

บทที่ 6

การทดลองและผลการทดลอง

6.1 บทนำ

การทดลองได้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้ ส่วนของการเตรียมและปรับเทียบก่อนทำการยิงเอ็กซเรย์ ส่วนของการเอ็กซเรย์ผ่านตัวอย่างเพื่อดูสัญญาณโปรเจกชัน และความละเอียดของข้อมูล ส่วนของการนำสัญญาณโปรเจกชันที่ได้มาประมวลผลเป็นภาพตัดขวาง หรือ ภาพเอ็กซเรย์

6.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

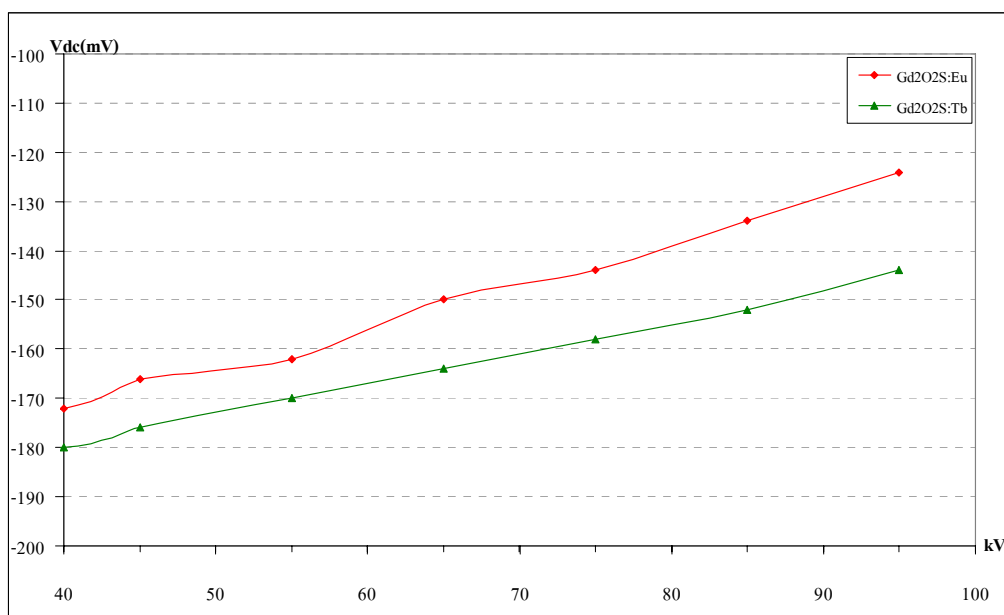
1. ออสซิลโลสโคป
2. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์
3. มัลติฟังก์ชันเพาเวอร์ซัพพลาย
4. ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
5. เครื่องคอมพิวเตอร์
6. เครื่องเอ็กซเรย์ ขนาด 100kVp 50mA (25mA, 50mA)

6.3 การทดลองและผลการทดลอง

6.3.1 ลักษณะและขนาดของสัญญาณที่ได้

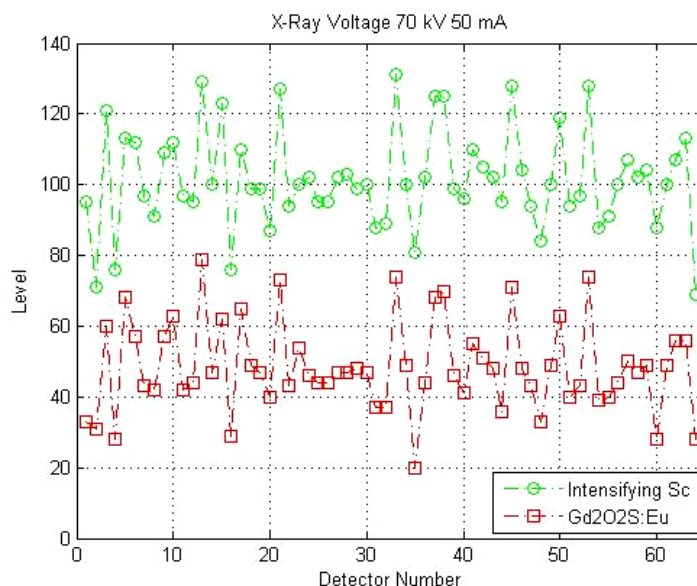
การทดลองทำโดยการนำตัวตรวจจับรังสีที่สร้างขึ้นมาทดลองรับรังสีเอ็กซ์ที่ค่าแรงดันต่างๆ เพื่อหาผลเปรียบเทียบกับขนาดของสัญญาณที่ได้รวมถึงรูปร่างของสัญญาณ สัดส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ความแตกต่างระหว่างสารเรืองแสงและฉากรับแสง ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

รูปที่ 6.1 และ 6.2 จะเป็นการคัดเลือกสารฟอสเฟอร์ที่จะนำมาใช้งานเพื่อแปลงจากเอ็กซเรย์ให้เป็นแสง และเข้าสู่โฟโตทรานซิสเตอร์ โดยสารที่ใช้ในการทดลองนั้น คือ $Gd_2O_2S:Tb$ ซึ่งให้แสงสีเขียว, $Gd_2O_2S:Eu$ ซึ่งให้แสงสีแดง ทำการทดลองโดยผสมสารฟอสเฟอร์แต่ละชนิดกับน้ำและกาวน้ำ จากนั้นจึงป้ายลงบนแผ่นอะคริลิก รอจนแห้งและนำไปวางบนพื้นที่รับแสงของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ใช้นั้น เป็นของ OSRAM รุ่น SFH 305-2 ซึ่งจากราฟคุณสมบัติการตอบสนองการทำงานนั้น พบว่า โฟโตทรานซิสเตอร์จะทำงานได้ดีที่สุดที่ ความยาวคลื่น 850 nm. ซึ่งเป็นย่านของแสงสีแดง ดังที่กล่าวมาในบทที่ 5



รูปที่ 6.1 แสดงระดับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าต่างๆของสารเอ็กซ์เรย์ทั้ง 2 ชนิด

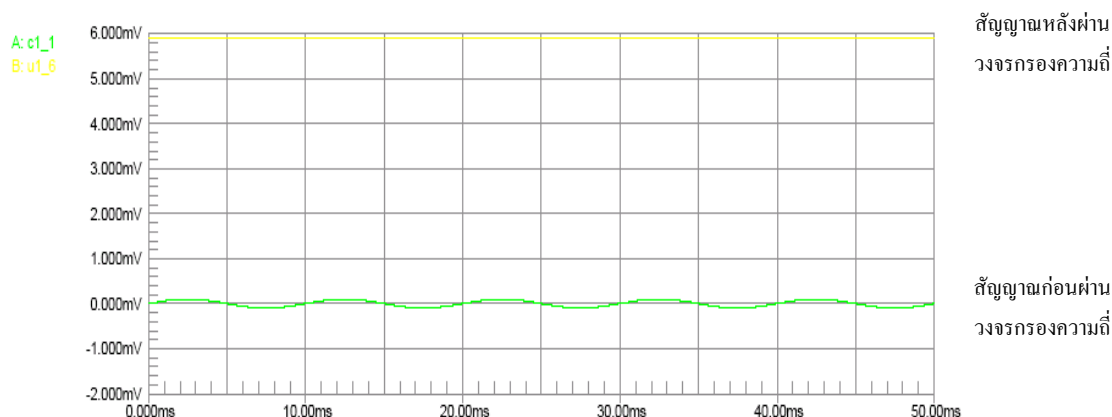
รูปที่ 6.1 จะเห็นได้ชัดว่าระดับของสัญญาณที่ได้จากสารฟอสเฟอร์สีแดงจะสูงกว่าสารฟอสเฟอร์สีเขียว แต่ความเป็นเชิงเส้นนั้น สารฟอสเฟอร์สีเขียวจะดีกว่า ทั้งนี้อาจมีผลกระทบจากขั้นตอนการผสม การเคลือบสาร และความละเอียดของเม็ดสาร



