บทที่ 2
ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ คือ อุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ส่วนใหญ่ผลิตจากซิลิคอนด้วยวิธีการโดปปิ้งเพื่อให้เกิดประจุอิสระได้แก่ อิเล็กตรอน และ โฮล ซึ่งก็คือการเติมสารฟอสฟอรัสในซิลิคอนทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระเรียกว่า n-type ส่วนการเติมสารโบรอนในซิลิคอนทำให้เกิดประจุบวกอิสระ (โฮล) เรียกว่า p-type เมื่อนำ n-type และ p-type มาประกบกันด้วย p-n junction ซึ่งทำให้เกิดเป็นเซลล์แสงอาทิตย์

1.1 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพ และราคาที่แตกต่างกัน โดยเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ(การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, 2552)

1.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน

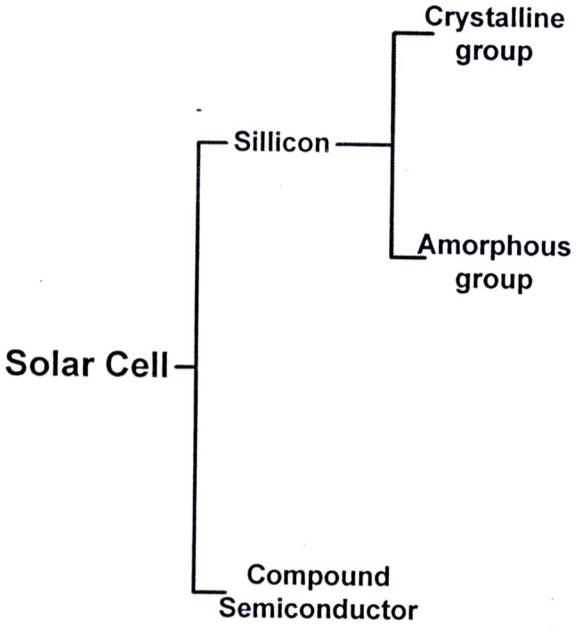
เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอนจะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ

(1) แบบที่เป็นรูปผลึก (Crystal) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Photovoltaic cell) และ ชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Photovoltaic cell) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนได้รับความนิยมและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย นิยมใช้งานในพื้นที่เฉพาะ ได้แก่ ในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้เป็นหลัก ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวมซิลิคอนต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนร้อยละ 10

(2) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) ผลของสารอะมอร์ฟัสจะทำให้เกิดเป็นฟิล์มบางของซิลิคอน ซึ่งมีความบางประมาณ 300 นาโนเมตร ทำให้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อวัสดุ น้ำหนักเบา การผลิตทำได้ง่าย และข้อดีของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส คือ ไม่เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม จึงเหมาะที่จะประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟอย่างประหยัด เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ วิทยุทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

1.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน

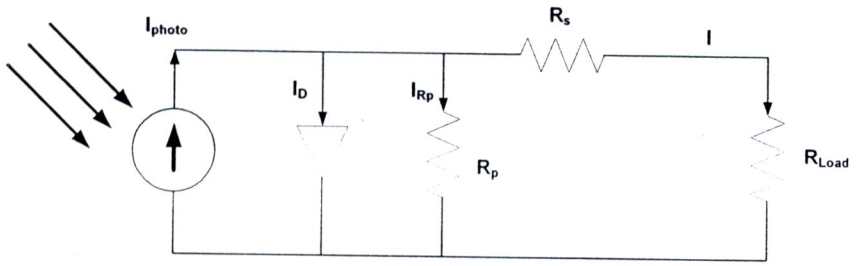
เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้ จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีราคาสูงมากไม่นิยมนำมาใช้ทั่วไป จึงใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนากระบวนการการผลิตสมัยใหม่จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต



ภาพที่ 2.1 เซลล์แสงอาทิตย์แบ่งตามสารประกอบที่เป็นซิลิคอน

1.2 วงจรสมมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสง จะแทนเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยวงจรสมมูล (Equivalent circuit) ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งประกอบด้วย แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อขนานกับไดโอด (รอยต่อพี-เอ็น) โดยกำหนดให้แหล่งจ่ายกระแสเป็นแบบกระแสคงที่ ซึ่งแปรผันตามความเข้มแสงที่ตกกระทบบนเซลล์ ความต้านทานอนุกรม (Series resistance: R_S) เป็นค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นจากจุดเชื่อมต่อ (wiring contact) ระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับเซลล์ ส่วนความต้านทานชั้นท์ (Parallel resistance: R_p) เกิดขึ้นเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าในลักษณะไบอัสย้อนกลับให้กับไดโอดซึ่งทางอุดมคติจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับ แต่ในความเป็นจริงนั้นมีกระแสไหลย้อนกลับในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่ามีเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้ ดังนั้น จึงแทนด้วยความต้านทานขนานซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับความต้านทานอนุกรมซึ่งมีค่าต่ำมาก จากแบบจำลองทางสถิตย์ในรูปที่ 2.2 จะได้สมการทางสถิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีโซลิดสเตทฟิสิกส์ (Solid-State physic theory) ดังสมการที่ (2.1), (2.2), (2.3) และ (2.4) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)



ภาพที่ 2.2 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง I-V ของไดโอด (Krauter, 2006)

$$I = I_{photo} - I_o\left(\exp\frac{q(V+IR_s)}{kT} - 1\right) - I_{R_p} \tag{2.1}$$

$$R_p = R_{p,dark} \cdot e^{-\alpha E} \tag{2.2}$$

$$I_{R_p} = \frac{V+IR_s}{R_p}\left(1 + a\left(1 - \frac{V+IR_s}{V_{br}}\right)^{-m}\right) \tag{2.3}$$

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง I-V ของเซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์ได้เป็น

$$I = I_{photo} - I_o\left(\exp\frac{q(\sum V+IR_s)}{kT} - 1\right) - I_{R_p} \tag{2.4}$$

I_o กระแสอิ่มตัวของไดโอด (A)

I_{photo} กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งพลังงานแสง (A)

I_{R_p} กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานขนาน (A)

k ค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ $\left(1.381\times10^{-23}\ J/K\right)$

q ประจุของอนุภาคตัวนำ $\left(1.602\times10^{-19}\ C\right)$

R_p ความต้านทานขนาน (Ω)

R_s ความต้านทานอนุกรม (Ω)

T อุณหภูมิ (K)

V_{br} แรงดันเบรกดาวน์ (V)

α Coefficient for dependence of irradiance in R_p, in $\left(m^2/W\right)$

a Avalanche factor

m Avalanche exponent

1.3 ปัจจัยที่ลดทอนประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานและประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับทั้งปัจจัยภายนอกและสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความต้านทานขนานและความต้านทานอนุกรม เป็นต้น เซลล์แสงอาทิตย์มีสมบัติเหมือนกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นนั่นคือ ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงระยะห่างของแถบพลังงานจะลดลงเป็นผลให้แรงดันขาออกของเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าน้อยลง แต่ไม่ทำให้กระแสลัดวงจรเปลี่ยนแปลง กระแสลัดวงจรหรือกระแสสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์มีค่าน้อย เช่น ในวันที่ท้องฟ้ามืดครึ้มมีเมฆบดบัง การบังเงาเนื่องจากเงาต้นไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ค่าความต้านทานอนุกรมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้แรงดันขาออกมีค่าลดลงแต่จะไม่มีผลทำให้ค่าแรงดันวงจรเปิดลดลง หากค่าความต้านทานนี้มีมากจะทำให้กระแสลัดวงจรลดลงลักษณะกระแสและแรงดันจะเป็นเส้นตรงส่วนความต้านทานขนานหากมีค่าน้อยลงเล็กน้อยจะไม่มีผลต่อแรงดันวงจรเปิดและกระแสลัดวงจร แต่หากค่าความต้านทานขนานมีค่าลดลงมากจะเป็นผลทำให้แรงดันวงจรเปิด (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

