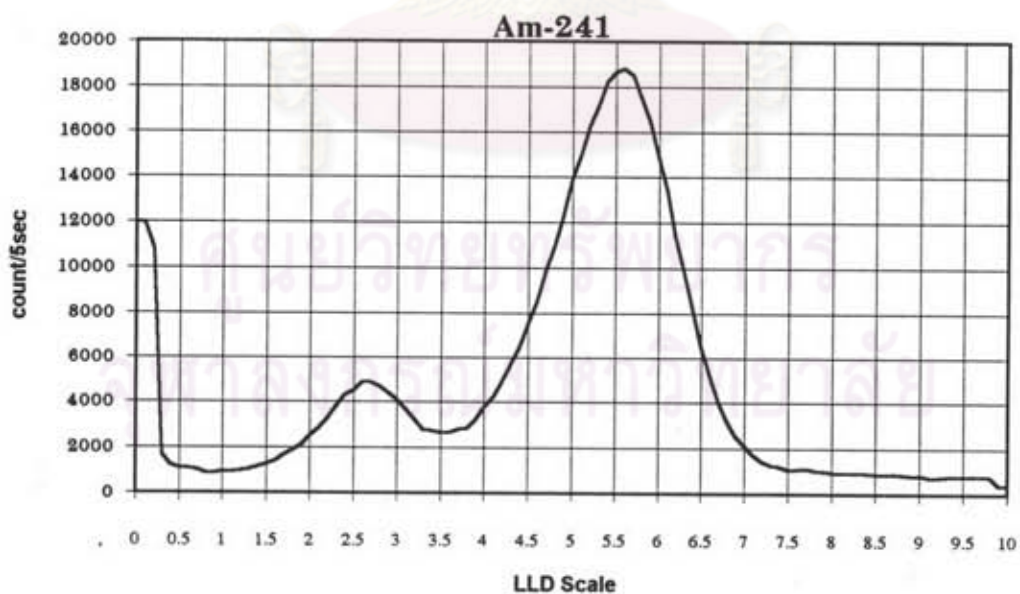
ความสูงของพัลส์ (V)	สเกล LLD (V)
1.0	0.98
2.0	1.99
3.0	2.99
4.0	4.00
5.0	5.00
6.0	6.01
7.0	7.02
8.0	8.02
9.0	9.01
10.0	9.98

ตารางที่ 4.6 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของสเกล ΔE

ความสูงของพัลส์ (V)	สเกล ΔE (V)
1.0	1.99
2.0	2.98
3.0	3.99
4.0	4.98
5.0	6.00
6.0	7.00
7.0	8.01
8.0	9.01
9.0	10.00



รูปที่ 4.10 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของสเกลคิกคาไฟฟ้าอ้างอิง LLD และ ΔE



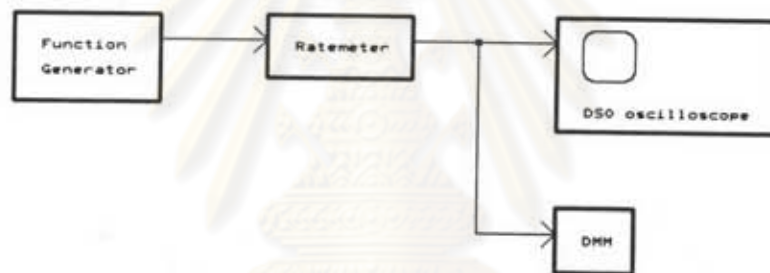
รูปที่ 4.11 สเปกตรัมของ Am-241 วิเคราะห์ด้วยวงจรวินิจฉัยพลังงานแบบช่องเดี่ยวที่พัฒนาขึ้น

4.1.3 การทดสอบวงจรเรตมิเตอร์

4.1.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดรูปสัญญาณ (function generator) ของ Hewlett Packard รุ่น 8111A
2. เครื่องอ่านรูปสัญญาณ (DSO) ของ Gould รุ่น 4094
3. วงจรเรตมิเตอร์ที่พัฒนาขึ้น
4. เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้า (digital multimeter) ของ Fluke รุ่น 8842A