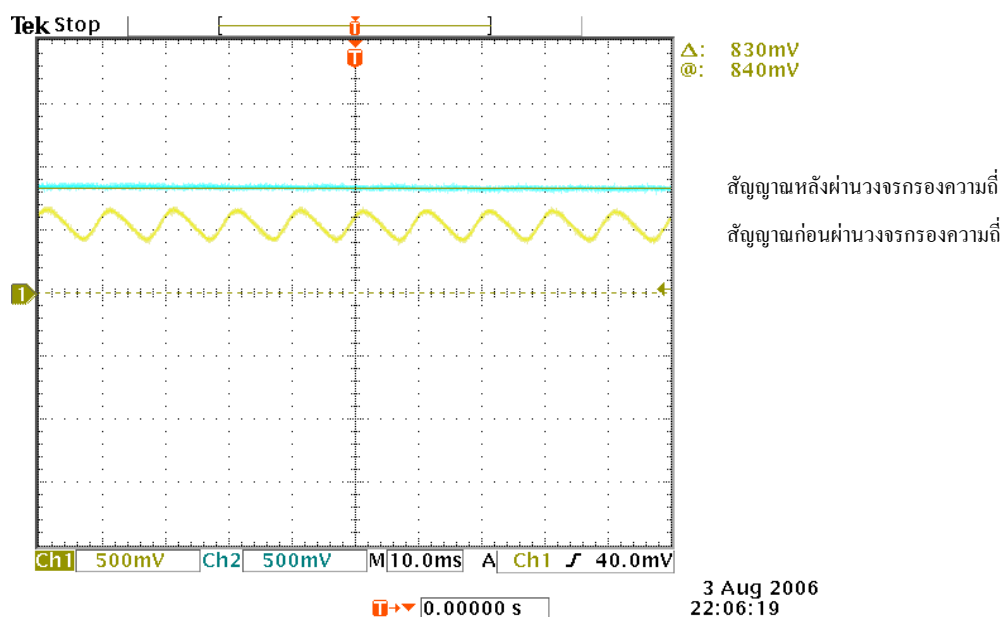
รูปที่ 6.2 แสดงสัญญาณที่ได้ระหว่างสารเอ็กซ์เรย์และฉากเรืองแสง

รูปที่ 6.2 ได้นำเอาสารฟอสเฟอร์สีแดง มาเทียบกับการใช้ฉากเรืองแสงสีเขียว พบว่า ฉากเรืองแสงสีเขียวนั้นจะให้ระดับพลังงานที่สูงกว่าสารฟอสเฟอร์สีแดงมากอย่างเห็นได้ชัด

ดังนั้นในขั้นต้นจึงสามารถสรุปวัตถุที่จะนำมาแปลงเอ็กซ์เรย์ให้เป็นแสงได้โดยเลือกใช้ฉากเรืองแสงเป็นตัวแปลงจากเอ็กซ์เรย์ให้เป็นแสงเข้าสู่โฟโตทรานซิสเตอร์ต่อไป

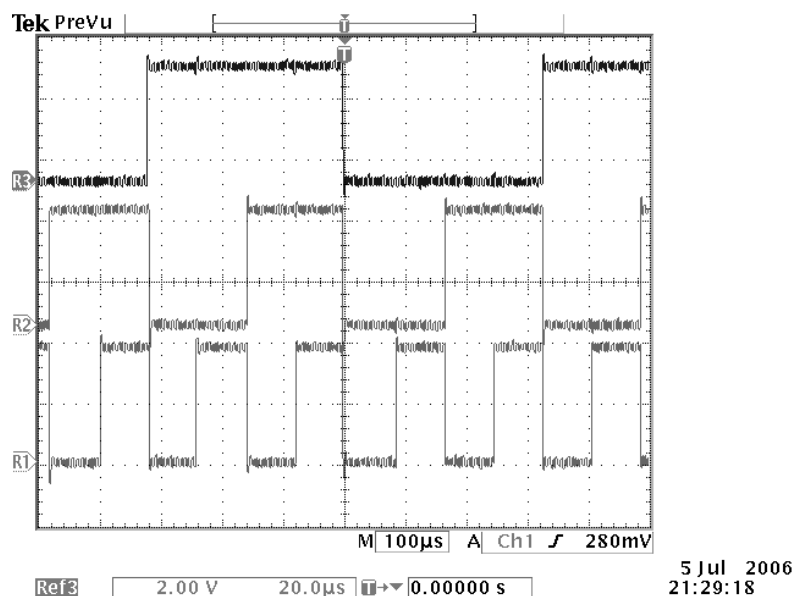


รูปที่ 6.3 แสดงสัญญาณไฟฟ้าที่ก่อนและหลังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ซึ่งได้จากการจำลองโดยใช้โปรแกรม PCB Wizard



รูปที่ 6.4 แสดงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ก่อนและหลังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เมื่อได้วงจรและอุปกรณ์สำหรับตรวจจับเอ็กซ์เรย์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาผลการทดลอง โดยเบื้องต้นนั้นได้ทำการจำลองผลของสัญญาณไฟฟ้าของวงจรที่ออกแบบที่ผ่านส่วนกรองความถี่ต่ำผ่านแล้ว โดยใช้โปรแกรม PCB Wizard ได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 6.3 และเมื่อทำการวัดจริงก็ได้รับสัญญาณในลักษณะเดียวกัน ดังรูปที่ 6.4 ซึ่งแสดงให้เห็นในเบื้องต้นว่า วงจรสามารถใช้งานได้จริง



รูปที่ 6.5 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลเข้าสู่หน่วยประมวลผลกลาง

รูปที่ 6.5 แสดงสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลจากชุดหัววัดเอ็กซ์เรย์เข้าสู่หน่วยประมวลผลกลาง สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในขั้นแรกนี้จะมี 3 สัญญาณ เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลของ MUX CD4051 ซึ่งเป็นแบบ เข้า 8 ออก 1

รูปที่ 6.6 นั้นเป็นการวัดขนาดสัญญาณจริงที่ได้จากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน โดยทำการวัดเป็นหน่วยแรงดันไฟฟ้า RMS

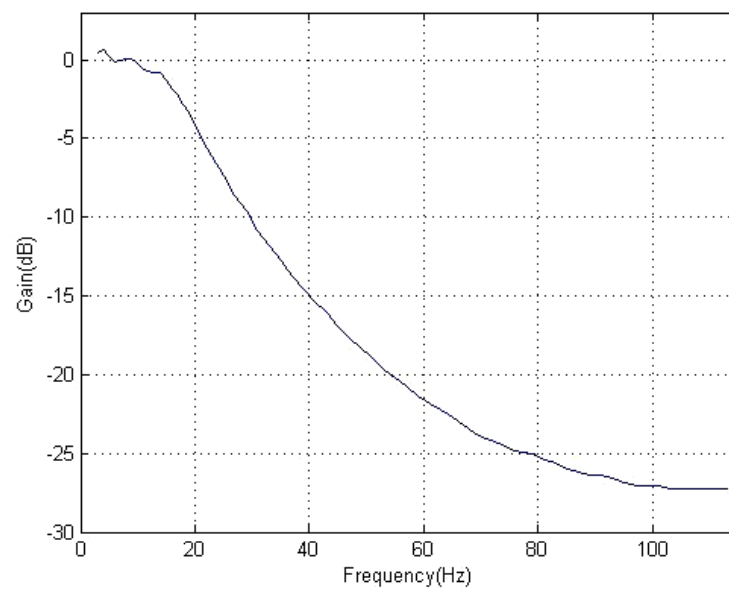
ค่าต่างๆที่วัดได้ มีค่าตามตารางที่ 6.1

แรงดันไฟฟ้าอินพุต = 8.78 V_{rms} โดยทำการวัดจากแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์เข้าสู่วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ตั้งความถี่เริ่มต้นไว้ที่ 113 Hz จากนั้นค่อยๆลดค่าความถี่ลงทีละน้อย พร้อมกันวัดค่าแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตที่ได้จากความถี่นั้นๆ นำมาคำนวณอัตราการขยายจากสมการ

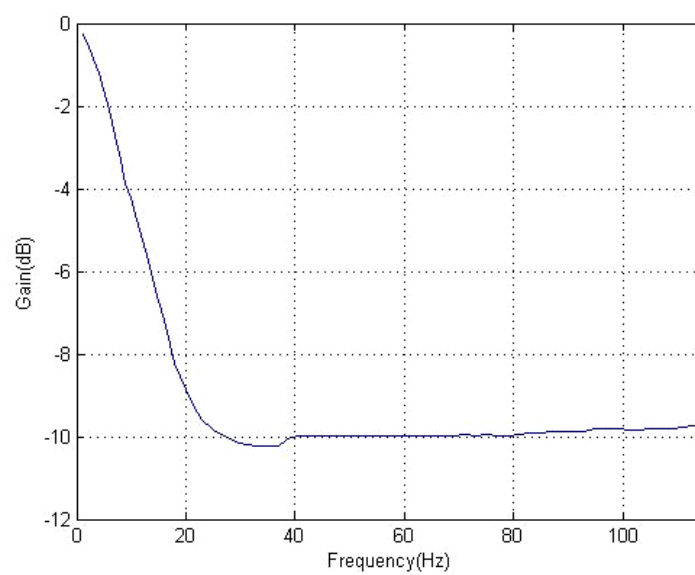
$$Gain(dB) = 20 \log \left(\frac{V_{out}}{V_{in}} \right)$$

