บทที่ 3

วิธีการทดลอง

การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของฝุ่นและลักษณะการวางตัวของระนาบ ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ในรูปของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่เซลล์จ่ายให้กับระบบนั้นมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามาก จึงมีความจำเป็นต้องแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1.

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองจำเป็นต้องใช้เซลล์แสงอาทิตย์จำนวนหลายแผง ดังนั้นก่อนการทดลองจึงจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผง เพื่อทราบถึงคุณสมบัติของเซลล์แต่ละแผงที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง โดยการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงสามารถทำได้ดังนี้

3.1.1 ทำการทดสอบคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ที่จะใช้ในการทดลองทั้งหมด โดยทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้อยู่ในระดับเดียวกัน มีระนาบเอียงที่เท่ากันและหันหน้าไปในทิศทางเดียวกัน โดยติดตั้งแผงเซลล์ที่จะทำการทดสอบให้อยู่ที่ระดับ 1.00 เมตร จากระดับพื้นที่ทำการทดลอง แผงเซลล์หันหน้าไปในทางทิศใต้โดยมีมุมอะซิมุท(Azimuth) 0 องศาและแผงเซลล์เอียงทำมุม 16 องศากับแนวระดับ (เนื่องจากที่ทำการทดลองตั้งอยู่บริเวณละติจูดที่ 15.8 องศา)

3.1.2 ติดตั้งเครื่องมือวัดค่าตัวแปรซึ่งมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยค่าตัวแปรต่างๆที่จะทำการวัดและเก็บข้อมูลมีดังนี้คือ

ก. การวัดค่าอุณหภูมิเซลล์

การวัดค่าอุณหภูมิเซลล์สามารถทำได้โดยติดตั้งเทอร์โมคัพเพิล(Thermo Coupple)ไว้ใต้แผงเซลล์ที่ทำการทดลองทุกแผงและทำการบันทึกผลการทดลองลงในดาต้าล็อกเกอร์(Data Logger)

ข. การวัดค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

การวัดค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสามารถทำได้โดย ติดตั้งเทอร์โมคัพเพิลไว้ในสถานที่ทำการทดลอง โดยติดตั้งในบริเวณที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดและมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ทำการบันทึกผลการทดลองลงในดาต้าล็อกเกอร์ ดูรูป 3.1

ค. การวัดค่ารังสีดวงอาทิตย์

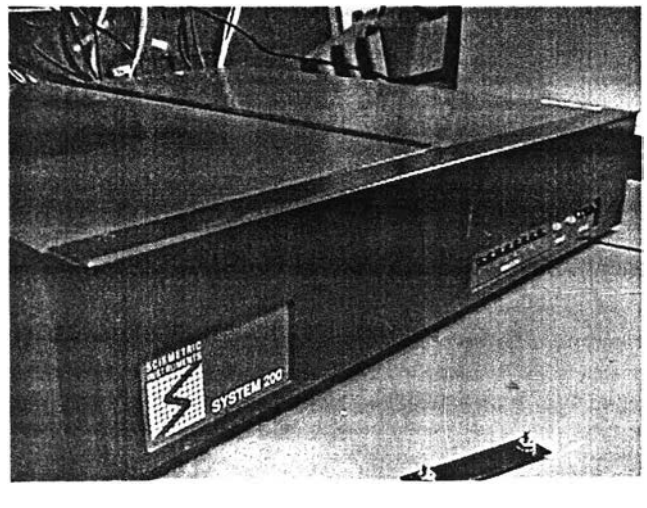
การวัดค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ กระทำโดยใช้ไพรานอมิเตอร์ (Pyranometer) (ดูรูป 3.2) ซึ่งติดตั้งในสถานที่ทำการทดลอง โดยติดตั้งในระดับเดียวกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ บันทึกข้อมูลการทดสอบลงในดาต้าล็อกเกอร์

ง. การวัดค่ากระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงเซลล์

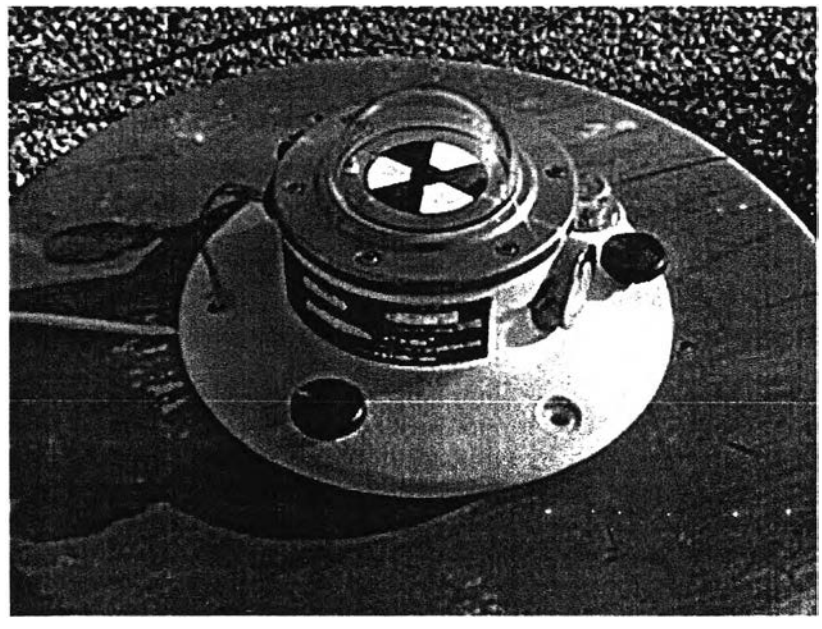
ในการวัดค่ากระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์นั้นจำเป็นที่แผงเซลล์นั้นจะต้องจ่ายพลังงานที่ได้รับมาให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งในการทดลองนี้เลือกใช้ขดลวดความร้อนขนาด 300 วัตต์ เป็นอุปกรณ์รับพลังงานดังกล่าว เนื่องจากขดลวดดังกล่าวจะมีค่าความต้านทานที่คงที่ นอกจากนั้นจำเป็นจะต้องมีวงจรอิเล็คโทรนิค เพื่อการลดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อนการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและเก็บข้อมูลอิเลคโทรนิค เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวไม่สามารถรับกระแสและแรงดันไฟฟ้าสูงๆได้ ดูรูป 3.3