4.1.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ



รูปที่ 4.12 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบเรตมิเตอร์

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบ ดังรูปที่ 4.12
2. เลือกย่านการทำงานของเรตมิเตอร์ที่ $\times 1$ (10^0)
3. ป้อนสัญญาณพัลส์จาก Function generator ให้กับวงจรเรตมิเตอร์โดยเริ่มปรับความถี่ตั้งแต่ 0 ถึง 100 เฮิรตซ์ โดยการเพิ่มความถี่ครั้งละ 10 เฮิรตซ์
4. อ่านและบันทึกค่าที่อ่านได้จาก DMM และสังเกตลักษณะของสัญญาณที่ปรากฏบนเครื่องอ่านรูปสัญญาณ
5. ทำซ้ำจากข้อ 2 ถึงข้อ 4 แต่เปลี่ยนย่านการทำงานเป็น $\times 10$ (10^1) และปรับความถี่ตั้งแต่ 100 ถึง 1 กิโลเฮิรตซ์ โดยเพิ่มความถี่ครั้งละ 100 เฮิรตซ์
6. ทำซ้ำในข้อ 5 แต่เลือกย่านการทำงาน $\times 100$ (10^2) และความถี่ 1 ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มความถี่ครั้งละ 1 กิโลเฮิรตซ์
7. ทำซ้ำในข้อ 6 แต่เลือกย่านการทำงาน $\times 1000$ (10^3) และความถี่ 10 ถึง 100 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มความถี่ครั้งละ 10 กิโลเฮิรตซ์

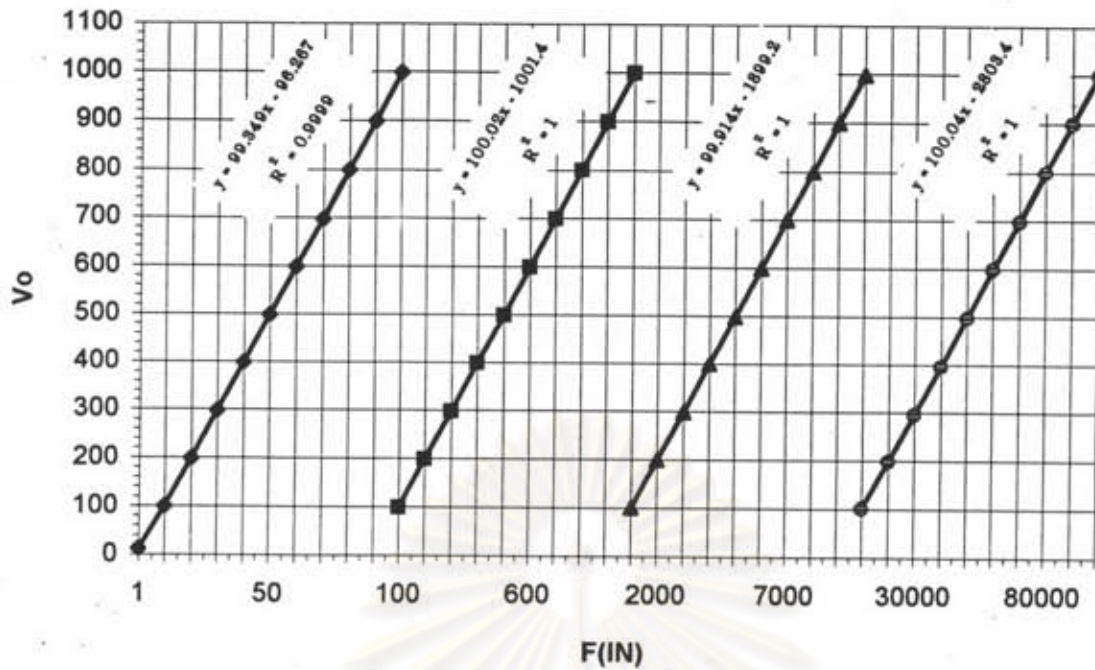
4.1.3.3 ผลการทดสอบ

1. ความเป็นเชิงเส้นของสเกลศักดาไฟฟ้าที่ได้จากทางออกของวงจร
เรตมิเตอร์กับความถี่ที่ป้อนเข้าทางด้านขาเข้าของวงจรแต่ละย่านการทำงาน ได้ผลตามตารางที่ 4.7
และเส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นแสดงดังรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.7 ผลทดสอบความเป็นเชิงเส้นของเรตมิเตอร์