จากรูปที่ 6.6 (a) จะเห็นได้ว่า ความถี่คัทออฟ ที่ได้จากการวัดจริงจะมีค่าประมาณ 18 Hz ซึ่งคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้ คือที่ 14 Hz

จากรูปที่ 6.6 (b) จะเห็นว่าเมื่อผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับที่ 3 ความชันของกราฟสัญญาณจะมีความชันมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด



(a)



(b)

รูปที่ 6.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และอัตราขยายของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

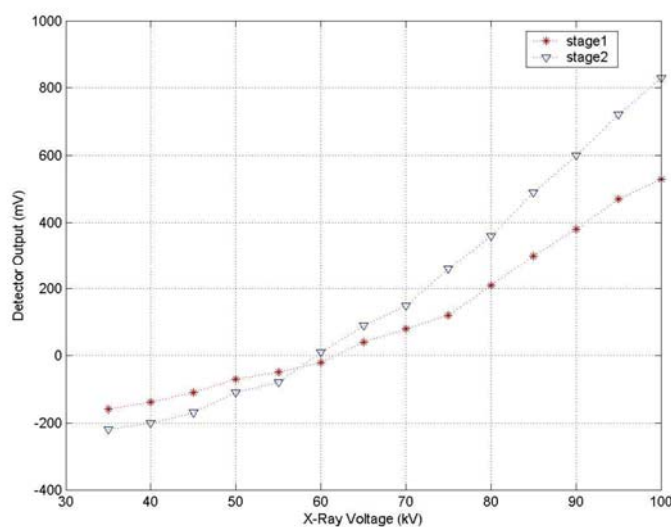
(a) เมื่อผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับที่ 2

(b) เมื่อผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านลำดับที่ 3

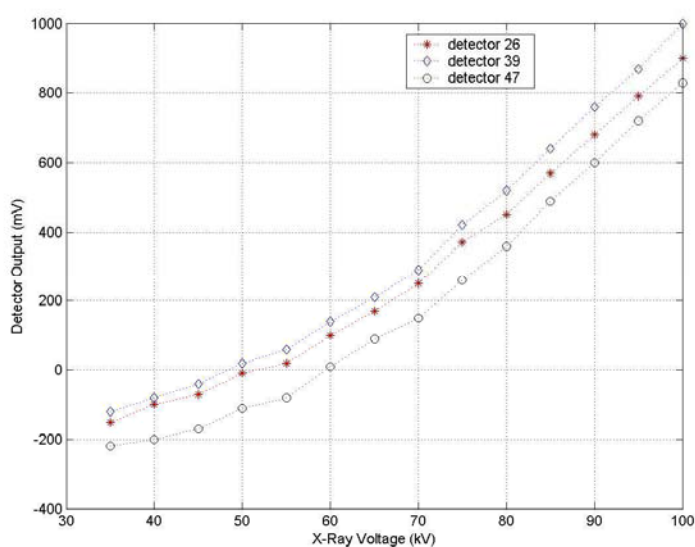
ตารางที่ 6.1 ความถี่ที่ใช้งานและแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

Frequency (Hz)	Vout (Vrms)	Gain (dB)	Frequency (Hz)	Vout (Vrms)	Gain (dB)
113	0.38	-27.2742	49	1.07	-18.2822
111	0.38	-27.2742	47	1.15	-17.6559
109	0.38	-27.2742	45	1.25	-16.9317
107	0.38	-27.2742	43	1.38	-16.0723
105	0.38	-27.2742	41	1.5	-15.3481
103	0.38	-27.2742	39	1.63	-14.6261
101	0.39	-27.0486	37	1.8	-13.7644
99	0.39	-27.0486	35	2.01	-12.806
97	0.39	-27.0486	33	2.26	-11.7877
95	0.4	-26.8287	31	2.53	-10.8075
93	0.41	-26.6142	29	2.9	-9.62193
91	0.42	-26.4049	27	3.24	-8.65899
89	0.42	-26.4049	25	3.75	-7.38926
87	0.43	-26.2005	23	4.33	-6.14013
85	0.44	-26.0008	21	4.98	-4.9253
83	0.46	-25.6147	19	5.99	-3.32135
81	0.47	-25.4279	18	6.35	-2.81442
79	0.49	-25.066	17	6.75	-2.28381
77	0.5	-24.8905	16	7.06	-1.8938
75	0.51	-24.7185	15	7.6	-1.25362
73	0.53	-24.3844	14	7.96	-0.85163
71	0.55	-24.0626	13	8.03	-0.77558
69	0.57	-23.7524	12.7	8.02	-0.7864
67	0.61	-23.1633	11	8.15	-0.64674
65	0.64	-22.7463	10	8.54	-0.24073
63	0.68	-22.2197	9	8.84	0.059155
61	0.71	-21.8447	8	8.82	0.039481
59	0.75	-21.3687	7	8.72	-0.05956
57	0.8	-20.8081	6	8.6	-0.17992
55	0.86	-20.1799	5	9.07	0.282255
53	0.91	-19.6891	4	9.45	0.638746
51	0.99	-18.9572	3	9.22	0.424728

6.3.2 การวัดคุณสมบัติความเป็นเชิงเส้น (Linearity)



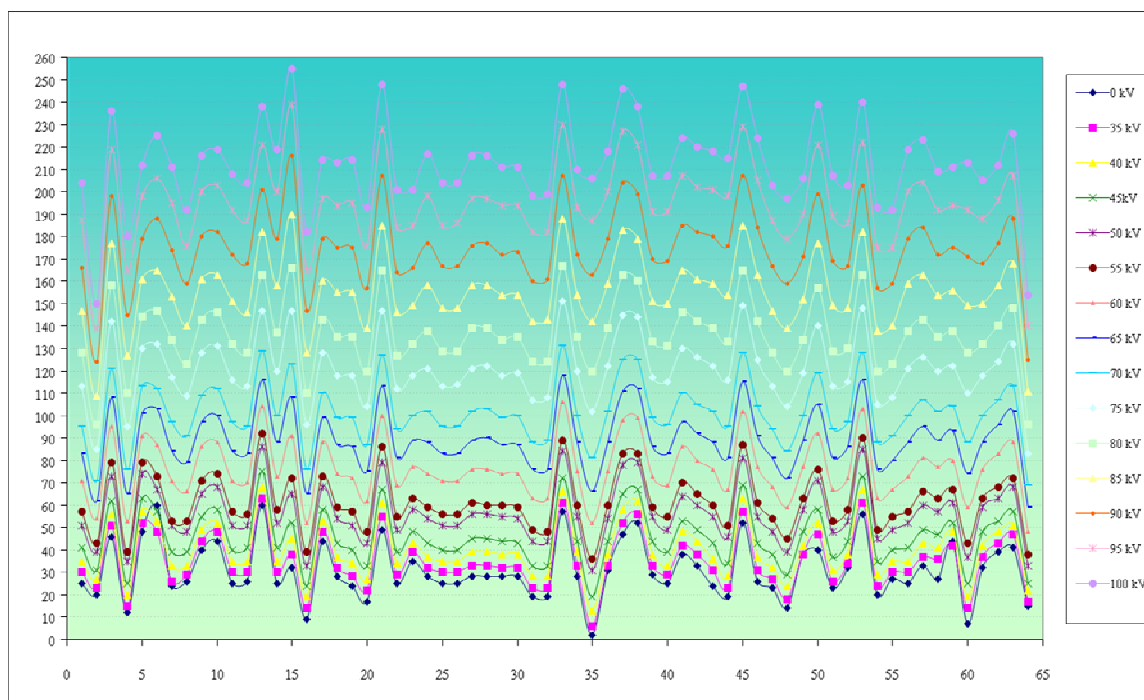
รูปที่ 6.7 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าอินพุตและเอาต์พุต
เมื่อผ่านวงจรรองความถี่ต่ำผ่านของหัววัดเอ็กซ์เรย์ตัวที่ 47



รูปที่ 6.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต
เมื่อผ่านวงจรรองความถี่ต่ำผ่านของหัววัดเอ็กซ์เรย์ตัวที่ 26, 39 และ 47

เมื่อวงจรสามารถใช้งานได้ตรงตามที่ออกแบบไว้ ขั้นตอนต่อไปจึงเป็นการพิจารณาคุณสมบัติของหัววัดเอ็กซ์เรย์ว่ามีลักษณะอย่างไร โดยรูปที่ 6.7 นั้น เป็นการทดสอบคุณลักษณะความเป็นเชิงเส้น และขนาดของสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ก่อนและหลังผ่านส่วนกรองความถี่ต่ำผ่าน ซึ่งจากรูป

