บทที่ 4

การทดสอบการทำงานของเครื่อง

การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสีโดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสารที่พัฒนาขึ้นมานี้เป็นระบบที่ออกแบบให้ทำการควบคุมการรายงานผลตรวจวัดปริมาณรังสีโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่จัดการควบคุมการติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลกับสถานีตรวจวัดปริมาณรังสีทั้ง 10 แห่ง และรายงานผลของการตรวจวัดปริมาณรังสีของทุกสถานีด้วยการแสดงผลบนจอภาพคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งสามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดปริมาณรังสีและรายงานผลทางเครื่องพิมพ์

ในส่วนของสถานีตรวจวัดปริมาณรังสีจะควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น มีข้อความแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานบนจอ LCD ทำให้สะดวกต่อการใช้งานและติดตั้ง หลังจากประกอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณสมบูรณ์แล้วได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบต่าง ๆ ดังนี้

1. ทดสอบการทำงานภายในระบบเชื่อมโยงสัญญาณ
2. ทดสอบรับข้อมูลระหว่างระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน
3. ทดสอบโปรแกรมควบคุมระบบและการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสาร
4. ทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีวัดกับศูนย์ควบคุม

4.1 ทดสอบการทำงานภายในระบบเชื่อมโยงสัญญาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

การทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณเป็นการทดสอบวงจรต่าง ๆ ของระบบเชื่อมโยงสัญญาณ แบ่งการทดสอบออกเป็น การทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก, BCD, IEEE-488 และ RS-232

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก

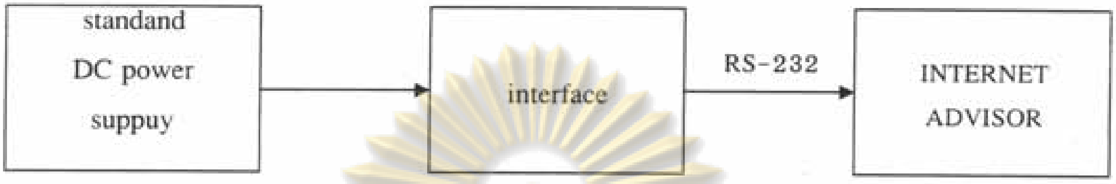
4.1.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องตรวจวิเคราะห์ข้อมูล HP INTERNET ADVISOR built-in 486 PC HEWLETT PACKARD

2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับปรับเทียบของ tekedariken รุ่น TR6142

3. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น

4.1.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ



รูปที่ 4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.1

2. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐานที่ค่าศักดาไฟฟ้าเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 V ตามลำดับ

3. เลือกการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอกที่ค่าอัตราบิตข้อมูลเท่ากับ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ

4. ตั้งการทำงานของเครื่อง INTERNET ADVISOR สำหรับรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 ใช้โปรโตคอล N81 ที่ค่าอัตราบิตข้อมูล ดังนี้ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ9600 bps ตามลำดับ

4.1.1.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลแบบอนาลอก เมื่อทำการอ่านค่าที่ส่งออกมาทางพอร์ตอนุกรมของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณได้ผลตามตารางที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความสามารถในการรับข้อมูลแบบอนาลอก

ข้อมูลอนาลอก	ข้อมูล RS-232						
Volts	150	300	600	1200	2400	4800	9600
0 V	00	00	00	04	00	00	04
0.5 V	18	1A	18	1C	1A	18	18

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ข้อมูลอนาลอก	ข้อมูล RS-232						
Volts	150	300	600	1200	2400	4800	9600
1.0 V	30	36	36	36	36	38	34
1.5 V	50	50	50	51	53	50	50
2.0 V	60	60	60	60	63	62	62
2.5 V	80	80	80	80	81	83	83
3.0 V	9E	9E	9E	9E	9E	9E	9E
3.5 V	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
4.0 V	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0
4.5 V	E9	E9	E9	E9	E9	E9	E9
5.0 V	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