RANGE x 1		RANGE x 10		RANGE x 100		RANGE x 1000	
F(in)Hz	Vo (mV)	F(in)Hz	Vo (mV)	F(in)kHz	Vo (mV)	F(in)kHz	Vo(mV)
10	100.4	100	99.0	1	99.6	10	100.5
20	198.2	200	198.6	2	198.8	20	198.0
30	298.5	300	298.5	3	298.6	30	296.0
40	398.6	400	399.0	4	399.0	40	497.0
50	499.0	500	498.7	5	498.0	50	598.0
60	598.0	600	599.0	6	599.0	60	697.6
70	697.0	700	698.6	7	698.9	70	799.0
80	799.0	800	799.0	8	798.0	80	898.6
90	898.8	900	898.9	9	898.9	90	983.0
100	998.9	1000	998.0	10	998.0	100	998.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

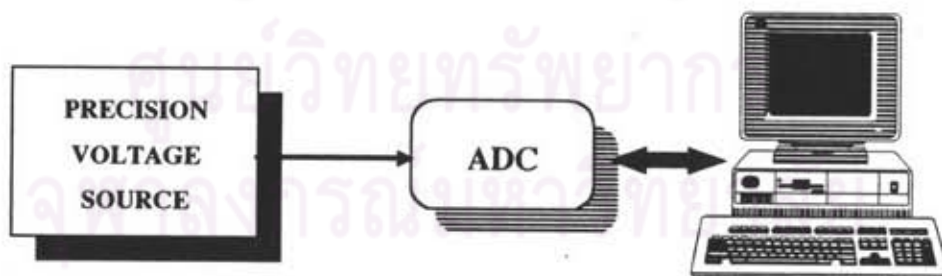


รูปที่ 4.13 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของเรตมิเตอร์

4.2 การทดสอบวงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลข (ADC)

4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าปรับค่าได้ความเที่ยงตรงสูง
2. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับถ่ายโอนข้อมูล
3. วงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลขที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 4.14 แผนภาพการจับอุปกรณ์ทดสอบวงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลข

4.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

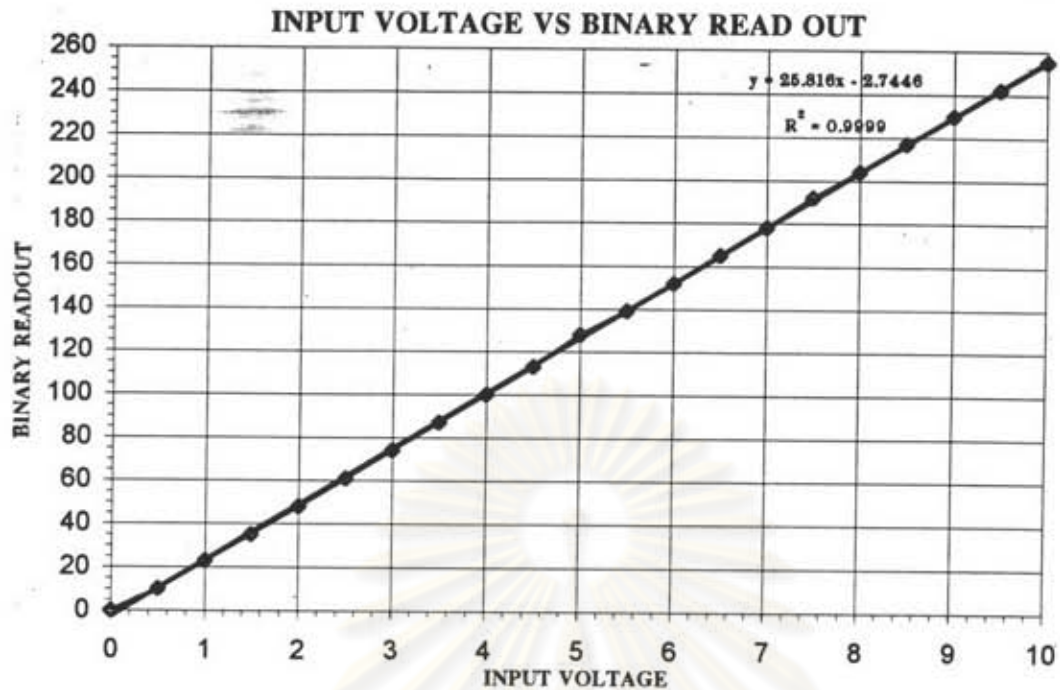
1. จัดอุปกรณ์ทดลองดังแผนภาพรูปที่ 4.14
2. โหลดโปรแกรมสำหรับถ่ายโอนข้อมูลให้ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมรับข้อมูลเชิงตัวเลขจากวงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลข จากนั้นแปรเปลี่ยนศักดาไฟฟ้าทางเข้าและบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลขจากไมโครคอมพิวเตอร์ดังในตารางที่ 4.8