3.1.3 ก่อนเริ่มต้นทำการทดลองแผงเซลล์ทั้งหมดจะต้องถูกทำให้อยู่ในสภาพเดียวกัน ซึ่งในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะทำการเก็บข้อมูลผลการทดสอบทุก 5 นาที เป็นระยะเวลา 1 วัน นำข้อมูลที่ได้รับมาผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเซลล์แต่ละแผง ผลที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นต่อไป

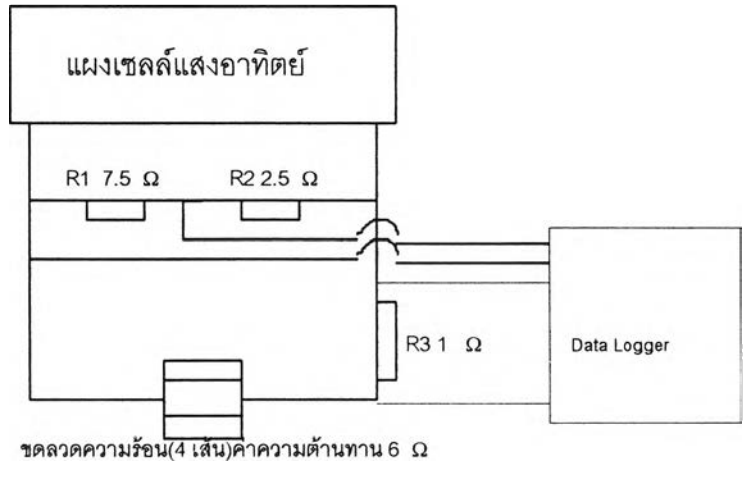
รูปที่ 3.1 เครื่องบันทึกผลการทดลองอัตโนมัติ (ผลิตภัณฑ์ของบริษัทScicmetric Instrument Inc. รุ่น System 200)



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดรังสีดวงอาทิตย์(ไพรานอร์มิเตอร์)



รูปที่ 3.3 วงจรอิเล็คโทรนิคเพื่อลดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์



3.2 ขั้นตอนที่ 2.

การกำหนดระนาบและทิศทางของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของฝุ่นที่มีต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานโดยการเปลี่ยนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแส

ตรง (Friedrich Sick and Thomas Erge, 1996) ฝุ่นละอองที่มาบดบังแสงที่จะส่องไปยังเซลล์แสงอาทิตย์ จึงเป็นสิ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ดังนั้นการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละออง ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ จึงสามารถทำได้ด้วยวิธีการต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงมายังระนาบเอียง 4 ลักษณะ ในทิศทางที่กำหนด 5 ทิศทาง ด้วยวิธีการคำนวณ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการคำนวณดังนี้

ก. ค่ารังสีดวงอาทิตย์รวมที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งสามารถคำนวนได้จากสมการ

$I_t = I_{DN} \cos\theta + I_d + I_r$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ I_t คือ ค่ารังสีดวงอาทิตย์ ที่ตกกระทบลงบนพื้นที่รับแสง

I_{DN} คือ ค่ารังสีตรงดวงอาทิตย์

I_d คือ ค่ารังสีกระจายจากท้องฟ้า

I_r คือ ค่ารังสีกระจายจากสภาพแวดล้อม

ข. ค่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์(Direct Normal Intensity) สามารคำนวณได้จากสมการ

$I_{DN} = A / [\exp (B / \sin\beta)]$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ A คือ ค่าการแผ่รังสีที่ Air Mass = 0

B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของบรรยากาศ(ดูตารางที่ 3.1)

ค. มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์(Solar Altitude, β) คือ มุมระหว่างพื้นราบกับแนวลำแสงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$\sin\beta = \cos L \cos\delta \cos H + \sin L \sin\delta$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ β คือ มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์

L คือ ละติจูดของท้องถิ่น(Local Latitude)

δ คือ มุมเดคลิเนชั่นของดวงอาทิตย์(Solar Declination)

H คือ เวลาสุริยะ(Apparent Solar Time)

ง. มุมอซิมุทของดวงอาทิตย์(Solar Azimuth Angle, ϕ) คือ มุมระหว่างระนาบแนวดิ่งของดวงอาทิตย์กับแนวแกนทิศเหนือและทิศใต้ โดยมีค่าเป็น 0 ที่ทิศใต้

มีค่าเป็นบวกเมื่อวัดไปทางทิศตะวันตกและมีค่าเป็นลบเมื่อวัดไปทางทิศตะวันออก สามารถคำนวณได้จากสมการ

$\cos \phi = (\sin \beta \sin L - \sin \delta) / (\cos \beta \cos L)$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

จ. ค่ามุมตกกระทบของรังสี(Incident Angle, θ) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$\cos \theta = \cos \beta \cos \gamma \sin \Sigma + \sin \beta \cos \Sigma$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ Σ คือ มุมเอียงของพื้นผิวจากระนาบ