พบว่าเมื่อผ่านส่วนกรองความถี่ต่ำผ่านแล้วนั้นสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะยกระดับแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นกว่าเดิมตั้งแต่ 60 kVp เป็นต้นไป และจะมีความเป็นเชิงเส้น ตั้งแต่ 70kVp เป็นต้นไป และเมื่อพิจารณาห้วงวัดต่างๆพบว่า ลักษณะของสัญญาณที่ได้นั้นล้วนแต่เป็นในลักษณะเดียวกัน แต่มีระดับสัญญาณที่แตกต่างกัน ตามแต่คุณสมบัติของโฟลด์ทรานซิสเตอร์ตัวนั้นๆ จึงเป็นที่น่าพอใจเพราะการแก้ไขระดับสัญญาณที่แตกต่างกันแต่มีลักษณะเดียวกันนั้นสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรมช่วยในการปรับระดับ



รูปที่ 6.9 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของระดับแรงดันไฟฟ้าของตัวตรวจจับเอ็กซเรย์
เมื่อทำการยิงเอ็กซเรย์ที่ค่าแตกต่างกันตั้งแต่ 35kV จนถึง 100 kV

สำหรับรูปที่ 6.9 นั้นจะเป็นการวัดห้วงวัดจำนวน 64 ตัว โดยแกน X คือจำนวนของตัวตรวจจับเอ็กซเรย์ แกน Y คือ ระดับพลังงานที่วัดได้ ซึ่งพบว่า ลักษณะที่ได้ยังคงเหมือนรูปที่ 6.7 และ 6.8 นั่นคือ จะมีความเป็นเชิงเส้นตั้งแต่การยิงเอ็กซเรย์ที่ 70 kVp เป็นต้นไป สังเกตได้จากระยะห่างของระดับสัญญาณ ดังนั้นการใช้งาน เราจะต้องเลือกยิงเอ็กซเรย์ที่ 70 – 100 kVp

6.3.3 การเปรียบเทียบสัญญาณก่อนทำการทดลอง

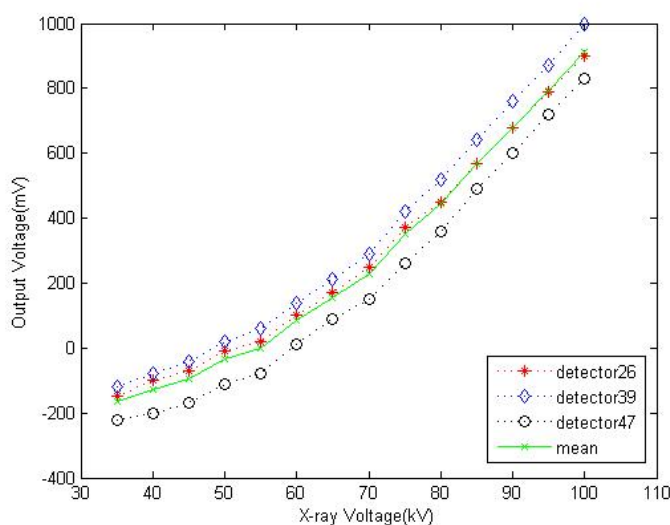
การเปรียบเทียบสัญญาณก่อนทำการทดลองนั้น จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบ 2 ลักษณะ คือ

1. การเปรียบเทียบระดับสัญญาณเริ่มต้น (Offset Calibration)
2. การเทียบอัตราขยาย (Gain Calibration)

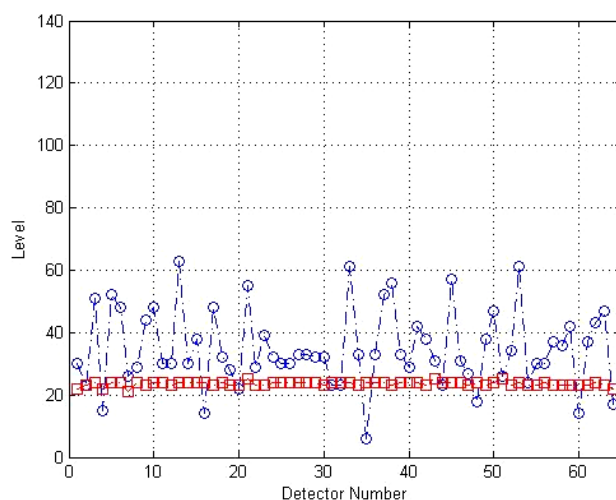
6.3.3.1 การปรับเทียบระดับสัญญาณเริ่มต้น

เนื่องจากระดับสัญญาณไฟฟ้าเริ่มต้นของตัวหัววัดแต่ละตัวนั้นมีค่าที่ไม่เท่ากัน จึงต้องทำการปรับเข้าสู่ค่ากลางค่าหนึ่ง ในที่นี้จะกำหนดให้เป็นค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าทั้งหมด โดยระดับสัญญาณที่สูงกว่าระดับสัญญาณเฉลี่ยจะถูกปรับลดค่าลงเข้าสู่ระดับสัญญาณเฉลี่ย และสัญญาณที่ต่ำกว่าระดับสัญญาณเฉลี่ยก็จะถูกเพิ่มค่าขึ้น ดังรูปที่ 6.10 ซึ่งการปรับเทียบระดับสัญญาณเริ่มต้นนี้จะมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้ ตามรูปที่ 6.12 – 6.13

1. ทำการเก็บค่าสัญญาณเริ่มต้นในขณะที่ยังไม่มีเอ็กซเรย์ ดังรูปที่ 6.11
2. ปรับระดับสัญญาณทั้งหมดลงสู่ระดับที่เราต้องการ ดังรูปที่ 6.12 ซึ่งเรียกว่าการปรับ Offset

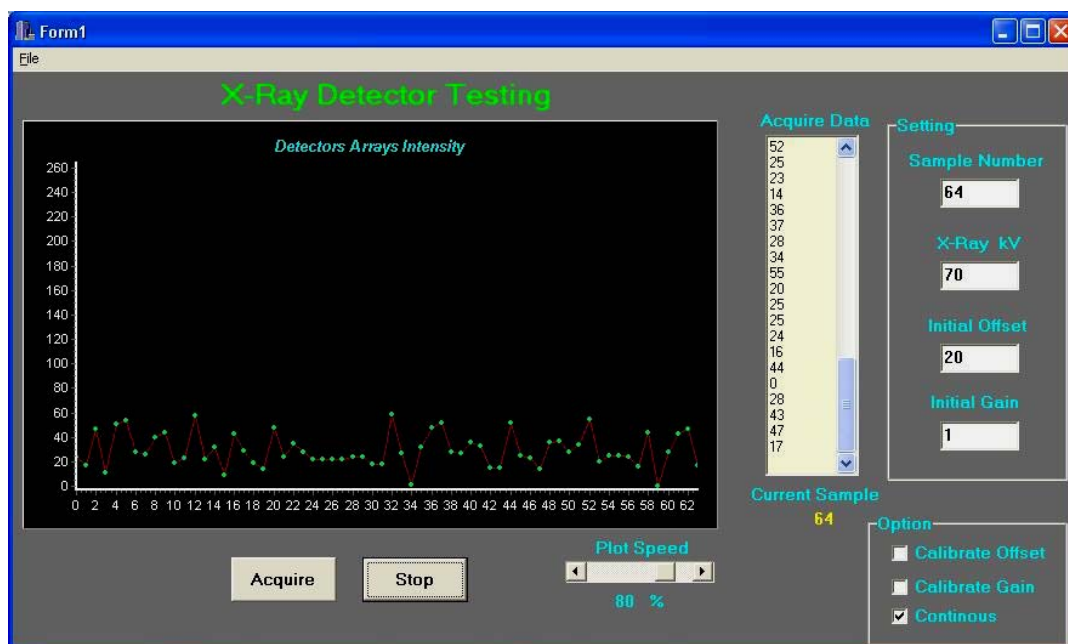


รูปที่ 6.10 แสดงสัญญาณไฟฟ้าเมื่อผ่านการปรับเทียบแล้ว ซึ่งจะถูกนำไปใช้งาน (เส้นสีเขียว)