4.2.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความเป็นเชิงเส้นของวงจรแปลงสัญญาณเชิงตัวเลขเป็นไปตามตารางที่ 4.8 และเส้นกราฟความสัมพันธ์ของศักดาไฟฟ้าทางเข้า และข้อมูลเชิงตัวเลขในรูปที่ 4.15 มีค่าสหสัมพันธ์ความเป็นเชิงเส้นเท่ากับ 0.9999

ตารางที่ 4.8 ผลทดสอบการแปลงสัญญาณเชิงตัวเลขของวงจร ADC

ศักดาไฟฟ้า (V)	ค่าที่แปลงได้
0.00	0
1.00	23
2.00	48
3.00	74
4.00	100
5.00	128
6.00	152
7.00	178
8.00	204
9.00	230
10.00	255

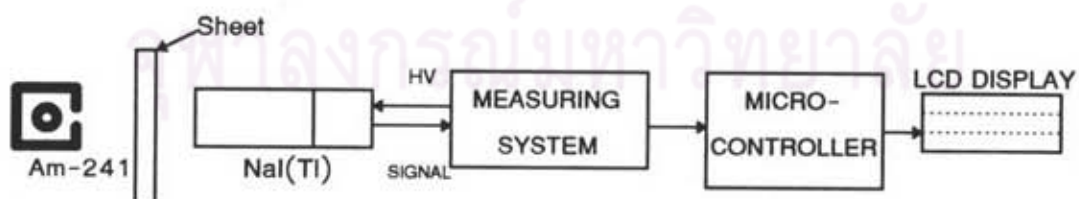


รูปที่ 4.15 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของการแปลงสัญญาณเชิงตัวเลขของวงจร ADC

4.3 การทดลองระบบประมวลผลข้อมูลความหนาของแผ่นโลหะ

4.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ต้นกำเนิดรังสี Am-241 ความแรง 3.7×10^9 เบคเคอเรล
2. หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทึลเลียม) ขนาด 1"x 1"
3. ระบบวัดรังสีที่พัฒนาขึ้น
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 4.16 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการประมวลผลข้อมูลความหนา

4.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

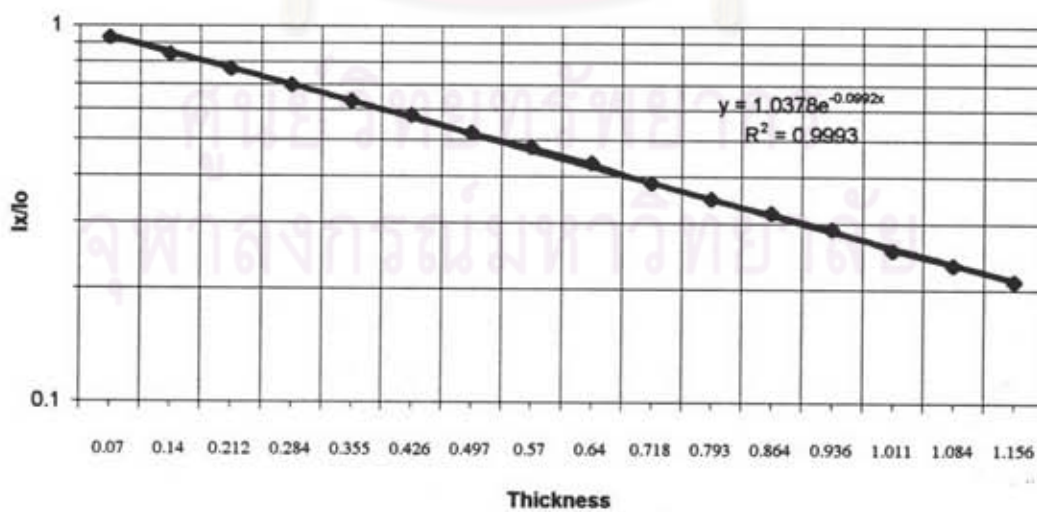
1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังในแผนภาพรูปที่ 4.16
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตกตาสสูง ณ จุดทำงาน (900 โวลต์) พร้อมทั้งตั้งช่องวิเคราะห์พลังงานของวงจรวเคราะห์พลังงานแบบช่องเดียวให้วิเคราะห์พลังงานเฉพาะ 60 keV ของธาตุ Am-241
3. วัดปริมาณความเข้มรังสีขณะไม่มีแผ่นทองเหลือง (I_0) จากเรตมิเตอร์ ผ่านการอ่านข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ค่า ≈ 54117 cps
4. แปรเปลี่ยนความหนาของแผ่นทองเหลืองขนาดต่างๆ และวัดปริมาณรังสีส่งผ่านของแผ่นทองเหลืองที่ความหนาต่างๆ (I_x) ได้ผลการวัดดังตารางที่ 4.9
5. ทดสอบการวัดความหนาของแผ่นทองเหลืองซึ่งผ่านการรีดจากเครื่องรีดโลหะที่ความหนาต่างๆ โดยป้อนค่า μ ของแผ่นโลหะ และประมวลค่าวัดความหนาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เปรียบเทียบกับค่าวัดด้วยไมโครมิเตอร์ บันทึกผลในตารางที่ 4.10
6. ทดสอบความสามารถในการแจกแจงความหนาที่เพิ่มขึ้น และลดลง ± 0.01 มิลลิเมตร โดยวัดความหนาของแผ่นฐานที่ 0.25 และ 0.49 มิลลิเมตร ตามลำดับ บันทึกผลในตารางที่ 4.11