1.4 สมบัติทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

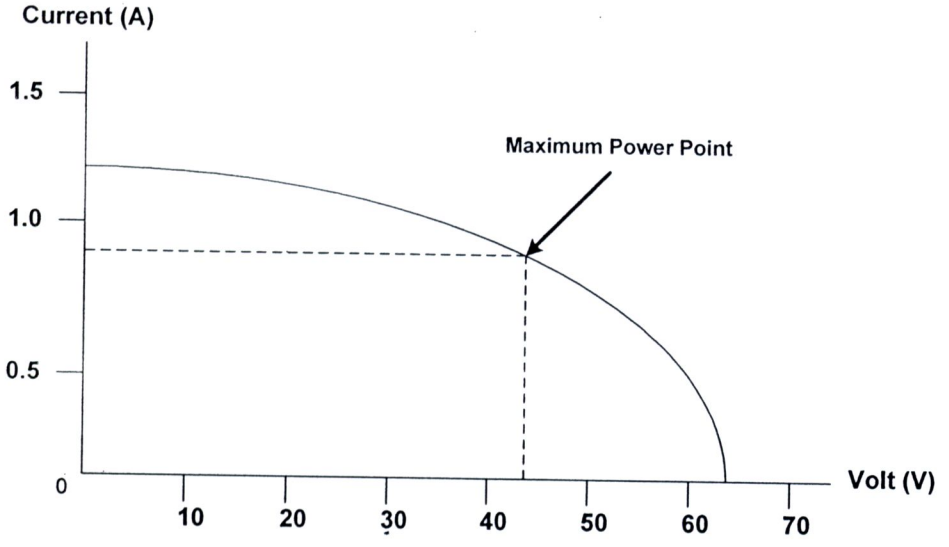
ในการทดลองนี้จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส รุ่น BS-40 ของบริษัทบางกอกโซลาร์ประเทศไทย ประสิทธิภาพประมาณ 5-6 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบคุณสมบัติเซลล์แสงอาทิตย์รุ่น BS-40 ของผู้ผลิตแสดงดังตารางที่ 1 และกราฟคุณลักษณะกระแสกับแรงดันไฟฟ้าดังภาพที่ 2.6 (บางกอกโซลาร์, 2551)

ตารางที่ 2.1 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ BS – 40 ที่ภาวะทดสอบมาตรฐาน*

พารามิเตอร์	ค่าที่ทดสอบได้	หน่วย
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	40	Watt
แรงดันวงจรเปิด	62.2	Volt
แรงดันใช้งาน	44.8	Volt
แรงดันสูงสุด	600	Volt
กระแสใช้งาน	0.90	Amp
กระแสลัดวงจร	1.16	Amp
ขนาด	635x1,245	mm x mm

* ค่าพิกัดที่ภาวะทดสอบมาตรฐาน STC: 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตรที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและมวลอากาศ 1.5

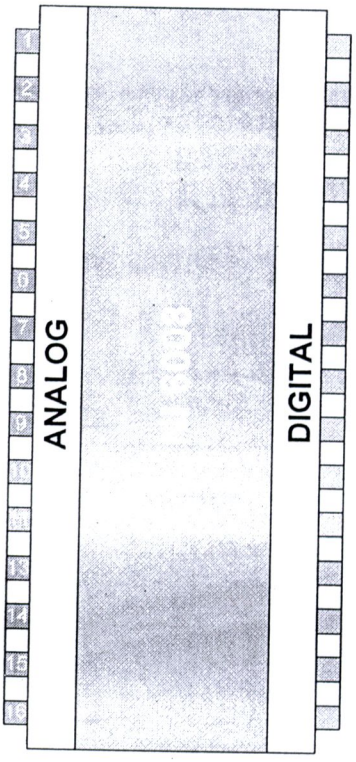
เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง โดยปริมาณแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ภาพที่ 2.3 แสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากบริษัท บางกอกโซลาร์ รุ่น BS-40 ค่าที่แสดงประกอบด้วยกระแสลัดวงจร (I_{SC}) คือค่าของกระแสเมื่อแรงดันเป็นศูนย์โดยการลัดวงจร และเมื่อวงจรเปิดจะได้ค่าจุดตัดแกนแรงดันเรียกว่าค่าแรงดันเปิดวงจร (V_{OC}) เมื่อนำค่ากระแสคูณกับแรงดันก็จะได้กำลังของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในกราฟต้องเพียงมีจุดเดียวที่มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเรียกว่า Maximum Point Power MPP ส่วนกระแสที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ Maximum Power Point Current ส่วนแรงดันที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดคือ Maximum Power Point Voltage โดยการต่อโหลดในสภาวะแวดล้อมควบคุม จากข้อมูลของผู้ผลิตที่ทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะการทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Condition : STC) คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยมี Air Mass (AM) 1.5 และอุณหภูมิแวดล้อมที่ 25 องศาเซลเซียส (บางกอกโซลร์, 2552)



