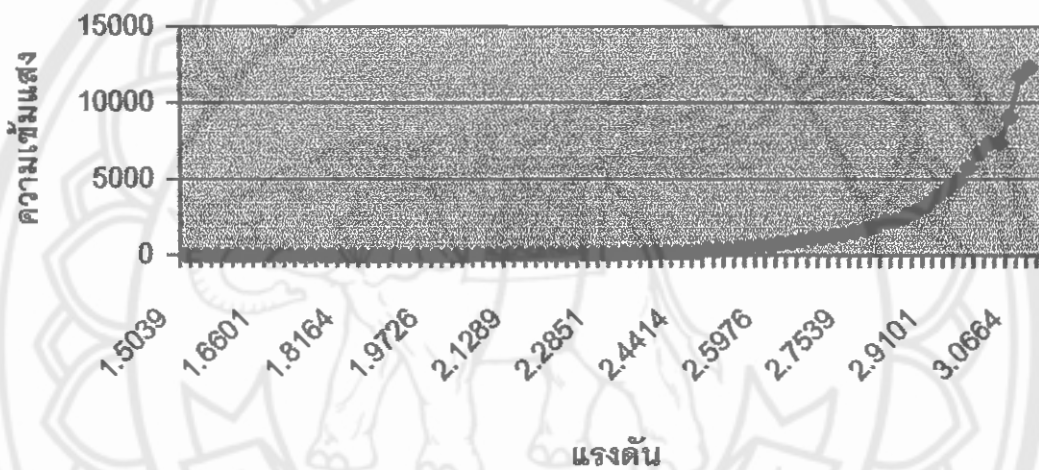


บทที่ 4

ผลการทดลองและวิธีการทดลอง

จากการดำเนินงานที่ผ่านมาทำให้เราสามารถแสดงผลการทดลองที่ผ่านมาได้ดังนี้

4.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับแรงดันที่ได้จากหัววัดความเข้มแสง(SOLAR CELL)



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและแรงดันของหัววัดความเข้มแสง

ในขั้นแรกเราจะต้องทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับแรงดันที่ได้จากหัววัดความเข้มแสงเพราะว่าค่าที่เราได้จากหัววัดความเข้มแสงนั้น เป็นค่าแรงดันและเราต้องเปลี่ยนค่าแรงดันนี้เป็นค่าความเข้มแสงเพื่อทำการแสดงผล เราทำการหาความสัมพันธ์ของแรงดันและความเข้มแสงของหัววัดความเข้มแสง โดยการเพิ่มความเข้มแสงขึ้นเรื่อย ๆ และบันทึกค่าแรงดันของหัววัดความเข้มแสงที่เปลี่ยนไป ซึ่งผลก็จะเป็นไปตามรูปที่ 4.1 จากนั้นเราจะนำผลนี้ไปใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการแสดงผลต่อไป

4.2 ผลการทดลองการใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นทำการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับ

เทอร์โมมิเตอร์

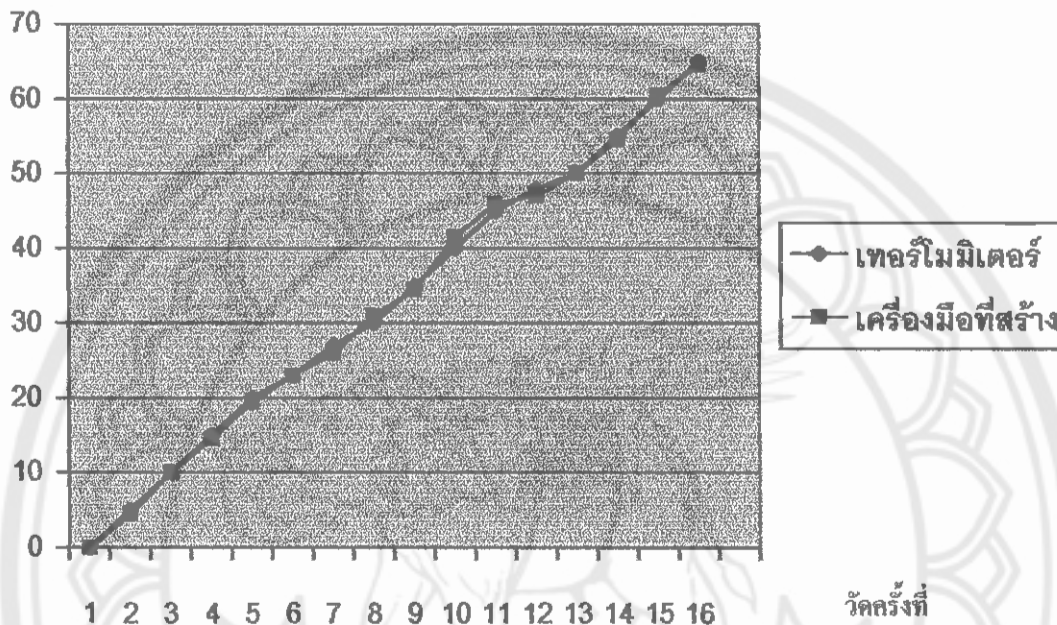
เมื่อเราได้ทำการออกแบบและทำการสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เราจะต้องทำการทดลองนำเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงมาทำการวัดเพื่อทำการปรับเทียบกับเครื่องมือที่มี ในการวัดอุณหภูมิเราใช้เครื่องมือวัดของเราที่สร้างขึ้นวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งผลการทดลองจะได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นทำการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์

การวัดครั้งที่	อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของเครื่องมือ (องศาเซลเซียส)
1	0	0
2	5	4.5
3	10	10
4	15	14.5
5	20	19.5
6	23	23
7	27	27
8	30	30.1
9	35	34.5
10	40	41
11	45	45.5
12	48	47.5
13	50	50
14	55	54.5
15	60	60.5
16	65	64.5

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงที่เรา ได้สร้างขึ้นนั้นเมื่อนำไปวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์มีความถูกต้องสูงทีเดียวกล่าวคือ ความแตกต่างของการวัดอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์กับเครื่องมือของเรานั้นจะไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส หรือกล่าวได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดไม่เกิน 0.005 % เมื่อนำผลที่ได้มาทำการเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.2

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นทำการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์

4.3 ผลการทดลองใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นวัดความเข้มแสงเปรียบเทียบกับลักซ์มิเตอร์

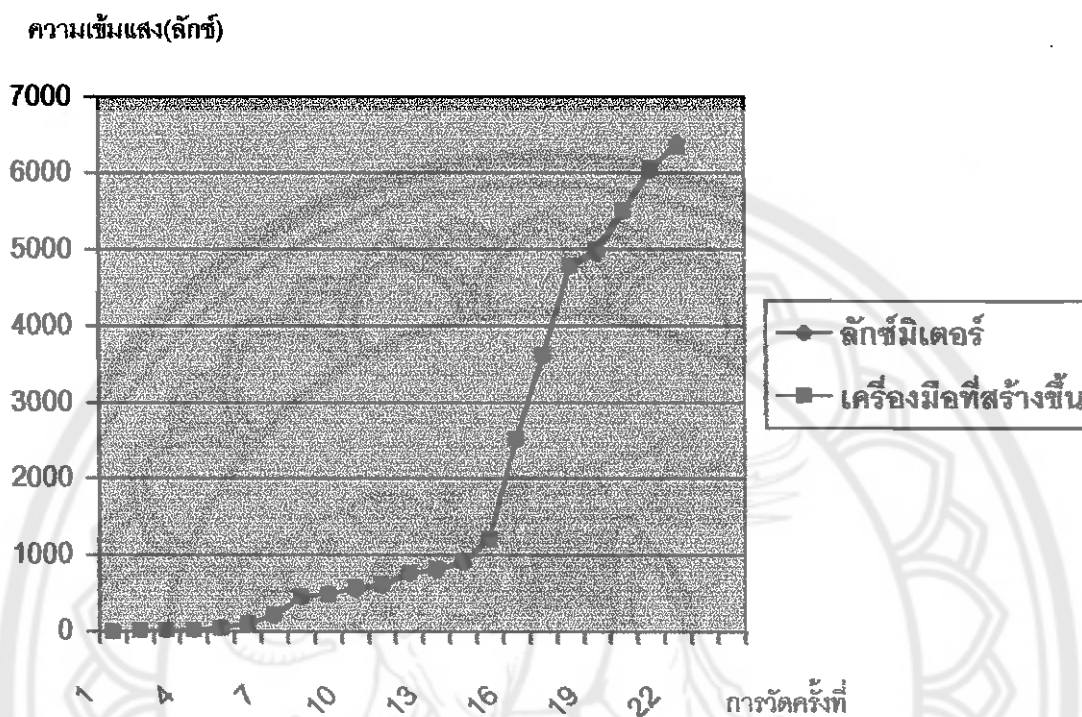
เมื่อเราได้ทำการออกแบบและทำการสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เราจะต้องทำการทดลองนำเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงมาทำการวัดเพื่อทำการเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มี ในการวัดความเข้มแสงเราใช้เครื่องมือวัดของเราที่สร้างขึ้นวัดความเข้มแสงเปรียบเทียบกับลักซ์มิเตอร์ที่แสดงผลเป็นแบบดิจิตอล ซึ่งผลการทดลองจะได้ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นวัดความเข้มแสงเปรียบเทียบกับลักซ์มิเตอร์