โดยที่ความสัมพันธ์ของ มุมอะซิมุทของผิวรับแสง(Surface Azimuth, γ)กับอะซิมุทของดวงอาทิตย์สามารถแสดงได้ในรูปของ

$\gamma = \phi - \Psi$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

ฉ. ค่ารังสีกระจายจากดวงอาทิตย์(Diffuse Solar Radiation, Ids)สามารถคำนวณได้จากสมก เร

$Ids = C\ I_{DN}\ Fss$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ C = ค่าตัวประกอบรังสีกระจาย(Diffuse Radiation Factor)

Fss = ค่ามุมระหว่างผิวรับแสงและท้องฟ้า

โดยค่ามุมระหว่างผิวรับแสงและท้องฟ้า(Fss)สามารถคำนวณได้จากสมการ

$Fss = (1.0 + \cos \Sigma) / 2$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

ช. ค่าการสะท้อนรังสีรวมลงบนพื้นระนาบ(I_{tH})สามารถคำนวณได้จากสมการ

$I_{tH} = I_{DN}(C + \sin\beta)$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

ช. ค่าการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของสภาพแวดล้อมลงบนผิวระนาบต่างๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$Idg = I_{tH}\ \sigma_g\ Fsg$ (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ σ_g คือ ค่าการสะท้อนของพื้นผิว

Fsg คือ ค่ามุมองค์ประกอบระหว่างพื้นผิวและพื้นระนาบ

ค่า Fsg สามารถคำนวณได้จากสมการ

Fsg = (1 - cos Σ) / 2 (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

หากพื้นผิวระนาบรับเฉพาะรังสีจากพื้นดินและท้องฟ้า ค่ามุมองค์ประกอบของท้องฟ้าสามารถหาได้จากสมการความสำพันธ์

Fss = 1 - Fsg (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

ฌ. เวลาสุริยะ(Solar Time)สามารถคำนวณได้จากสมการ

AST = LST + ET + 4(LSM - LON) (American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1989)

โดยที่ AST คือ เวลาสุริยะ

ET คือ สมการเวลา, มีหน่วยเป็นนาที

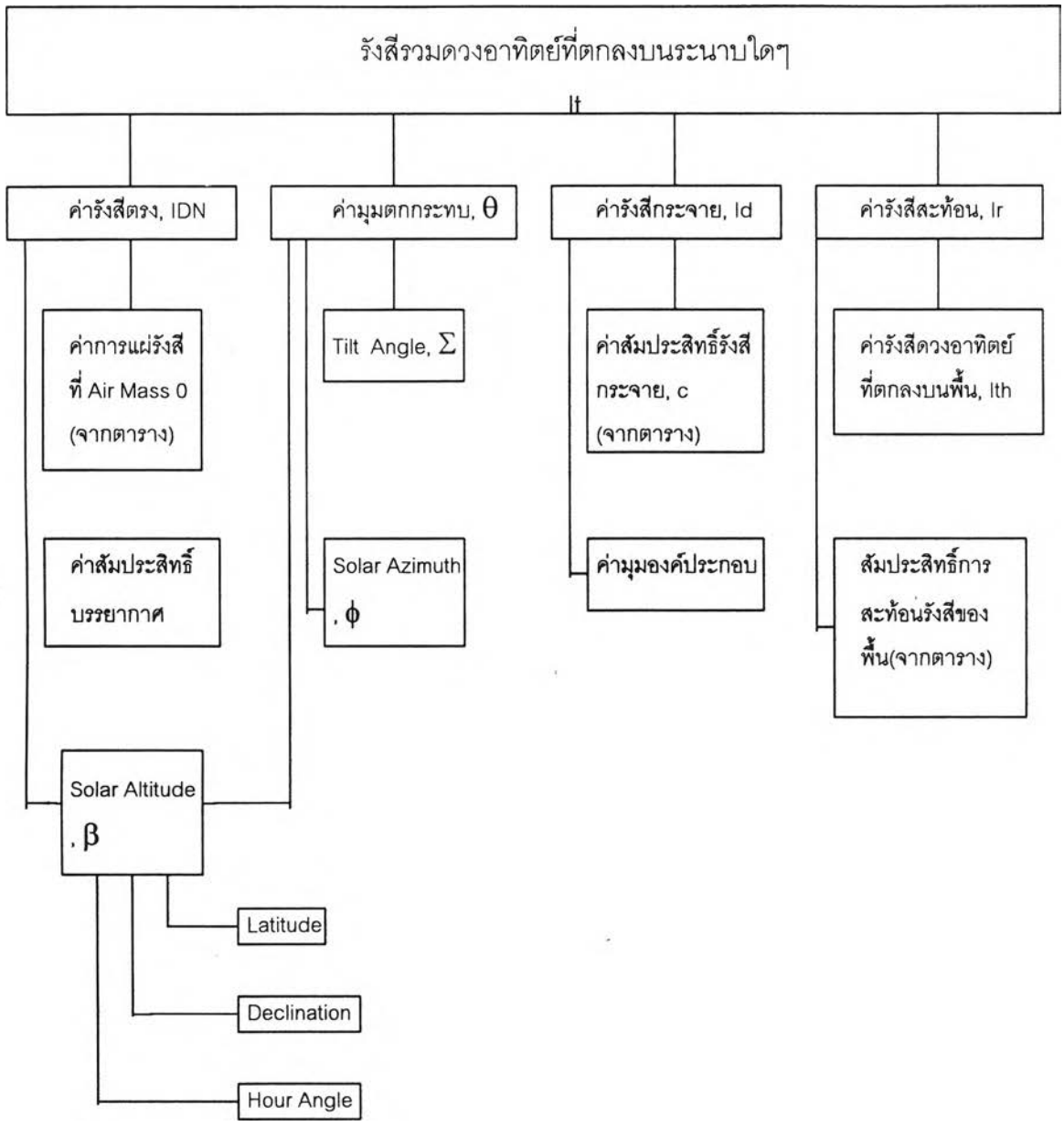
LSM คือ ตำแหน่งของเส้นเมอริเดียนซึ่งใช้คำนวณมาตรฐานเวลา