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ รุ่น BS-40

2. วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D)

ในการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D) โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะแปลงสัญญาณแรงดัน ± 5 โวลต์ เป็นสัญญาณดิจิตอล ในงานวิจัยนี้ใช้ A/D board รุ่น NI 6008 ของ National Instrument ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ สามารถรับสัญญาณอนาล็อกอินพุตได้ 8 ช่องสัญญาณ สำหรับการวัดค่าแบบกราวด์ร่วม (Single-Ended) ข้อมูลดิจิตอลจำนวน 12 bit และอัตราการแซมปลิ้งสัญญาณได้ถึง 10 kS/s วัดค่าสัญญาณเข้าได้ถึง ±10 โวลต์ สัญญาณรบกวนของระบบ 5 mV

MODULE	Terminal	Signal Single-Ended Mode
	1	GND
	2	AI 0
	3	AI 4
	4	GND
	5	AI 1
	6	AI 5
	7	GND
	8	AI 2
	9	AI 6
	10	GND
	11	AI 3
	12	AI 7
	13	GND
	14	Ao 0
	15	Ao 1
	16	GND

ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (NI 6008)

3. ซอฟแวร์ที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้เลือกซอฟแวร์ที่เป็น Open Source รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล		
ซอฟแวร์	**ทำหน้าที่**	**สาเหตุที่เลือกใช้**
MySQL	เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล และเป็นตัวกลางในระบบติดต่อระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล	- เป็นฟรีแวร์ - เหมาะกับฐานข้อมูลที่ใช้ในวิจัยนี้ (ขนาดไม่เกิน 4 GB) - ใช้ทรัพยากรต่ำ
PHP	ประมวลผลที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ แล้วส่งผลลัพธ์ไปแสดงผลที่ฝั่งไคลเอ็นต์ผ่านบราวเซอร์	- เป็นฟรีแวร์ - ทำงานร่วมกับ MySQL ได้ดี
phpMyAdmin	เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์	- สะดวกในการจัดการฐานข้อมูล - เป็นฟรีแวร์

ตารางที่ 2.3 ซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบแสดงข้อมูล

ระบบแสดงข้อมูล		
ซอฟแวร์	**ทำหน้าที่**	**สาเหตุที่เลือกใช้**
HTML	ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลของข้อมูลบนหน้าเว็บเพจโดยมีแท็กซึ่งเป็นคำสั่งเพื่อกำหนดให้บราวเซอร์แสดงข้อมูลตามแท็กคำสั่งที่บอกมา	- เป็นภาษามาตรฐานสามารถทำงานได้กับเบราเซอร์ทุกตัว
CSS	ช่วยในส่วนที่ HTML ทำไม่ได้หรือทำได้ยาก เช่น สีอักษร สีพื้นหลัง ขนาดตัวอักษร จัดการเลย์เอ้าท์ ให้สวยงาม ฯลฯ	- ลดขนาดของโค๊ดใน HTML ทำให้โหลดหน้าเว็บเพจได้เร็วขึ้น - ทำให้หน้าเว็บเพจสวยงามดูข้อมูลได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 2.4 ซอฟแวร์ที่ใช้ในงานวิจัยระบบ SEVER