การวัดครั้งที่	ความเข้มแสงของลักซ์มิเตอร์ (ลักซ์)	ความเข้มแสงของเครื่องมือวัด (ลักซ์)
1	0	0
2	10	12
3	15	18
4	20	23
5	50	45
6	100	110
7	200	208
8	450	455
9	500	505
10	550	558
11	600	607
12	750	760
13	800	807
14	900	906
15	1200	1208
16	2500	2509
17	3600	3610
18	4780	4772
19	4950	4957
20	5500	5526
21	6040	6049
22	6400	6395

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงที่เรา ได้สร้างขึ้นนั้นเมื่อนำไปวัดความเข้มแสงเปรียบเทียบกับลักซ์มิเตอร์มีความถูกต้องสูงทีเดียวกล่าวคือ ความแตกต่างของ

การวัดความเข้มแสงของลักซ์มิเตอร์กับเครื่องมือวัดของเรา นั้นจะไม่เกิน 10 ลักซ์ หรือกล่าวได้ว่ามีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดไม่เกิน 0.1 % เมื่อเรานำผลที่ได้มาทำการเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นวัดความเข้มแสงเปรียบเทียบกับลักซ์มิเตอร์

4.4 การแสดงผลการวัดทางคอมพิวเตอร์

เนื่องจากเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเข้มแสงที่เราสร้างขึ้นนั้นได้กำหนดให้มีการแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ได้ด้วย โดยการใช้วิธีการอินเตอร์เฟสเพื่อแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ การแสดงผลทางคอมพิวเตอร์นั้นสามารถแสดงได้ทั้งอุณหภูมิและความเข้มแสง ซึ่งรูปแบบการแสดงผลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4

```

(Inactive A:\PEET-S.EXE)

1.) Temperature =      27.5      C
2.) Temperature =      27.5      C
3.) Temperature =      27.5      C
4.) Temperature =      27.5      C
5.) Temperature =      27.5      C
6.) Temperature =      27.5      C
7.) Temperature =      27.5      C
8.) Temperature =      27.5      C
9.) Temperature =      27.5      C
10.) Temperature =     27.5      C
11.) Temperature =     27.5      C
12.) Temperature =     27.5      C
13.) Temperature =     27.5      C
14.) Temperature =     27.5      C
15.) Temperature =     27.5      C
16.) Temperature =     27.5      C
17.) Temperature =     27.5      C
18.) Temperature =     27.5      C
19.) Temperature =     27.5      C
20.) Temperature =     27.5      C
21.) Temperature =     27.5      C
22.) Temperature =     27.5      C
23.) Temperature =     27.5      C

Thank you
for
running
this program