LON คือ เส้นลองจิจูดของสถานที่ตั้ง

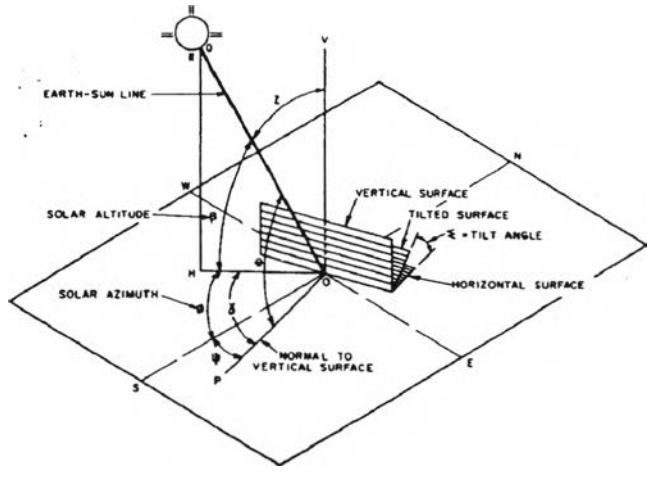
LST คือ เวลามาตรฐานของท้องถิ่น

ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนระนาบและทิศทางต่างๆ เพื่อการตัดสินใจเลือกระนาบและทิศทางของแผงเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนั้นกระทำโดยเลือกวันที่เหมาะสมซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนของวันต่างๆในรอบ 1 ปี โดยวันที่เลือกมาเพื่อทำการคำนวณนั้นได้แก่วันที่ 21 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันที่กลางวันมีระยะเวลายาวนานที่สุด 23 กันยายน ซึ่งเป็นวันทีมีระยะเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่กลางวันมีระยะเวลาสั้นที่สุดและวันที่21 มีนาคมซึ่งเป็นวันที่ระยะเวลากลางวันและกลางคืนมีระยะเวลาเท่ากัน

แผนภูมิที่ 3.1 ผังแสดงขั้นตอนการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกลงบนระนาบต่างๆ



รูปที่ 3.4 ค่ามุมต่างๆของดวงอาทิตย์



ที่มา : American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. 1989 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS. Atlanta : 1986.

ตารางที่ 3.1 ค่าการแผ่รังสีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง(เก็บข้อมูลในวันที่ 21 ของแต่ละเดือน ของปี 1964)

Table 1 Extraterrestrial Solar Radiation Intensity and Related Data for Twenty-First Day of Each Month, Base Year 1964

	I_o Btu/h · ft^2	Equation of Time, min.	Declination, degrees	A Btu/h · ft^2	B (Dimensionless Ratios)	C (Dimensionless Ratios)
Jan	448.8	−11.2	−20.0	390	0.142	0.058
Feb	444.2	−13.9	−10.8	385	0.144	0.060
Mar	437.7	− 7.5	0.0	376	0.156	0.071
Apr	429.9	1.1	11.6	360	0.180	0.097
May	423.6	3.3	20.0	350	0.196	0.121
June	420.2	− 1.4	23.45	345	0.205	0.134
July	420.3	− 6.2	20.6	344	0.207	0.136
Aug	424.1	− 2.4	12.3	351	0.201	0.122
Sep	430.7	7.5	0.0	365	0.177	0.092
Oct	437.3	15.4	−10.5	378	0.160	0.073
Nov	445.3	13.8	−19.8	387	0.149	0.063
Dec	449.1	1.6	−23.45	391	0.142	0.057

ที่มา : American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. 1989 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS. Atlanta : 1986.