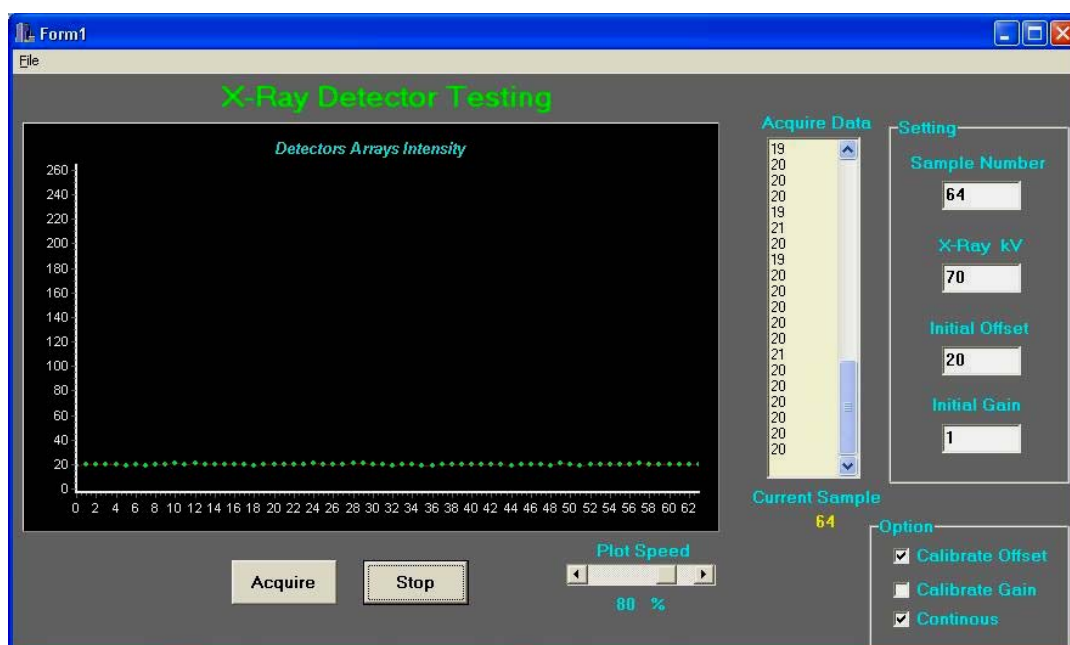


รูปที่ 6.11 แสดงสัญญาณไฟฟ้าก่อนและหลังผ่านการปรับเทียบแล้ว

สีน้ำเงินคือสัญญาณก่อนการปรับเทียบ สีแดงคือสัญญาณหลังการปรับเทียบ



รูปที่ 6.12 แสดงสัญญาณไฟฟ้าก่อนการปรับเทียบ

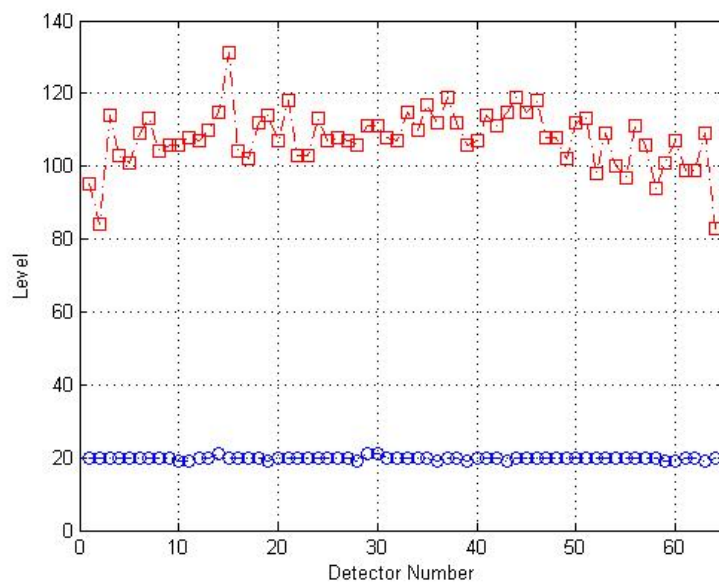


รูปที่ 6.13 แสดงสัญญาณไฟฟ้าหลังการปรับเทียบระดับแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้น

6.3.3.1 การปรับเทียบอัตราขยายสัญญาณ

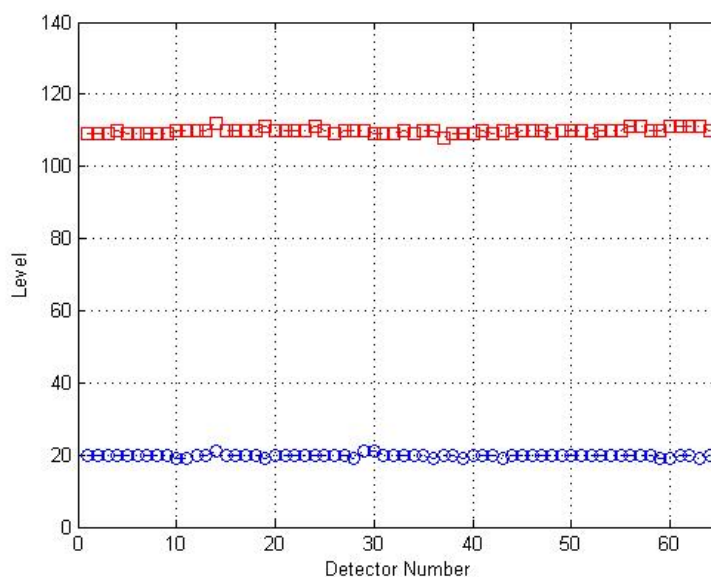
เมื่อได้ระดับสัญญาณเริ่มต้นที่เท่ากันทุกตัวแล้ว ลำดับต่อมาคือการปรับอัตราขยายสัญญาณของหัววัดแต่ละตัวให้มีขนาดที่เท่ากัน เมื่อขยายที่แรงดันเดียวกัน โดยอัตราขยายนี้จะเป็นการคูณจากระดับสัญญาณเริ่มต้นไปสู่ระดับสัญญาณที่กำหนด ในที่นี้คือระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการเอ็กซ์เรย์นั่นเอง การปรับเทียบอัตราขยายสัญญาณสามารถทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำการฉายเอ็กซเรย์ในระดับที่จะทำการทดลอง และบันทึกค่าที่ได้ไว้ ดังรูปที่ 6.16
2. ทำการปรับค่าอัตราขยาย โดยเมื่อมีเอ็กซเรย์เข้ามาตามค่าที่กำหนดแล้ว ระดับสัญญาณที่สูงขึ้นจะต้องอยู่ในระดับเดียวกัน ดังรูปที่ 6.17 และ 6.18 ซึ่งเรียกว่า การปรับ Gain



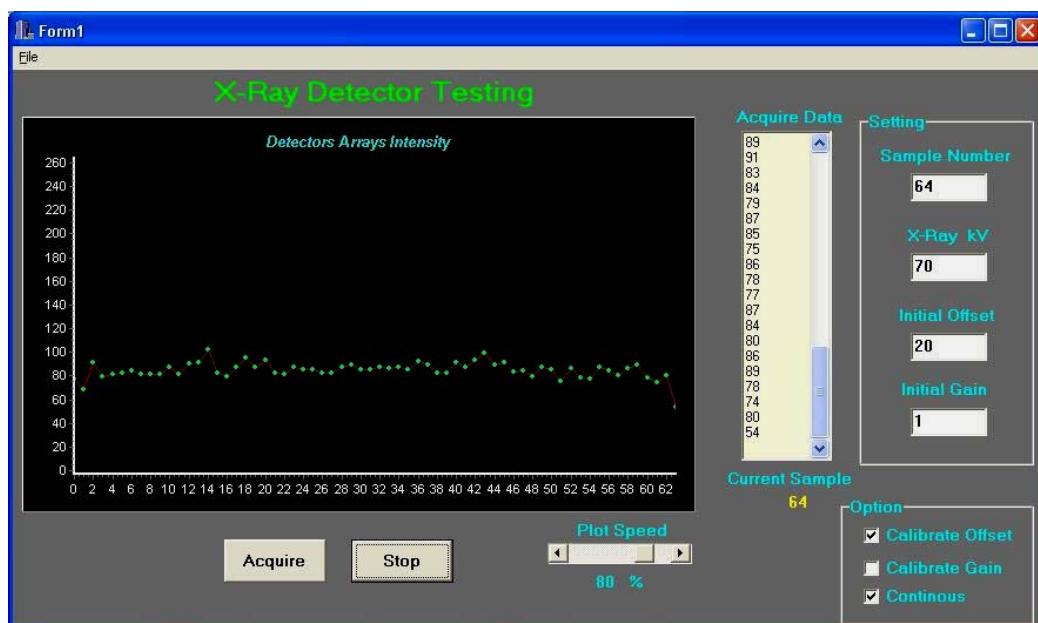
รูปที่ 6.14 แสดงสัญญาณไฟฟ้าก่อนการปรับอัตราขยาย