```

รูปที่ 4.3 การแสดงผลการวัดอุณหภูมิทางคอมพิวเตอร์

```

(Inactive A:\PEET-S.EXE)

1.) Lux =      100      lux
2.) Lux =      100      lux
3.) Lux =      100      lux
4.) Lux =      100      lux
5.) Lux =      100      lux
6.) Lux =      100      lux
7.) Lux =      100      lux
8.) Lux =      100      lux
9.) Lux =      100      lux
10.) Lux =     100      lux
11.) Lux =     100      lux
12.) Lux =     100      lux
13.) Lux =     100      lux
14.) Lux =     100      lux
15.) Lux =     100      lux
16.) Lux =     100      lux
17.) Lux =     100      lux
18.) Lux =     100      lux
19.) Lux =     100      lux
20.) Lux =     100      lux
21.) Lux =     100      lux
22.) Lux =     100      lux
23.) Lux =     100      lux

Thank you
for
running
this program

```

รูปที่ 4.4 การแสดงผลการวัดความเข้มแสงทางคอมพิวเตอร์

4.5 การทดลองในส่วนการอินเตอร์เฟส

4.5.1 การออกแบบสร้างวงจร

ทำการออกแบบสร้างวงจรเพื่อรับค่า 8 บิตจาก A/D Converter มาแสดงทางคอมพิวเตอร์คอนผ่านทางพอร์ตพริ้นเตอร์โดยใช้ ไอซีเบอร์ 74LS241 ในการรับค่าและส่งเข้าคอมพิวเตอร์โดยใช้เพียง 4 ขาเท่านั้นและ ไอซีเบอร์ 74LS352 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ขยายสัญญาณการส่งงานจากพอร์ตพริ้นเตอร์เมื่อเข้าสู่ไอซี 74LS 241

4.5.2 การทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าและทำการแสดงผล

ทดลองเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาปาสคาล โดยการทำงานโปรแกรมจะเริ่มคั้นจากให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลการวัดอุณหภูมิหรือความเข้มแสงจากนั้นจะรับค่าจาก A/D เก็บไว้โดยทำการแปลงข้อมูลเป็นแรงดันโดยใช้สูตร

$$\text{แรงดัน} = (\text{ค่า 8 บิตที่รับเข้ามาจาก A/D}) \times 5/255$$

โดยค่า 8 บิตที่นำมาคำนวณจะอยู่ในรูปของเลขฐานสิบจากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปแทนค่าลงในสมการเพื่อแปลงเป็นอุณหภูมิหรือความเข้มแสงอย่างใดอย่างหนึ่งคอมพิวเตอร์จะมีการรับค่ามาแสดงเรื่อย ๆ จยจะมีการกดปุ่มใด ๆ หยุดการทำงานซึ่ง โปรแกรมจะแสดงในภาคผนวก ส่วนการแสดงผลจะเป็นดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

4.6 การเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของเครื่องมือปรับเทียบและเครื่องมือที่สร้างขึ้น(ที่ค่าแรงดันต่างๆ กัน)

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของเครื่องมือปรับเทียบและเครื่องมือที่สร้างขึ้น (ที่ค่าแรงดันต่างๆ กัน)

แรงดัน(โวลต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	เครื่องมือที่ใช้ในการปรับเทียบ	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดงผลทาง LCD	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดงผลทางคอมพิวเตอร์
0.0000	0	0	0
0.0195	1	1	1
0.0390	1	1	2
0.0585	2	2	2
0.0781	2	2	3
0.0976	3	4	5
0.1171	4	4	6
0.1367	4	4	6
0.1562	4	5	6
0.1757	4	5	7
0.1953	5	6	8
0.2148	6	8	8
0.2343	6	8	8
0.2539	7	8	9
0.2734	7	10	12
0.2929	7	11	13
0.3125	8	12	13
0.3320	8	12	15
0.3515	9	13	15