ตารางที่ 3.2 ค่าองค์ประกอบรังสีดวงอาทิตย์สำหรับเส้นละติจูดที่ 16 องศาเหนือ

Date	Solar Time	Direct Normal Btu/h-ft²	Solar Heat Gain Factors, Btu/h-ft²																Solar Time
			N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	HOR	
Jan 21	0700	141	5	6	44	92	124	134	126	96	49	6	5	5	5	5	5	5	14	1700
	0800	262	14	15	95	147	210	240	233	189	114	25	14	14	14	14	14	14	79	1600
	0900	300	21	21	32	122	200	244	251	219	152	58	22	21	21	21	21	21	150	1500
	1000	317	26	26	27	66	150	209	233	223	178	102	31	26	26	26	26	26	203	1400
	1100	325	29	29	29	31	77	148	195	210	193	146	75	31	29	29	29	29	256	1300
	1200	327	30	30	30	30	32	72	139	184	199	184	138	72	32	30	30	30	248	1200
	HALF DAY TOTALS		110	117	195	461	760	1000	1096	1020	781	426	231	127	101	110	110	108	905	
Feb 21	0700	182	8	17	84	138	169	172	150	103	36	8	8	8	8	8	8	8	25	1700
	0800	278	12	19	96	180	211	247	224	166	77	18	12	12	12	12	12	12	101	1600
	0900	305	23	24	64	131	214	242	233	188	110	30	23	23	23	23	23	23	171	1500
	1000	319	29	29	33	92	161	202	211	188	126	61	30	28	28	28	28	28	229	1400
	1100	326	32	32	32	37	83	136	167	172	149	102	49	33	32	32	32	32	263	1300
	1200	328	33	33	33	33	34	60	107	142	154	142	106	60	34	33	33	33	275	1200
	HALF DAY TOTALS		126	137	321	609	865	1023	1034	885	581	287	174	132	126	124	124	124	930	
Mar 21	0700	208	11	53	124	172	192	183	145	82	15	10	10	10	10	10	10	10	41	1700
	0800	272	20	50	140	205	239	235	195	123	35	19	19	19	19	19	19	19	130	1600
	0900	299	26	35	109	179	218	225	197	138	57	27	26	26	26	26	26	26	182	1500
	1000	312	31	33	63	120	165	182	172	134	76	34	32	31	31	31	31	31	217	1400
	1100	318	34	35	36	53	87	114	125	116	89	55	36	35	34	34	34	34	240	1300
	1200	320	35	35	36	36	37	47	69	80	93	86	68	47	37	36	36	35	251	1200
	HALF DAY TOTALS		141	226	444	755	928	975	879	643	339	187	153	142	139	139	139	139	2025	
Apr 21	0600	14	2	8	12	14	14	12	8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1800
	0700	197	24	94	153	187	191	167	113	45	14	13	13	13	13	13	13	13	55	1700
	0800	256	27	99	172	218	227	204	150	69	24	22	22	22	22	22	22	22	131	1600
	0900	280	31	79	149	193	208	193	147	77	31	29	29	29	29	29	29	29	197	1500
	1000	293	35	54	102	141	158	151	130	93	37	34	33	33	33	33	33	33	249	1400
	1100	299	38	40	54	72	86	88	78	60	43	38	38	36	36	36	36	36	279	1300
	1200	301	39	39	39	40	40	41	43	45	45	45	43	41	40	39	39	39	289	1200
	HALF DAY TOTALS		178	401	654	859	922	931	853	552	374	359	352	336	333	333	333	333	2457	
May 21	0600	44	14	30	41	41	43	54	19	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1800
	0700	193	50	120	168	191	185	150	93	24	16	16	16	16	16	16	16	16	62	1700
	0800	244	53	132	189	218	215	179	115	38	25	24	24	24	24	24	24	24	133	1600
	0900	268	49	116	175	196	195	162	104	45	32	30	30	30	30	30	30	30	197	1500
	1000	280	47	89	130	151	150	126	84	44	37	35	35	35	35	35	35	35	243	1400
	1100	286	45	63	79	87	83	70	52	48	40	39	38	38	38	39	39	40	273	1300
	1200	288	45	46	44	43	42	41	41	43	43	43	43	43	42	43	44	46	282	1200
	HALF DAY TOTALS		283	575	804	936	897	748	493	237	172	167	167	167	167	168	169	170	1958	
Jun 21	0600	53	20	39	52	55	51	39	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	7	1800
	0700	188	43	128	172	190	179	141	80	20	16	16	16	16	16	16	16	16	64	1700
	0800	238	46	142	194	215	207	167	99	33	25	25	25	25	25	25	25	25	125	1600
	0900	264	43	130	178	199	198	164	93	37	31	31	31	31	31	31	31	33	194	1500
	1000	278	39	104	148	164	165	135	90	39	37	36	36	36	36	36	36	38	244	1400
	1100	279	37	76	90	92	82	63	46	48	40	39	39	39	39	40	42	43	268	1300
	1200	281	37	54	50	45	43	42	41	48	43	41	41	41	42	42	45	50	277	1200
	HALF DAY TOTALS		358	648	850	929	876	780	480	194	174	171	171	171	171	173	176	190	1049	
Jul 21	0600	41	14	29	39	42	40	31	18	4	3	3	3	3	3	3	3	3	6	1800
	0700	184	51	118	164	183	179	145	88	23	16	16	16	16	16	16	16	17	62	1700
	0800	236	55	132	187	214	210	174	111	37	25	25	25	25	25	25	25	26	133	1600
	0900	259	52	117	170	196	193	163	106	44	32	31	31	31	31	31	31	33	198	1500
	1000	272	50	92	131	151	148	123	81	44	38	36	36	36	36	36	36	38	244	1400
	1100	278	49	66	81	88	83	68	52	42	41	40	39	39	39	40	40	42	269	1300
	1200	279	48	48	46	44	43	42	42	42	42	42	42	42	42	43	44	46	277	1200
	HALF DAY TOTALS		296	580	799	903	878	739	478	215	176	172	171	171	171	172	173	182	1043	
Aug 21	0600	11	2	7	10	12	12	10	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1800
	0700	180	26	92	145	176	180	156	109	42	15	14	14	14	14	14	14	14	24	1700
	0800	240	30	100	168	208	219	196	143	65	25	23	23	23	23	23	23	23	125	1600
	0900	266	33	82	135	190	203	187	142	74	33	30	30	30	30	30	30	30	199	1500
	1000	279	37	58	104	140	155	147	117	79	39	36	35	35	35	35	35	35	249	1400
	1100	285	40	42	57	75	86	87	78	59	44	40	39	38	38	38	38	39	272	1300
	1200	287	41	41	41	42	42	43	44	45	46	45	44	43	42	41	41	41	282	1200
	HALF DAY TOTALS		391	410	666	837	891	817	624	339	289	267	265	264	263	261	261	264	1883	
Sep 21	0700	179	12	50	114	158	176	168	133	56	19	11	11	11	11	11	11	11	39	1700
	0800	233	21	69	134	196	227	224	186	119	36	20	20	20	20	20	20	20	116	1600
	0900	261	28	36	106	173	213	217	191	134	57	28	27	27	27	27	27	27	185	1500
	1000	295	32	34	61	118	161	178	168	132	76	53	33	32	32	32	32	32	238	1400
	1100	302	35	36	37	54	75	113	123	114	88	56	38	36	35	35	35	35	271	1300
	1200	304	36	36	37	38	39	49	69	86	93	86	69	48	38	38	37	36	282	1200
	HALF DAY TOTALS		446	726	973	722	885	931	843	652	319	192	159	148	145	144	144	144	991	
Oct 21	0700	166	8	18	79	128	156	159	139	94	33	9	8	8	8	8	8	8	25	1700
	0800	298	17	20	95	174	223	237	215	159	74	19	17	17	17	17	17	17	99	1600
	0900	292	24	25	63	150	209	233	225	182	106	33	24	24	24	24	24	24	170	1500
	1000	307	29	30	34	92	158	197	209	183	130	60	31	29	29	29	29	29	224	1400
	1100	314	32	32	33	39	83	133	163	167	145	100	49	34	32	32	32	32	258	1300
	1200	316	33	33	33	34	35	40	105	139	150	138	104	60	35	34	33	33	270	1200
	HALF DAY TOTALS		425	541	388	592	836	986	996	852	563	283	175	136	128	125	123	123	911	
Nov 21	0700	134	5	6	43	89	119	129	120	92	47	6	5	5	5	5	5	5	14	1700
	0800	253	15	15	55	145	208	235	228	185	111	25	15	15	15	15	15	15	78	1600
	0900	295	21	21	33	128	197	241	247	213	150	57	22	21	21	21	21	21	149	1500
	1000	313	26	26	26	67	147	206	230	220	176	100	31	26	26	26	26	26	204	1400
	1100	320	29	29	29	31	77	146	192	209	191	144	74	31	29	29	29	29	234	1300
	1200	322	30	30	30	30	32	72	137	181	196	181	137	72	32	30	30	30	246	1200
	HALF DAY TOTALS		382	413	497	456	749	983	1077	1001	767	420	210	128	112	112	112	112	799	
Dec 21	0700	118	4	5	30	72	101	112	107	85	48	7	4	4	4	4	4	4	10	1700
	0800	255	13	14	41	132	198	233	231	198	124	33	13	13	13	13	13	13	69	1600
	0900	287	20	20	25	108	191	241	254	227	165	72	21	20	20	20	20	20	138	1500
	1000	305	25	25	26	56	144	208	239	233	192	117	33	25	25	25	25	25	191	1400
	1100	313	28	28	28	29	73	150	209	228	207	161	86	30	28	28	28	28	233	1300
	1200	315	29	29	29	29	30	77	149	197	212	196	149	76	30	29	29	29	214	1200
	HALF DAY TOTALS		404	405	459	482	710	975	1099	1050	836	484	228	125	101	104	104	104	748	