สีน้ำเงินคือสัญญาณก่อนการฉายเอ็กซเรย์ สีแดงคือสัญญาณเมื่อทำการฉายเอ็กซเรย์

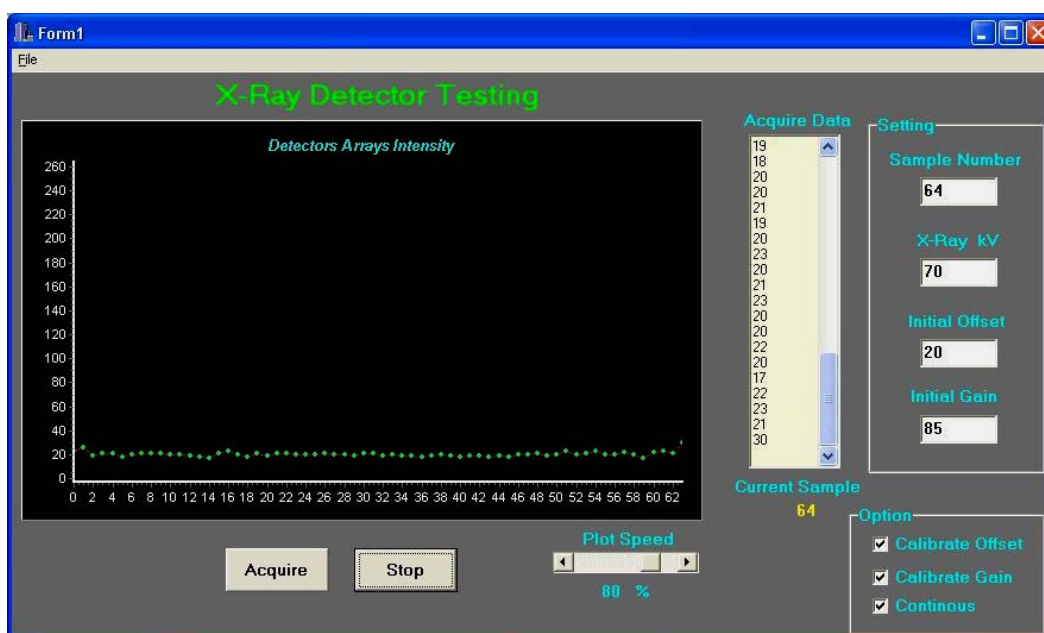


รูปที่ 6.15 แสดงสัญญาณไฟฟ้าหลังการปรับอัตราขยาย

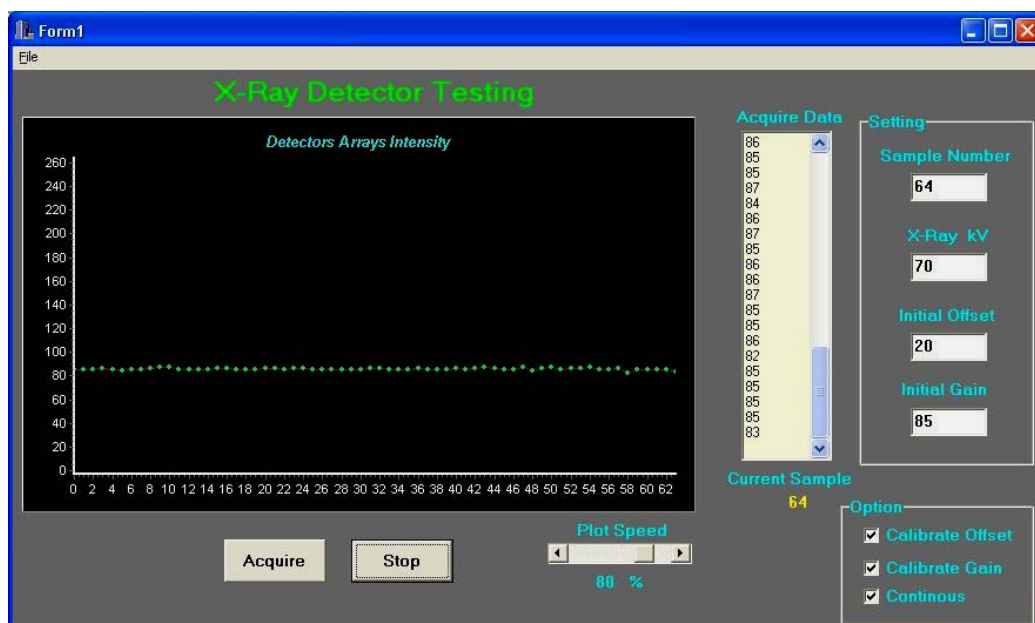
สีน้ำเงินคือสัญญาณก่อนการฉายเอ็กซเรย์ สีแดงคือสัญญาณเมื่อทำการฉายเอ็กซเรย์



รูปที่ 6.16 แสดงระดับสัญญาณก่อนปรับอัตราขยาย



รูปที่ 6.17 แสดงระดับสัญญาณที่ปรับเทียบอัตราขยายแล้ว ก่อนทำการฉายเอ็กซเรย์



รูปที่ 6.18 แสดงระดับสัญญาณที่ปรับเทียบอัตราขยายแล้ว เมื่อทำการฉายเอ็กซเรย์ที่ 70kVp

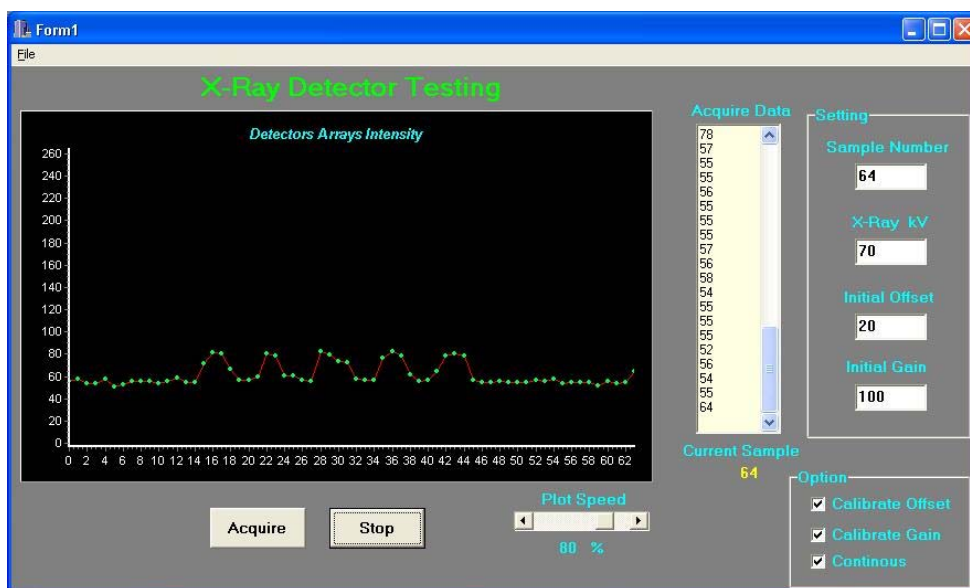
เมื่อทำการปรับระดับสัญญาณเริ่มต้น และอัตราขยายแล้ว ก็จะเข้าไปสู่การทดลองขั้นต่อไปคือ การทดลองวัดเอ็กซเรย์ที่ผ่านตัวอย่างแบบต่างๆ

6.3.4 การวัดคุณสมบัติความละเอียดของระบบ (Resolution)

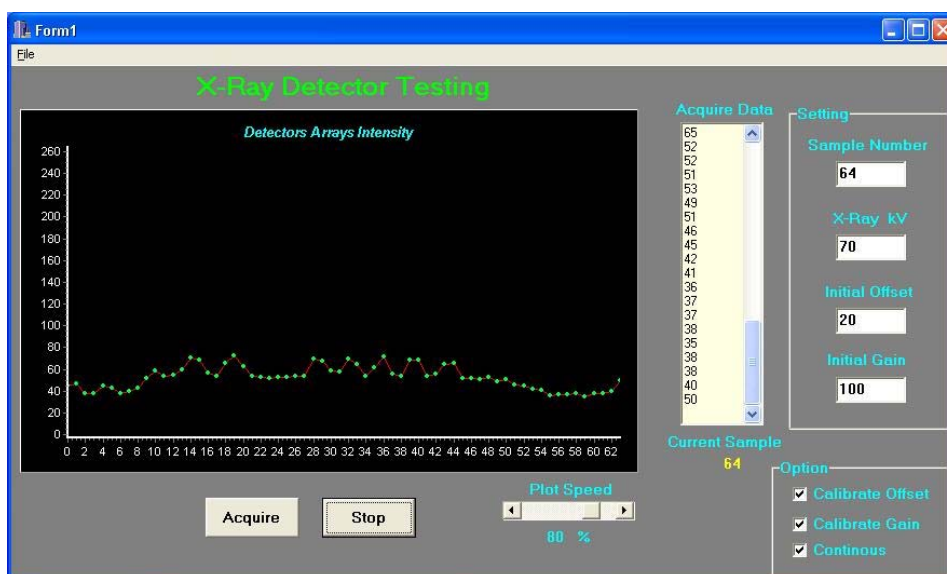
การทดลองในส่วนนี้จะเป็นการวัดคุณสมบัติความละเอียดของหน่วยตรวจจับเอ็กซเรย์ โดยวัดจากวัตถุทดสอบที่ใช้สำหรับวัดคุณสมบัติความละเอียดของ GE model 46-189480G1