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

แรงดัน(โวลต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	เครื่องมือที่ใช้ในการ เปรียบเทียบ	เครื่องมือที่สร้างขึ้น แสดงผลทาง LCD	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดง ผลทางคอมพิวเตอร์
0.3710	10	14	18
0.3906	11	14	19
0.410	11	15	20
0.4492	12	16	21
0.4687	13	16	21
0.5078	14	17	22
0.5664	14	18	22
0.5859	15	19	23
0.6054	16	19	23
0.6250	17	20	21
0.64450	18	23	22
0.6640	19	23	23
0.6835	20	24	25
0.7031	21	25	26
0.7221	22	26	27
0.7421	23	27	28
0.7617	24	28	29
0.7812	25	29	30
0.8007	26	30	31
0.8203	27	31	32
0.8398	27	32	33
0.8593	28	33	34
0.8789	30	35	35
0.8984	31	36	36

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

แรงดัน(โวลต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	เครื่องมือที่ใช้ในการ ปรับเทียบ	เครื่องมือที่สร้างขึ้น แสดงผลทาง LCD	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดง ผลทางคอมพิวเตอร์
0.9179	30	36	35
0.9357	31	37	36
0.9570	32	38	38
0.9765	33	39	39
0.9960	35	40	40
1.0156	36	42	42
1.0351	37	43	43
1.0742	38	44	44
1.0937	40	45	45
1.1132	41	45	46
1.1328	42	46	47
1.1523	44	46	49
1.1718	45	47	52
1.1914	47	49	53
1.2109	49	49	54
1.2304	50	49	59
1.2500	51	54	62
1.2695	53	55	68
1.2890	55	58	62
1.3085	56	59	65
1.3281	57	61	69
1.3476	59	65	69
1.3671	62	66	70
1.3768	63	69	70

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

แรงดัน(โวลต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	เครื่องมือที่ใช้ในการ ปรับเทียบ	เครื่องมือที่สร้างขึ้น แสดงผลทาง LCD	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดง ผลทางคอมพิวเตอร์
1.4062	65	70	71
1.4257	67	71	72
1.4453	69	71	75
1.4648	71	72	76
1.4843	72	73	78
1.5039	74	75	79
1.5234	78	78	81
1.5429	80	79	89
1.5625	83	85	90
1.5820	85	86	92
1.6015	87	87	94
1.6408	89	88	95
1.66.1	92	89	96
1.6796	94	95	99
1.6692	97	98	102
1.7187	99	100	105
1.7382	103	110	109
1.7578	106	112	112
1.7773	108	118	118
1.7968	112	119	119
1.8167	114	120	121
1.8359	118	123	135
1.8554	120	128	136
1.8750	124	130	139