4.1.2 การทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ BCD8421

4.1.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องตรวจวิเคราะห์ข้อมูล HP INTERNET ADVISOR built-in 486 PC HEWLETT PACKARD
2. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น
3. binary rotary switch

4.1.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

รูปที่ 4.2 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ BCD

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.2
2. ปรับ binary rotary switch เริ่มต้นที่ 00 จนถึง 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เลือกการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณในแบบ BCD ที่ค่าอัตราบิตข้อมูลเท่ากับ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ

4. เลือกการทำงานของเครื่อง INTERNET ADVISOR สำหรับรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 ใช้โปรโตคอล N81 ที่ค่าอัตราบิตข้อมูล ดังนี้ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ

4.1.2.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลแบบ BCD8421 เมื่อทำการอ่านค่าที่ส่งออกมาทางพอร์ตอนุกรมของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ จะได้ผลตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลแบบ BCD8421

ข้อมูล BCD ตัวเลข	ข้อมูล RS-232						
	150	300	600	1200	2400	4800	9600
00	00	00	00	00	00	00	00
01	01	01	01	01	01	01	01
02	02	02	02	02	02	02	02
03	03	03	03	03	03	03	03
04	04	04	04	04	04	04	04
05	05	05	05	05	05	05	05
06	06	06	06	06	06	06	06
07	07	07	07	07	07	07	07
08	08	08	08	08	08	08	08
09	09	09	09	09	09	09	09
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อมูล BCD ตัวเลข	ข้อมูล RS-232						
	150	300	600	1200	2400	4800	9600
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50	50	50
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อมูล BCD ตัวเลข	ข้อมูล RS-232						
	150	300	600	1200	2400	4800	9600
98 99	98 99	98 99	98 99	98 99	98 99	98 99	98 99

4.1.3 ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ RS-232

4.1.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องตรวจวิเคราะห์ข้อมูล HP INTERNET ADVISOR built-in 486 PC HEWLETT PACKARD
2. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น
3. ไมโครคอมพิวเตอร์

4.1.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

รูปที่ 4.3 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ RS-232

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.3
2. ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่งตัวเลข 0-9 ออกทางพอร์ตอนุกรม
3. เลือกการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณในมาตรฐาน RS-232 ที่ค่าอัตราบิตข้อมูลเท่ากับ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ

4. เลือกการทำงานของเครื่อง INTERNET ADVISOR สำหรับรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 ใช้โปรโตคอล N81 ที่ค่าอัตราบิตข้อมูล ดังนี้ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ

4.1.3.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลมาตรฐาน RS-232 เมื่อทำการอ่านค่าที่ส่งออกมาทางพอร์ตอนุกรมของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ จะได้ผลตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลมาตรฐาน RS-232

ข้อมูล RS-232 Volts	ข้อมูล RS-232						
	150	300	600	1200	2400	4800	9600
0	30	30	30	30	30	30	30
1	31	31	31	31	31	31	31
2	32	32	32	32	32	32	32
3	33	33	33	33	33	33	33
4	34	34	34	34	34	34	34
5	35	35	35	35	35	35	35
6	36	36	36	36	36	36	36
7	37	37	37	37	37	37	37
8	38	38	38	38	38	38	38
9	39	39	39	39	39	39	39

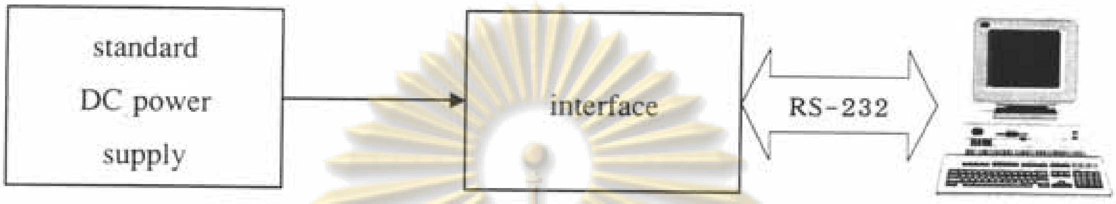
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ทดสอบการรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน

การรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นการทดสอบการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณ ซึ่งจะแสดงผลบอกค่าเป็นปริมาณศักดาไฟฟ้าที่ได้จากวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก

4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐานของ Tekedariken รุ่น TR 6142
2. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น
3. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.4 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน

4.2.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. จัดอุปกรณ์ทดลองดังแผนภาพรูปที่ 4.4
2. โหลดโปรแกรมสำหรับถ่ายโอนข้อมูลให้ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมรับข้อมูลกับวงจรเชื่อมโยงสัญญาณซึ่งมีการรับข้อมูลแบบมาตรฐาน RS-232 ข้อมูลที่ส่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ จะเป็นปริมาณศักดาไฟฟ้าที่ได้จากวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก
3. เลือกการทำงานของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก ที่ค่าอัตราบิตข้อมูล เท่ากับ 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800 และ 9600 bps ตามลำดับ
4. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐานที่ค่าศักดาไฟฟ้า 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 V

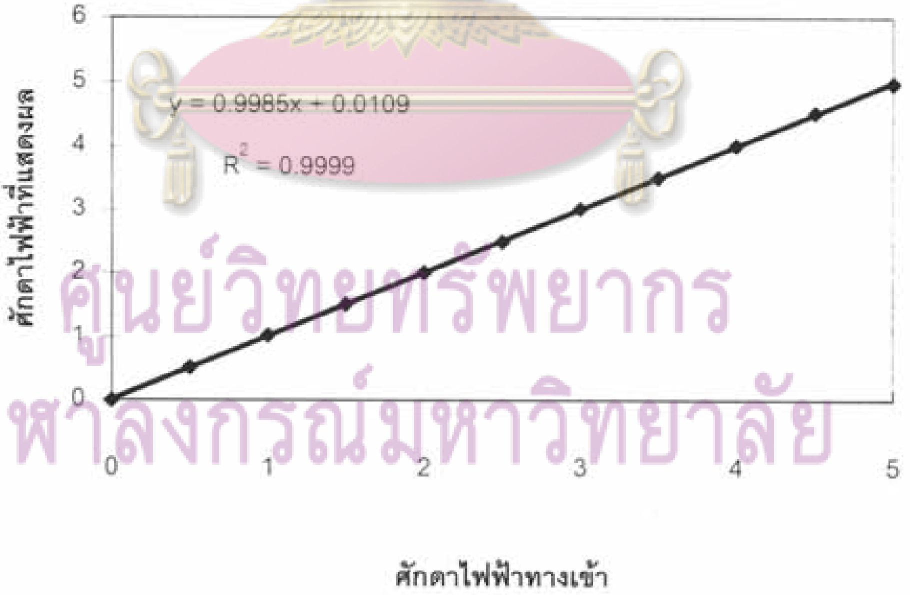
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบการแปรผลปริมาณศักดาไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์แสดงผลศักดาไฟฟ้าที่วัดได้ออกมาเป็นสัญญาเชิงตัวเลขเป็นไปตามตารางที่ 4.4 และเส้นกราฟความสัมพันธ์ของศักดาไฟฟ้าทางเข้า และข้อมูลเชิงตัวเลขใน รูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ศักดาไฟฟ้าทางเข้า	ศักดาไฟฟ้าที่แสดงผล
0.00 V	0.00 V
0.50 V	0.51 V
1.00 V	1.02 V
1.50 V	1.51 V
2.00 V	2.01 V
2.50 V	2.49 V
3.00 V	3.02 V
3.50 V	3.51 V
4.00 V	4.01 V
4.50 V	4.52 V
5.00 V	4.98 V



รูปที่ 4.5 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของศักดาไฟฟ้าที่อ่านได้จากการแสดงผลทางไมโครคอมพิวเตอร์