4.3.3 ผลการทดสอบ

1. ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นทองเหลืองและปริมาณความเข้มรังสีส่งผ่านได้ผลตามตารางที่ 4.9 และเส้นกราฟความสัมพันธ์ของความหนาและ I_x/I_0 ดังรูปที่ 4.17 มีค่าสหสัมพันธ์เชิงเส้น 0.9993
2. ผลทดสอบการวัดความหนาของแผ่นทองเหลืองขนาดความหนาต่างๆ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของความหนาเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องวัดที่พัฒนาขึ้นและไมโครมิเตอร์ให้ผลแตกต่างกันน้อยกว่า ± 0.006 มิลลิเมตร
3. ผลทดสอบความสามารถในการแจกแจงความหนาที่เพิ่มขึ้นและลดลง ± 0.01 มิลลิเมตร ของฐานความหนาของแผ่นทองเหลือง 0.25 และ 0.49 มิลลิเมตร แสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าสามารถแจกแจงได้ 0.01 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.9 ผลทดสอบการวัดความหนาและปริมาณความเข้มรังสี

ความหนาแผ่นโลหะ mm	I_x/I_0 (cps)
0.07	0.9275
0.14	0.8406
0.212	0.7681
0.284	0.6956
0.355	0.6304
0.426	0.5797
0.497	0.5217
0.570	0.4783
0.640	0.4348
0.718	0.3840
0.793	0.3478
0.864	0.3188
0.936	0.2898
1.011	0.2536
1.084	0.2318
1.156	0.2101

รูปที่ 4.17 เส้นกราฟความสัมพันธ์ของค่าความหนาแผ่นทองเหลือง
และความเข้มรังสีจากเรตมิเตอร์