รูปที่ 6.19 แสดงเฟ้นตอม 1 ทำจากพลาสติกอะคริลิก ความหนาโดยประมาณ 2 ซม.
ทำการเอ็กซเรย์ตามแนวเส้นประสีส้ม ทั้ง 2 เส้น



รูปที่ 6.20 ลักษณะของข้อมูลโปรเจกชันของหน่วยตรวจจับที่ได้จากการถ่ายเอ็กซเรย์ที่แถวบน
ความละเอียด 3 line per inch



รูปที่ 6.21 ลักษณะของข้อมูลโปรเจกชันของหน่วยตรวจจับที่ได้จากการถ่ายเอ็กซเรย์ที่แถวล่าง
ความละเอียด 5 line per inch

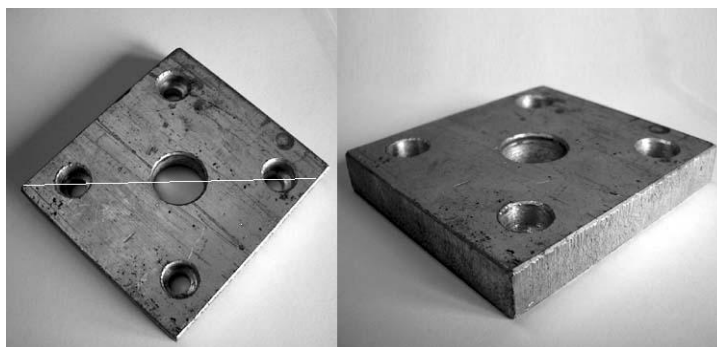
จากผลการทดลองรูปที่ 6.21 จะสามารถพิจารณาความละเอียดของระบบรับภาพเอ็กซเรย์ได้ที่ 5 line per inch นอกจากนี้สามารถพิจารณาความละเอียดได้จากระยะห่างและขนาดของหัววัดเอ็กซเรย์ดังรูปที่ 6.22 ซึ่งหัววัดเอ็กซเรย์แต่ละตัวจะมีขนาดความกว้างของพื้นที่รับแสงอยู่ที่ 1 มม. และมีระยะห่างของหัววัดเอ็กซเรย์แต่ละตัวอยู่ที่ 0.1 มม. ดังนั้นความละเอียดของระบบรับภาพเอ็กซเรย์จะอยู่ที่ประมาณ 1.1 มม.



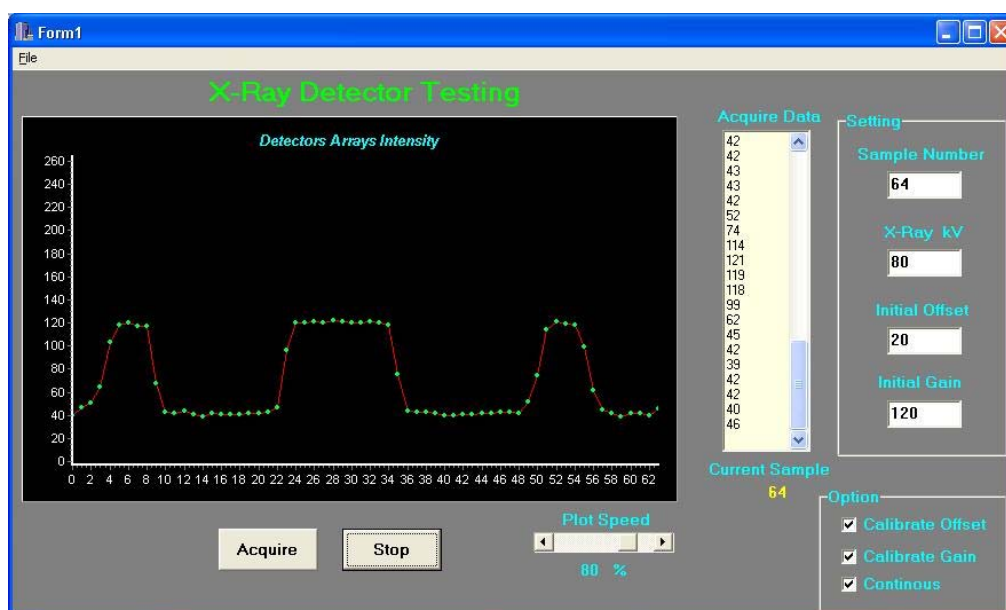
รูปที่ 6.22 ขนาดและระยะห่างของหัววัดเอ็กซเรย์แต่ละตัว

6.3.5 การทดลองวัดเอ็กซเรย์ที่ผ่านวัตถุตัวอย่างแบบต่างๆ

ในการทดลองนี้จะเป็นการฉายเอ็กซเรย์ผ่านวัตถุตัวอย่าง (Phantom) ที่ทำจากวัสดุที่ต่างชนิดและมีรูปทรงที่ต่างกันโดยผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 6.23 – 6.26



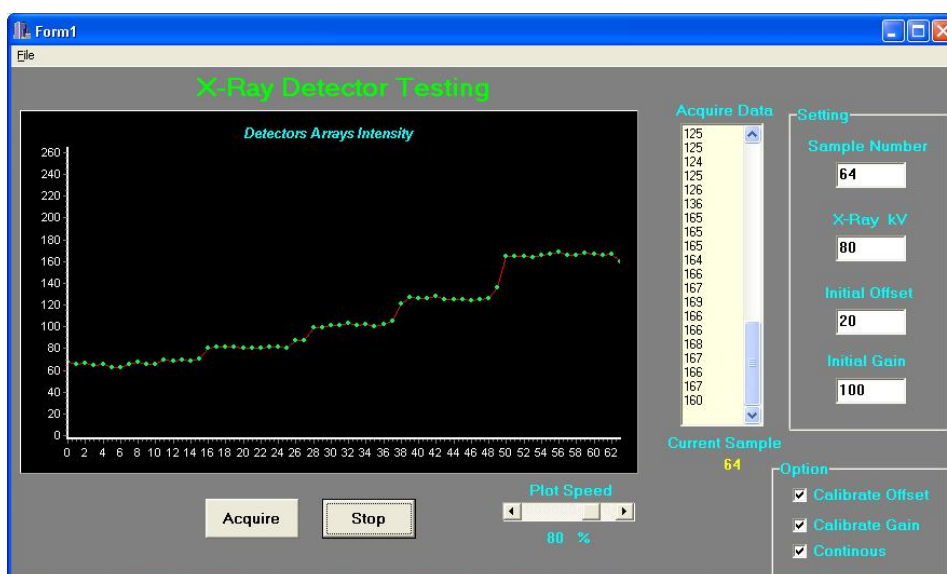
รูปที่ 6.23 แสดงเฟนทอม 2 ที่ทำจากอลูมิเนียมมีขนาด กว้าง 7.2 ซม. ยาว 7.9 ซม.หนา 1.2 ซม. เส้นทแยงมุมตามแนวเส้นขาวยาว 10.6 ซม. โดยที่การวางหน่วยตรวจจับจะวางตามแนวเส้นขาว



รูปที่ 6.24 ลักษณะของข้อมูลโปรเจ็กชันของหน่วยตรวจจับที่ได้จากการถ่ายเอ็กซเรย์เฟนทอม 2



รูปที่ 6.25 แสดงเฟนตอม 3 ทำจากแผ่นอลูมิเนียมมาซ้อนกันเป็นรูปขั้นบันได โดยความหนาของแผ่นอลูมิเนียม 1 มม. จำนวนทั้งสิ้น 8 แผ่น