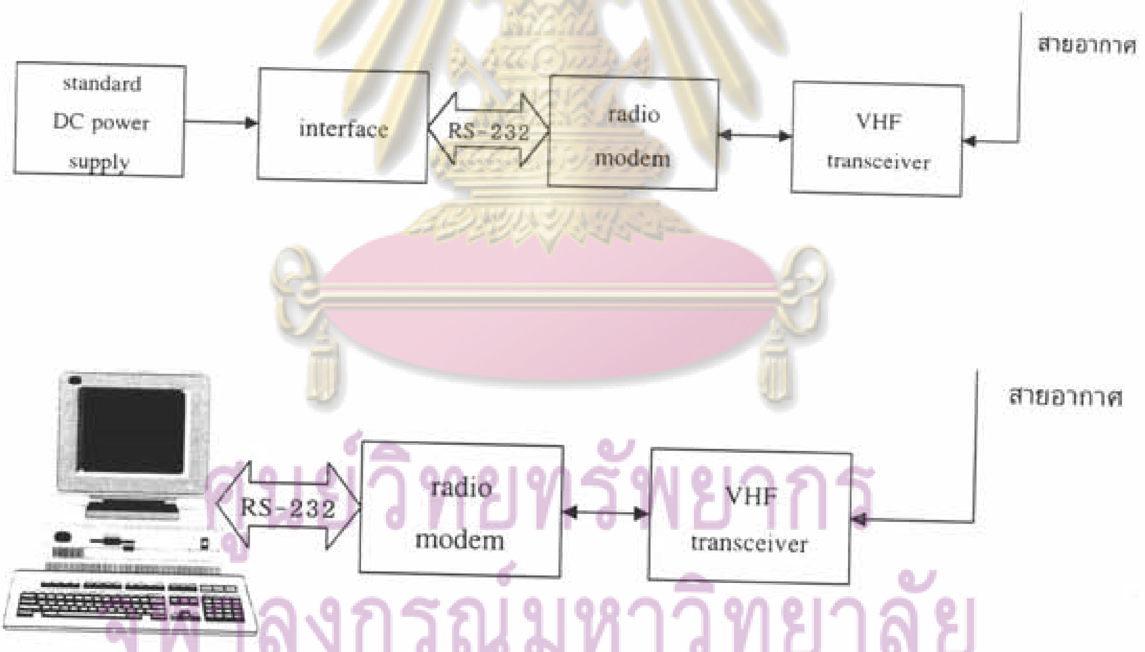
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสาร

ในการทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสารใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐาน ป้อนสัญญาณเข้าที่ทางเข้าสัญญาณของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก โดยใช้ศักดาไฟฟ้าตั้งแต่ 0-100 mV เพื่อแทนเครื่องมือตรวจวัดปริมาณรังสีแบบเรตมิเตอร์ (rate meter) เป็นการจำลองสัญญาณค่าคงที่เพื่อตรวจสอบความผิดพลาด

4.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐาน
2. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น
3. โมเด็มวิทยุของ telereader รุ่น TNC-220
4. วิทยุสื่อสารย่านความถี่ VHF
5. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านเครือข่ายวิทยุสื่อสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.6

2. โหลดโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลให้ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมรับ-ส่งข้อมูลกับระบบเชื่อมโยงสัญญาณโดยใช้วิทยุสื่อสาร

3. ปรับศักดาไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐาน ได้ค่าศักดาไฟฟ้าเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 V