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

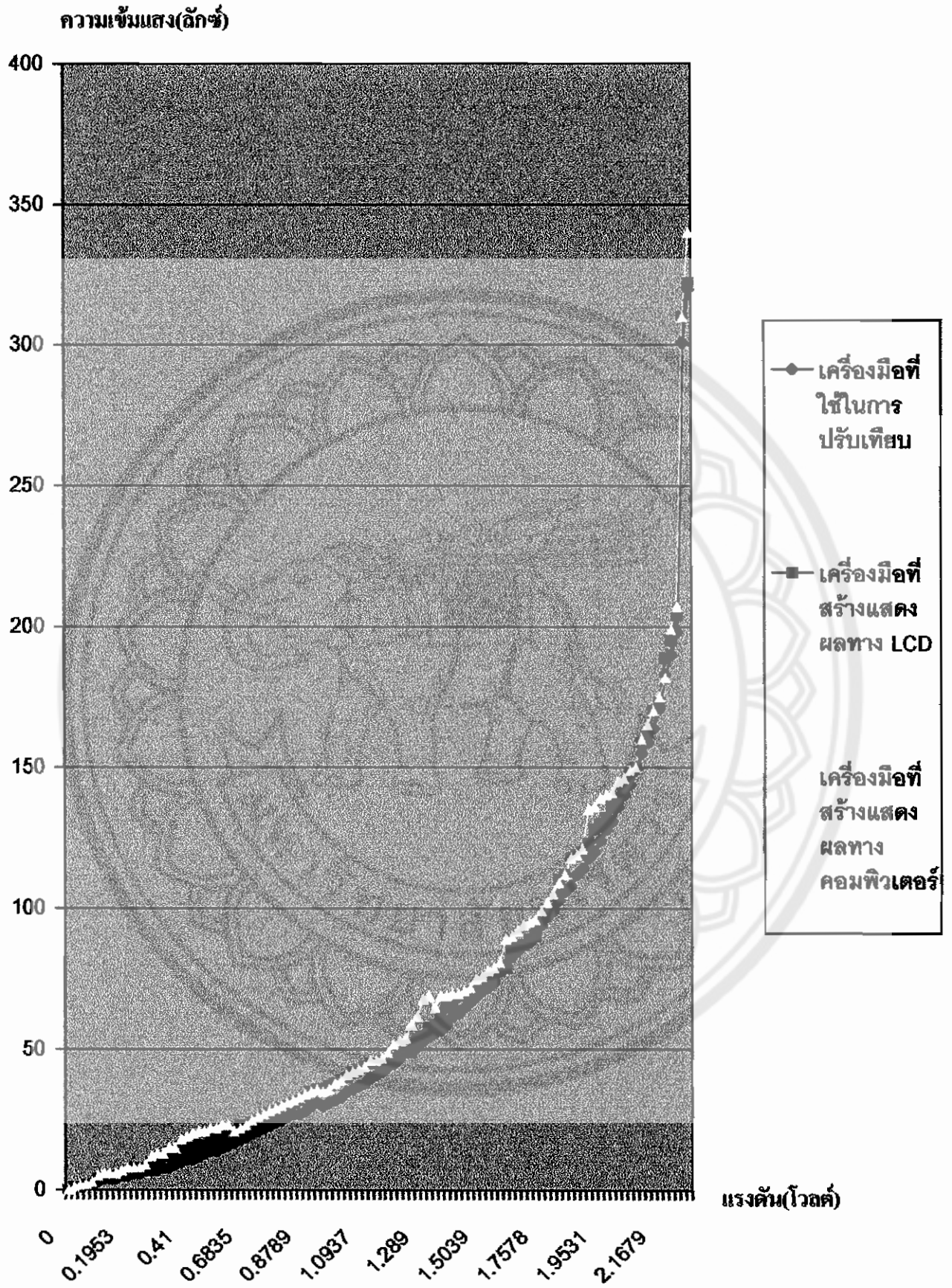
แรงดัน(โวลต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)		
	เครื่องมือที่ใช้ในการ ปรับเทียบ	เครื่องมือที่สร้างขึ้น แสดงผลทาง LCD	เครื่องมือที่สร้างขึ้นแสดง ผลทางคอมพิวเตอร์
1.8945	128	132	140
1.9140	131	136	141
1.9335	136	139	152
1.9531	140	142	158
1.9726	144	148	160
1.9921	149	150	162
2.0117	155	159	180
2.0312	159	162	184
2.0507	164	170	192
2.0898	171	173	201
2.1093	177	177	201
2.1289	183	189	207
2.1487	190	195	210
2.1679	198	204	213
2.1875	301	310	348
2.2070	322	320	350
2.2265	340	350	374
2.2460	385	390	412
2.2656	415	423	440

จากตารางที่ 4.3 เราสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ได้ดังนี้

$$\% \text{ error} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{ค่าจริง} - \text{ค่าที่ได้})^2}{n}} \quad ; n \text{ คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด}$$

$$\% \text{ error ของเครื่องมือวัดที่แสดงผลทาง LCD} = 6.783 \%$$

$$\% \text{ error ของเครื่องมือวัดที่แสดงผลทางคอมพิวเตอร์} = 17.482 \%$$



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของเครื่องมือเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่สร้างขึ้น