ตารางที่ 4.10 ผลทดสอบการวัดความหนาแผ่นทองเหลืองที่ความหนาต่างๆ

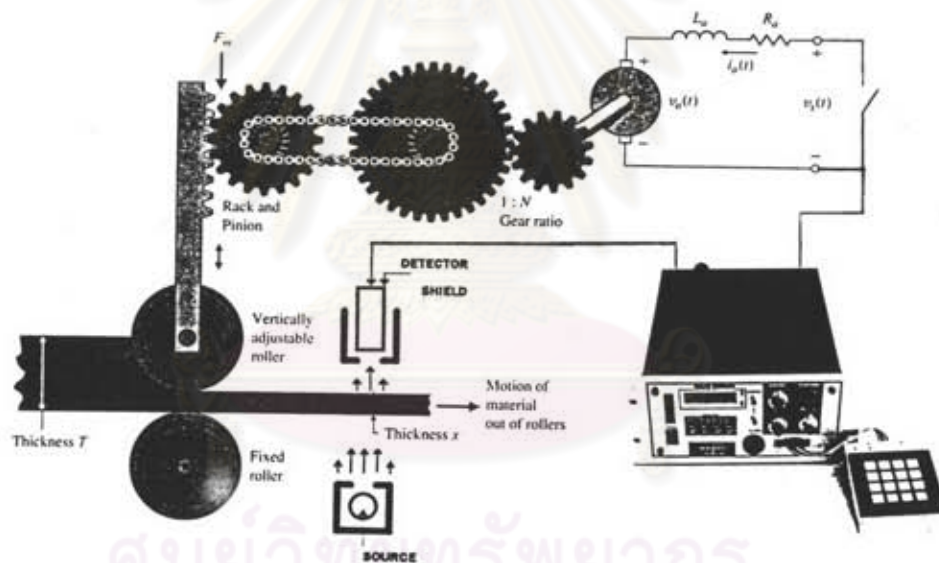
ความหนาแผ่นทองเหลือง		
วัดด้วยไมโครมิเตอร์ (mm)	วัดด้วยเครื่องวัดความ หนาที่พัฒนาขึ้น (mm)	ผลต่างความหนา(mm)
0.252	0.255	+0.003
0.264	0.256	+0.001
0.268	0.264	-0.004
0.277	0.275	+0.002
0.289	0.286	-0.003
0.296	0.295	-0.001

ตารางที่ 4.11 ผลทดสอบความสามารถในการแจกแจงความหนาของเครื่องวัด

ความหนาเดิม (mm)	ความหนาที่เพิ่มเข้ามา (mm)	ค่าที่วัดได้ (mm)
0.25	0.02	0.277
0.38	0.02	0.395
0.45	0.02	0.465
0.25	0.01	0.263
0.38	0.01	0.385
0.45	0.01	0.454

4.4 การทดสอบการควบคุมความหนาของแผ่นโลหะกับเครื่องรีดโลหะ

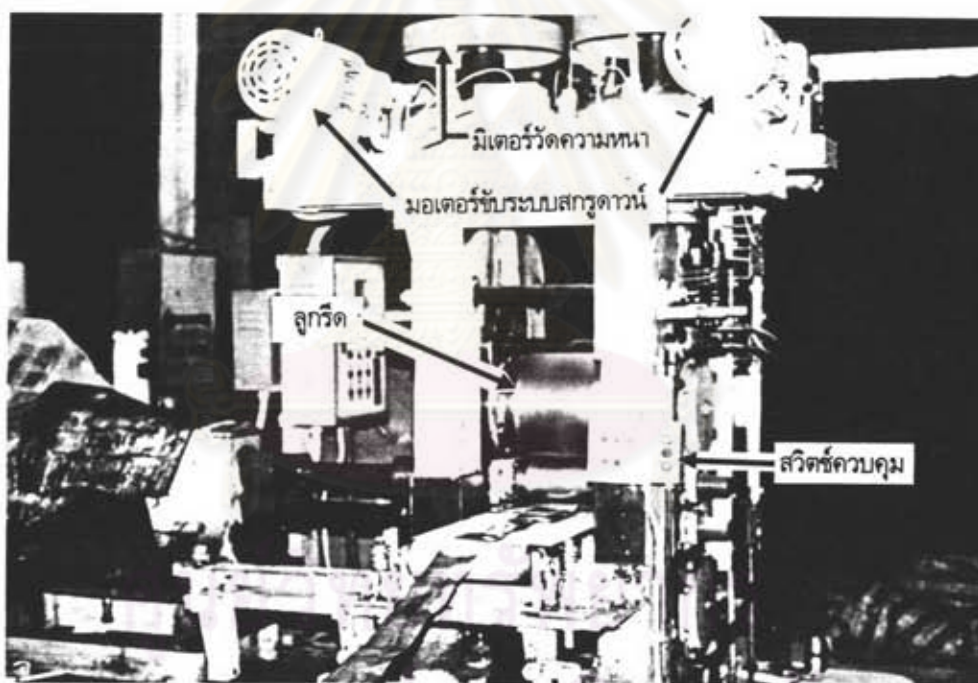
เครื่องวัดความหนาดำเนินการส่งผ่านรังสีหลังทำการทดสอบพิถีพิถันการทำงานและประกอบวงจรต่างๆ สมบูรณ์แล้ว ได้นำไปทดสอบการควบคุมความหนาของเครื่องรีดโลหะแบบรีดเย็น ซึ่งระบบสกรูตัวนำแบบมอเตอร์กำลัง โดยวัดความหนาของแผ่นโลหะทางออกด้วยระบบวัดรังสีส่งผ่าน ประมวลผลข้อมูลวัดด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นและส่งสัญญาณปรับแก้ความคลาดเคลื่อนไปควบคุมระบบสกรูตัวนำดังแผนภาพรูปที่ 4.18 และทดสอบการปรับแก้ความหนาของระบบสกรูตัวนำโดยใช้แผ่นความหนามาตรฐานเปรียบเทียบเครื่องวัดความหนา ขนาด 0.25, 0.38, 0.45 โดยปรับลูกรีดให้มีค่ามากกว่าความหนาที่ต้องการ จากนั้นเดินเครื่องรีดโลหะโดยให้เครื่องวัดและควบคุมความหนาปรับความหนาโดยอัตโนมัติ พบว่าค่าที่ได้แต่ละความหนา มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ± 0.01 มิลลิเมตร