	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	HOR	Solar Time

ที่มา : American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

1989 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS. Atlanta : 1986.

ตารางที่ 3.3 ค่าการสะท้อนรังสีของวัสดุต่างๆ

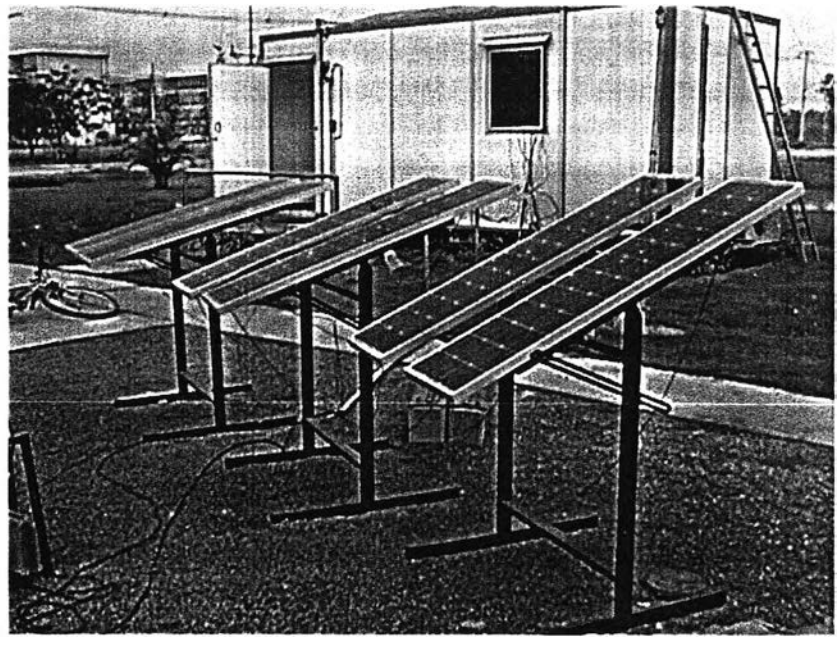
	Incident Angle					
Foreground Surface	20	30	40	50	60	70
New Concrete	0.31	0.31	0.32	0.32	0.33	0.34
Old Concrete	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.25
Bright Green Grass	0.21	0.22	0.23	0.25	0.28	0.31
Crushed Rock	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Bitumen and Gravel Roof	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Bituminous Parking Lot	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12

ที่มา : American Society of heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. **1989 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS**. Atlanta : 1986.