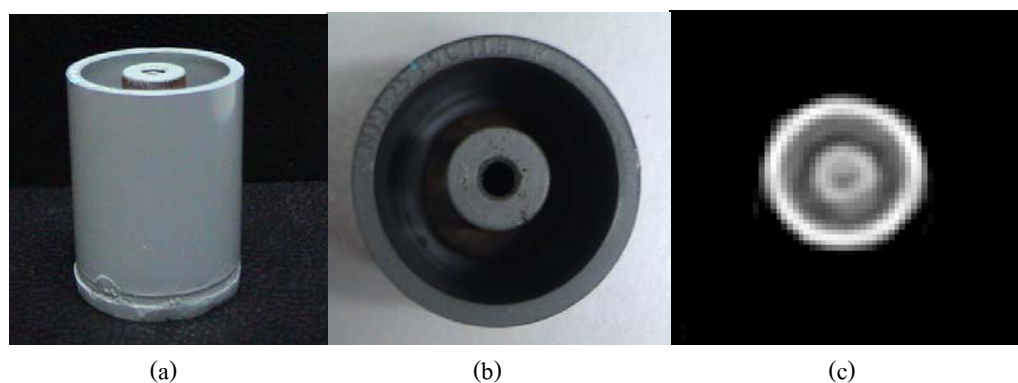


รูปที่ 6.26 ลักษณะของข้อมูลโปรเจกชันของหน่วยตรวจจับที่ได้จากการถ่ายเอ็กซเรย์เฟนตอม 3

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ภาพโปรเจกชันที่ได้จากวัตถุตัวอย่างชนิดต่าง ๆ นั้นมีความถูกต้อง และมีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากการใช้ขนาดหัววัดที่เล็กลง และการเลือกให้ฉากเรืองแสงที่ให้พลังงานค่อนข้างสูงกว่าการผสมสารและเคลือบเอง อีกทั้งวงจรที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงมาได้ผลที่ดี และมีความเสถียรค่อนข้างสูง ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างภาพเอ็กซเรย์ และภาพตัดขวางจากชุดตรวจจับเอ็กซเรย์ชุดนี้

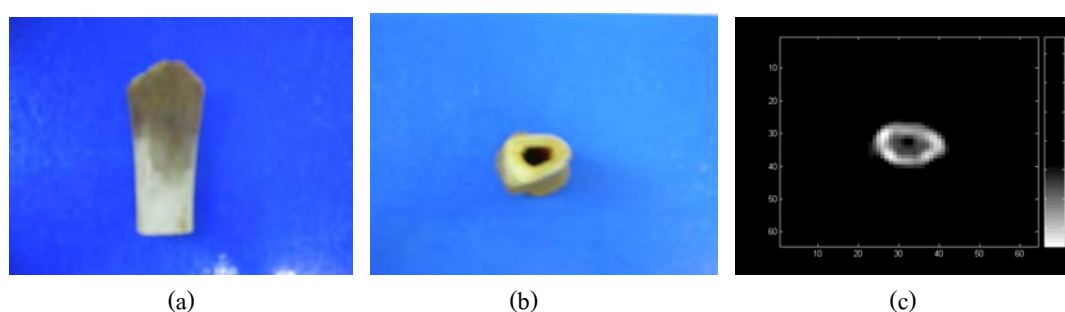
6.3.6 การทดลองสร้างภาพตัดขวางและภาพเอ็กซเรย์

ในการทดลองนี้ได้ทำการสร้างภาพตัดขวางจากวัตถุตัวอย่างแบบต่างๆ ดังรูปที่ 6.27 – 6.28 และสร้างภาพเอ็กซเรย์จากวัตถุตัวอย่างดังรูปที่ 6.29 โดยภาพเอ็กซเรย์เหล่านี้สร้างขึ้นจากโปรแกรม MATLAB 7.0



รูปที่ 6.27 แสดงเฟ้นตอม 4 และภาพตัดขวางที่ได้

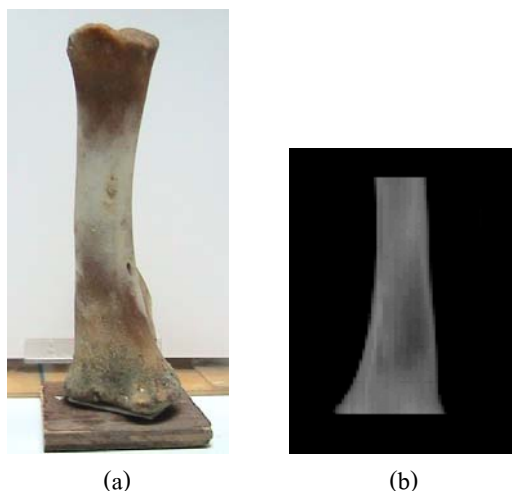
โดยในรูปที่ 6.27(a,b) แสดงเฟ้นตอม 4 ซึ่งสร้างจากท่อพีวีซีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.1 ซม. สูง 5.0 ซม. หนา 0.4 ซม. ภายในมีโลหะทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. หนา 0.5 ซม. รูปที่ 6.27(c) แสดงภาพตัดขวางที่ได้ โดยมีการเก็บตัวอย่าง 90 โปรเจกชัน ใช้แรงดันไฟฟ้าในการฉายเอ็กซเรย์ที่ 80 kVp กระแส 25 mA เวลา 2.0 วินาที เมื่อทำการคำนวณค่าความผิดพลาดของภาพตัดขวางที่สร้างขึ้น พบว่ามีความผิดพลาดไปประมาณ 41.87% จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB 7.0



รูปที่ 6.28 แสดงเฟ้นตอม 5 และภาพตัดขวางที่ได้

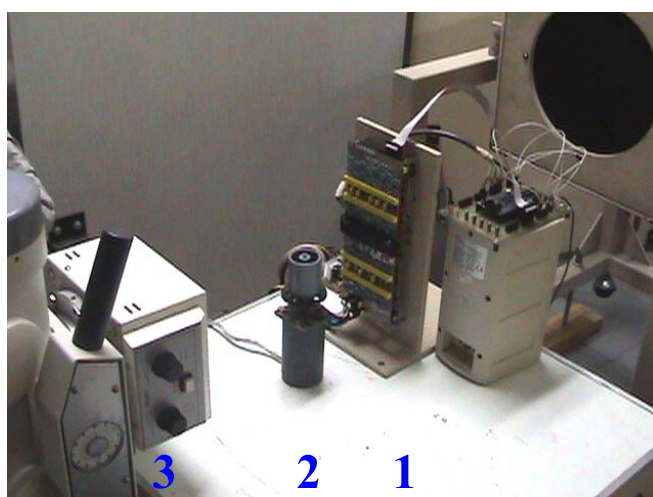
จากรูปที่ 6.28 (a,b) แสดงเฟ้นตอม 5 ซึ่งเป็นกระดุกหมู สูง 7 ซม. หนา 0.5 ซม. รูปที่ 6.28 (c) แสดงผลภาพตัดขวางของกระดุกที่ได้ โดยมีการเก็บตัวอย่าง 72 โปรเจกชัน ใช้แรงดันไฟฟ้าในการฉายเอ็กซเรย์ที่ 70 kVp กระแส 25 mA เวลา 2.0 วินาที

การทดลองลำดับต่อไปเป็นการทดลองสร้างภาพเอ็กซเรย์โดยวิธีสแกนวัตถุ ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับกับเครื่องสแกนวัตถุที่ใช้งานทั่วไป เช่นงานสแกนวัตถุบนสายพานลำเลียง เป็นต้น



รูปที่ 6.29 แสดงเฟลมตอม 6 และภาพเอ็กซเรย์ที่ได้

ในรูปที่ 6.29(a) แสดงเฟลมตอม 6 ซึ่งเป็นกระดูกส่วนขาของหมูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. และในรูปที่ 6.29(b) แสดงภาพเอ็กซเรย์ที่ได้จากการสแกน โดยมีการสแกนครั้งละ 1 มม. จำนวนทั้งสิ้น 160 ครั้ง ใช้แรงดันไฟฟ้าในการฉายเอ็กซเรย์ที่ 70 kVp กระแส 25 mA เวลา 2.0 วินาที



รูปที่ 6.30 แสดงระบบรับภาพเอ็กซเรย์จากโฟโตทรานซิสเตอร์ขณะทำการทดลอง

1. ชุดหัววัดเอ็กซเรย์ชนิดแถวยาวที่สร้างขึ้นจากโฟโตทรานซิสเตอร์
2. เฟลมตอมที่วางอยู่บนแท่นหมุนที่ทำจากมอเตอร์ควบคุมการหมุนด้วยคอมพิวเตอร์
3. หลอดเอ็กซเรย์