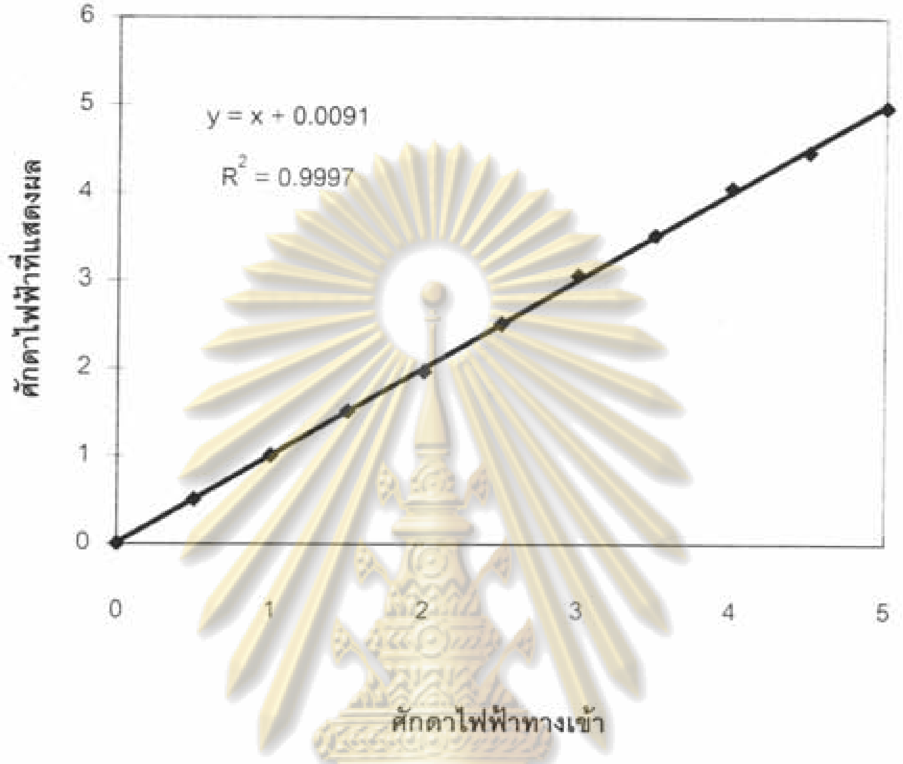
4.3.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสารโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของระบบเชื่อมโยงสัญญาณซึ่งทำงานตามขั้นตอนโดยอัตโนมัติจากโปรแกรมที่โหลดไว้ในไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงผลของศักดาไฟฟ้าที่วัดได้ออกมาเป็นสัญญาณเชิงตัวเลขเป็นไปตามตารางที่ 4.5 และเส้นกราฟความสัมพันธ์ของศักดาไฟฟ้า ทางเข้า และข้อมูลเชิงตัวเลขในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสาร

ศักดาไฟฟ้าทางเข้า	ศักดาไฟฟ้าที่แสดงผล
0.00 V	0 V
0.50 V	0.51 V
1.00 V	1.02 V
1.50 V	1.51 V
2.00 V	1.97 V
2.50 V	2.51 V
3.00 V	3.06 V
3.50 V	3.52 V
4.00 V	4.06 V
4.50 V	4.47 V
5.00 V	4.98 V

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



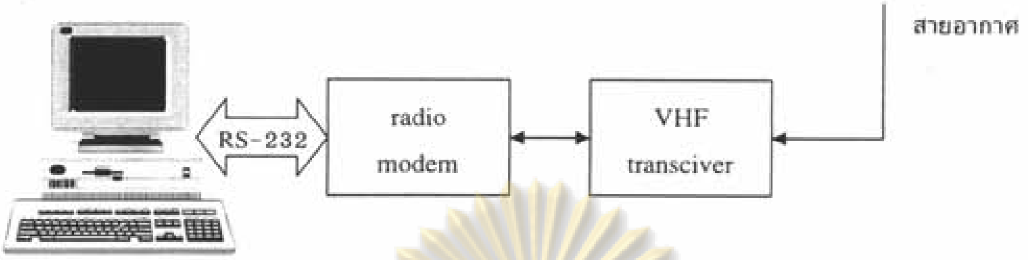
รูปที่ 4.7 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของศักดาไฟฟ้าที่อ่านได้ จากการแสดงผลทางไมโครคอมพิวเตอร์

4.4 ทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย

4.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงมาตรฐาน
2. วงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่พัฒนาขึ้น
3. โมเด็มวิทยุของ telereader รุ่น TNC-220
4. วิทยุสื่อสารย่านความถี่ VHF
5. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย

4.4.2 ขั้นตอนทดสอบ

1. จัดอุปกรณ์ทดสอบดังแผนภาพรูปที่ 4.8

2. โหลดโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลให้ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมรับส่งข้อมูลระบบเชื่อมโยงสัญญาณโดยใช้วิทยุสื่อสาร

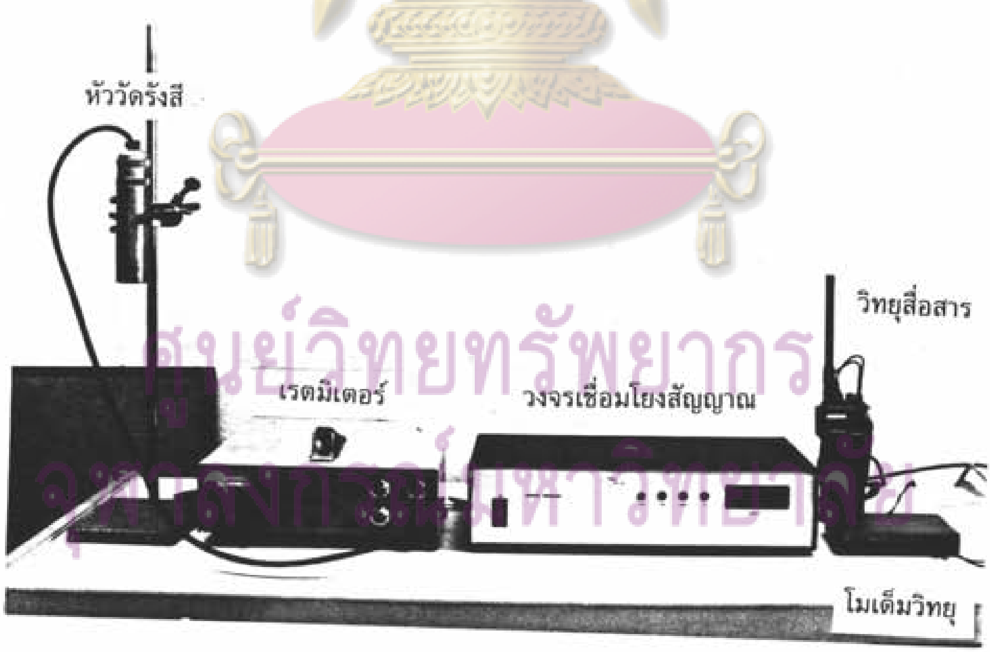
3. เปลี่ยนรหัสของสถานีลูกจ้างจนครบ 10 สถานี

4.4.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย ผลการทดสอบได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.11-4.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.9 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบของสถานีแม่ข่าย(ศูนย์ควบคุม)