3.2.2นำผลที่ได้จากการคำนวณมาศึกษาเปรียบเทียบหาทิศทางและระนาบเอียงที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการทดลอง โดยเลือกชุดของผลข้อมูลที่มีความเหมาะสมจำนวนหนึ่ง ซึ่งพิจารณาจากระนาบและทิศทางที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากเป็นระยะเวลายาวนานใกล้เคียงกันจำนวน 4 ชุดเพื่อการศึกษาทดลอง ทั้งนี้จะมีชุดการทดลอง 1 ชุด ที่ระนาบของแผงเซลล์วางราบขนานกับพื้นเพื่อให้แผงเซลล์ได้มีโอกาสรับฝุ่นมากที่สุด เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองในสภาพแวดล้อมจริง

3.2.3 ในชุดการทดลองแต่ละชุดจะประกอบด้วยแผงเซลล์จำนวน 2 แผง โดยเซลล์แผงหนึ่งจะได้รับการทำความสะอาดอยู่ตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ส่วนอีกแผงหนึ่งปล่อยให้ฝุ่นจับ ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงเซลล์ที่มีฝุ่นจับและแผงเซลล์ที่สะอาด เพื่อทราบถึงอิทธิพลของฝุ่นที่มีต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งทำการติดตั้งโดยการวางในระนาบต่างๆ และระยะเวลาในการก่อตัวของฝุ่นภายในช่วงเวลาระหว่างการทดลอง ดูรูป ที่ 3.6

รูปที่ 3.6 การติดตั้งชุดเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการทดลอง



รายละเอียดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ : เซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในการทดลองมีขนาด กว้าง 32.9 **เซนติเมตร** ยาว 129 **เซนติเมตร ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด** 53 **วัตต์ กระแสไฟฟ้า** 3.05 **แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า** 18.8 **โวลท์**

3.3 ขั้นตอนที่ 3

การศึกษาอิทธิพลของฝุ่นต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การศึกษาอิทธิพลของฝุ่นที่ส่งผลกระทบต่อเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริงนั้น สามารถทำได้โดย

3.3.1 ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการทดลอง ตามทิศทางและระนาบที่เลือกได้จากการคำนวนตามรูปแบบซึ่งกำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 และทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อรับกระแสไฟฟ้าที่ได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะใช้ขดลวดความร้อนขนาด 300 วัตต์ เพื่อรับกระแสไฟฟ้าที่ได้จากระบบ

3.3.2 ในการทดลองจะทำการติดตั้งเครื่องมือต่างๆ เพื่อวัดค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยข้อมูลของตัวแปรที่ต้องการวัดและบันทึก ได้แก่

ก. ค่า Solar Radiation

ข. อุณหภูมิเซลล์และอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

ค. ความเร็วลม

ง. ปริมาณฝุ่นละอองที่ตกลงบนผิวหน้าเซลล์

จ. แรงดันไฟฟ้า

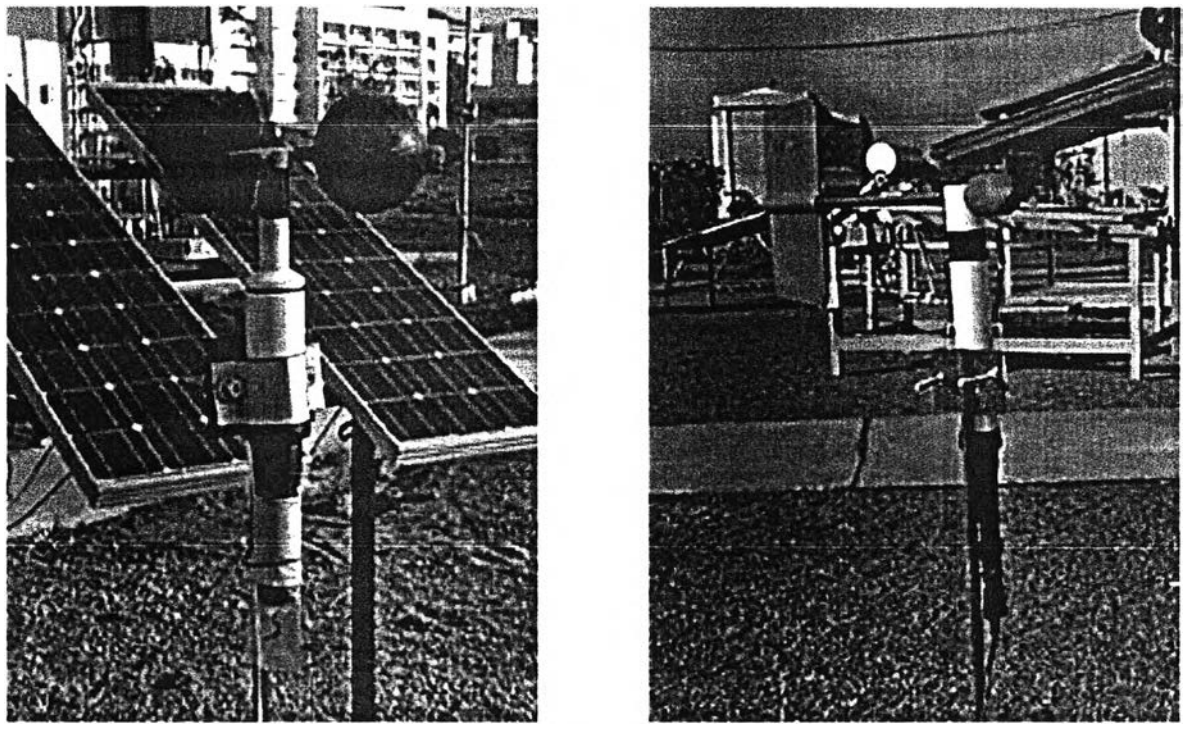
ฉ. ค่ากระแสไฟฟ้า

ช. กำลังไฟฟ้า

การวัดค่า Solar Radiation อุณหภูมิเซลล์ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะใช้วิธีการวัดลักษณะเดียวกับข้อที่ 1