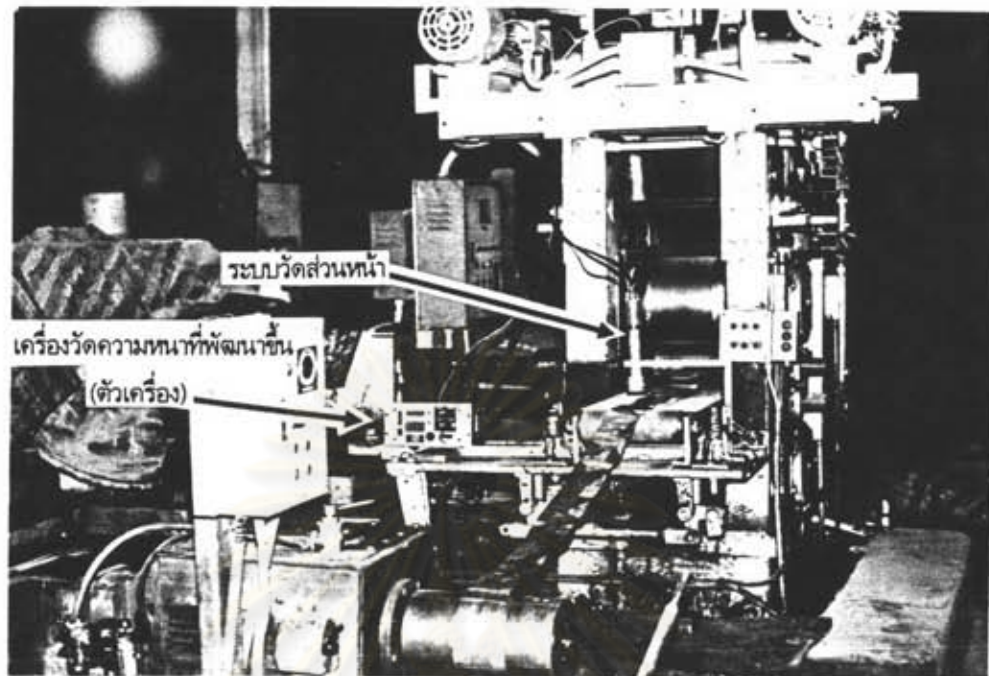
รูปที่ 4.18 แผนภาพการติดตั้งระบบควบคุมความหนาเข้ากับเครื่องรีดโลหะ

ตารางที่ 4.12 ผลการควบคุมความหนาของแผ่นโลหะ

ความหนาที่ตั้งไว้ (mm)	ความหนาของแผ่น โลหะที่ผ่านการรีด (mm)	ความคลาดเคลื่อน (mm)
0.25	0.243	0.007
0.38	0.372	0.008
0.45	0.442	0.008



รูปที่ 4.19 ภาพถ่ายเครื่องรีดโลหะแบบรีดเย็นก่อนติดตั้งระบบควบคุมความหนา



รูปที่ 4.20 ภาพถ่ายเครื่องรีดโลหะแบบรีดเย็นหลังติดตั้งระบบควบคุมความหนา



รูปที่ 4.21 แถบโลหะทองเหลืองที่รีดจากเครื่องรีดโลหะ