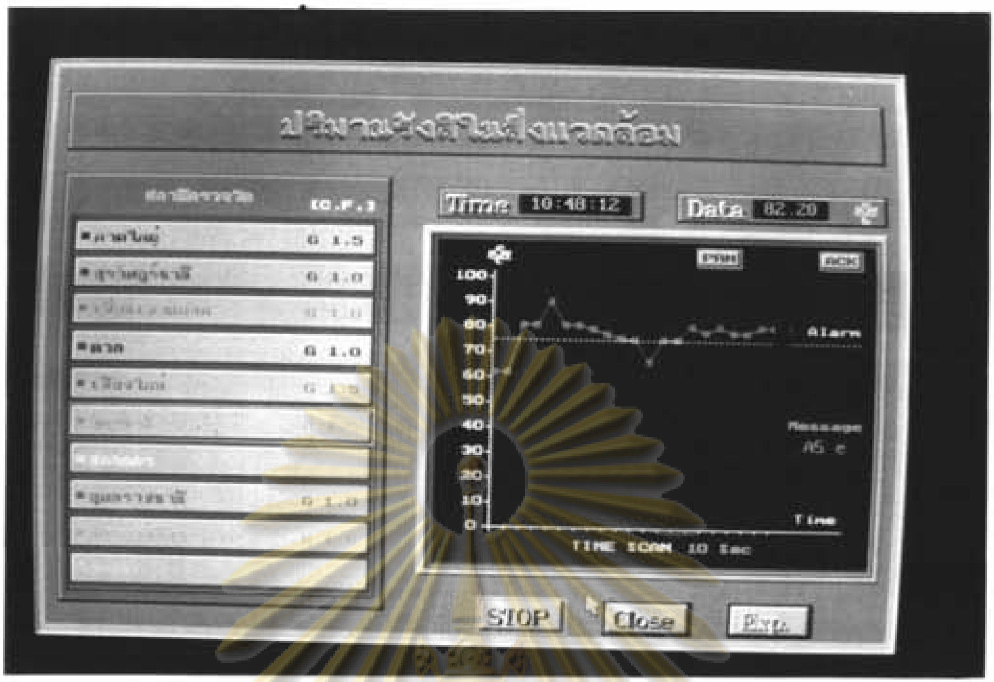
รูปที่ 4.10 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบของสถานีลูกข่าย(สถานีตรวจวัดปริมาณรังสี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

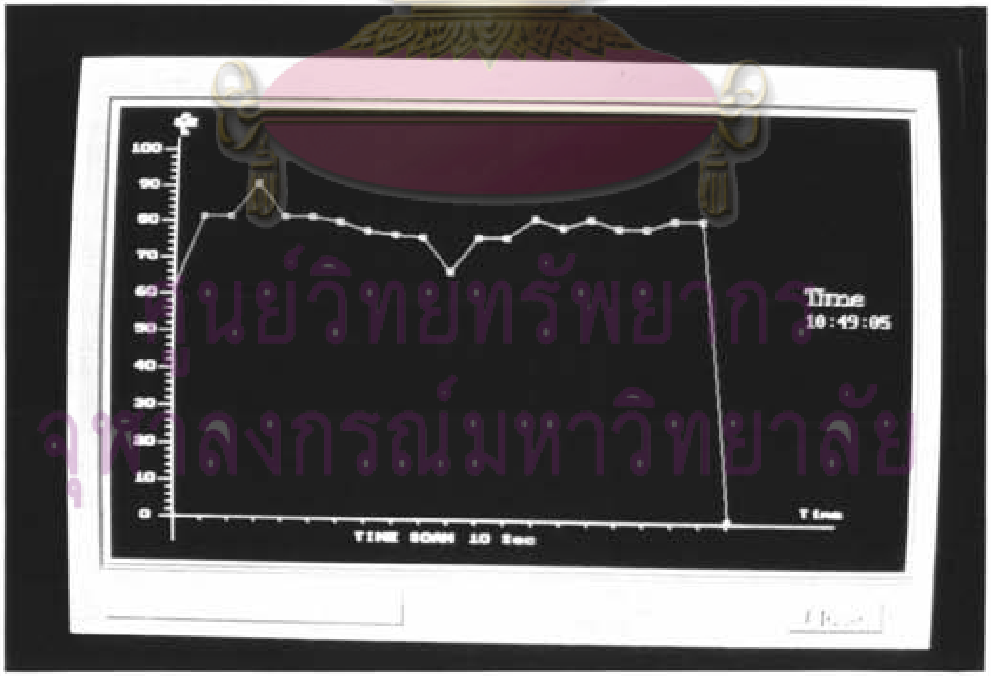
รูปที่ 4.11 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.12 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 6,# 7
8,# 9 และ #10



รูปที่ 4.13 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 6 เมื่อตรวจวัดปริมาณรังสีได้สูงกว่าที่กำหนด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.14 ผลทดสอบการติดตามผลการตรวจวัดปริมาณรังสีของสถานีลูกข่ายที่มีปริมาณรังสีสูงกว่าที่กำหนด