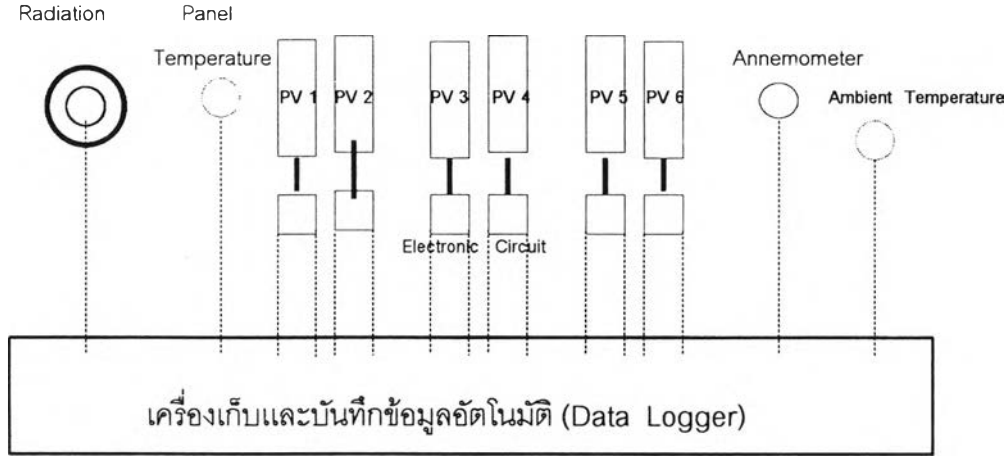
การวัดค่าความเร็วลมจะทำการติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมในบริเวณที่ทำการทดลองโดยทำการติดตั้งในระดับเดียวกับระดับที่ทำการทดลอง ทำการเก็บบันทึกผลข้อมูลลงในดาต้าล็อกเกอร์ (ดูรูปที่ 3.6)

รูปที่ 3.6 เครื่องวัดความเร็วลมและเครื่องวัดทิศทางลม



เครื่องวัดความเร็วลม **เครื่องวัดทิศทางลม**

รูปที่ 3.7 ผังการติดตั้งเครื่องเก็บข้อมูลอิเล็คโทรนิค

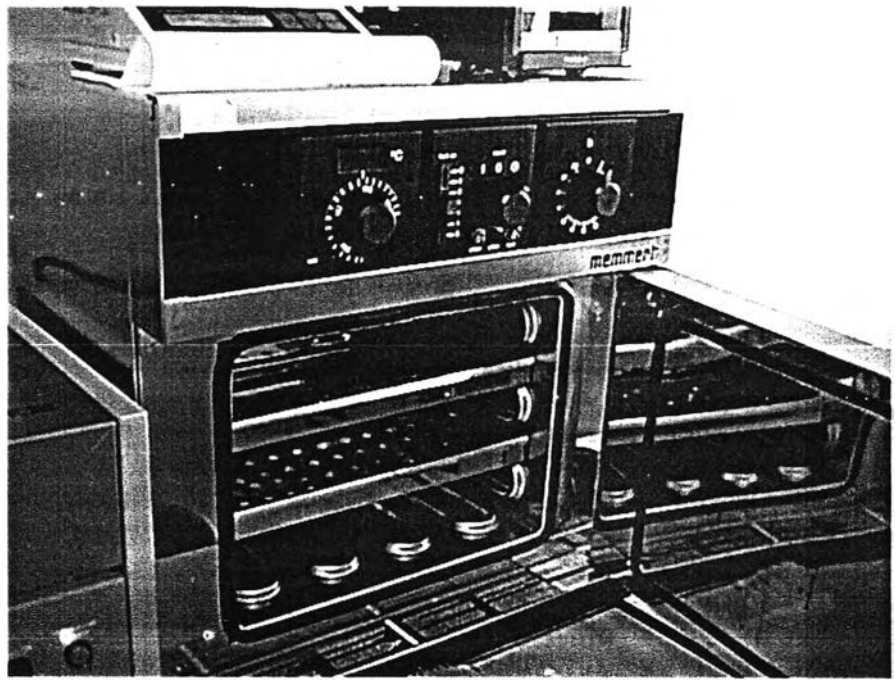


การวัดฝุ่นละอองซึ่งตกลงบนผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ ทำโดยใช้เครื่องดูดฝุ่นซึ่งมีการติดตั้งกระดาษกรองดูดฝุ่นละอองทำกากดูดฝุ่นบริเวณผิวหน้าเซลล์ (ดูรูปที่ 3.8) จากนั้นจึงนำฝุ่นที่ได้ไปหาปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก (ดูรูป 3.9) โดยก่อนที่จะนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักและก่อนที่จะนำกระดาษกรองมาใช้ในการทดลองกระดาษกรองจะต้องผ่านการอบความร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (ดูรูป 3.10) จากนั้นอบด้วยการดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ดูรูป 3.11)

3.3.3 ทำการทดลองโดยการวัดและเก็บบันทึกผลข้อมูลจากการศึกษา เพื่อการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบค่าตัวแปรต่างๆที่วัดได้

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

รูปที่ 3.10 เครื่องอบกระดาษกรอง



รูปที่ 3.11 เครื่องดูดความชื้น