ระบบ SERVER		
ซอฟแวร์	ทำหน้าที่	สาเหตุที่เลือกใช้
Apache	ทำหน้าที่เป็น Web Server ในการจัดเก็บโฮมเพจ และ ส่งโฮมเพจไปยังบราวเซอร์ที่มีการเรียกเข้ายัง Web Server ที่เก็บโฮมเพจ	- เป็นฟรีแวร์ - เพื่อกำหนด IP Address ใช้อ้างอิง - เพื่อกำหนด Port ในการเชื่อมต่อ

4. ระบบสื่อสารข้อมูล

เมื่อคอมพิวเตอร์มีการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น หรือ เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หลายเครื่องเข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่าย จำเป็นต้องมีมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลเดียวกันซึ่งหน่วยงานที่ริเริ่มเรื่องนี้คือ International Standards Organization หรือ ISO ซึ่งทำหน้าที่จัดการกำหนดโครงสร้างทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่งขึ้น จุดมุ่งหมายก็เพื่อให้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์สามารถรับส่งข้อมูลกันได้อย่างอิสระ ซึ่งเป็นการทำงานที่เรียกว่า ระบบเปิด (Open System) เรียกโครงสร้างของมาตรฐานการรับส่งข้อมูลนี้ว่า Open system Interconnection หรือ OSI ซึ่งจัดทำขึ้นราวกลางปี ค.ศ. 1970 และใช้อ้างอิงกันมาจนถึงยุคปัจจุบัน OSI แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน โดยคอมพิวเตอร์ทั้งสองระบบจะมีขั้นตอนทั้ง 7 เหมือนกันทั้งสองฝ่ายเรียกการสื่อสารข้อมูลนี้ว่า OSI 7 - Layer Reference Model (สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ต้น ตัณฑ์สุทธิวงศ์ และสุพจน์ ปุณณชัยยะ, 2545)

4.1 มาตรฐานการรับส่งข้อมูล

ประมาณสองทศวรรษที่ผ่านมาระบบเครื่องมือวัดคุมใช้มาตรฐาน IEEE 488 หรือเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า GPIB เพื่อเป็นกำหนดในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์ และกับอุปกรณ์อื่น ๆ แต่เนื่องจากมีขีดจำกัดด้านระยะทางและประสิทธิภาพของ IEEE 488 ที่อนุญาตให้ความยาวสายเคเบิลสูงสุดไม่เกิน 6 ฟุต จึงมีการพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐานใหม่ซึ่งก็คือมาตรฐาน IEEE 802 Local and Metropolitan Area Network Standard Committee สามารถใช้งานได้ที่ระยะทางไกลถึง 200 เมตร ระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งการรับส่งข้อมูลมาตรฐาน IEEE 802 ที่ใช้กับระบบสาย Lan (สถาบันราชภัฏจันทรเกษม, ม.ป.ป) แยกออกเป็น 3 มาตรฐานใหญ่ ๆ คือ 1.Ethernet (IEEE 802.3) 2.Arcnet (IEEE 802.4) 3.Token-Ring (IEEE802.5) (รัชนัย อินทุใส, 2545) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบตรวจวัดเซลล์

แสงอาทิตย์โดยอ้างอิงมาตรฐาน Ethernet (IEEE 802.3) เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวกับการใช้ระบบ Lan

4.2 โปรโตคอล TCP/IP

การติดต่อสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันในระบบจำเป็นต้องมีภาษาสื่อสารหรือเรียกว่าโปรโตคอล (Protocol) แบบเดียวกันจึงจะสามารถติดต่อกันได้ (วันชัย แซ่เตีย และสิทธิชัย ประสานวงศ์, 2545)โดยโปรโตคอลที่มีบทบาทสำคัญในการทำงานเครือข่ายอินเตอร์เน็ต คือ Internet Protocol เนื่องจากเมื่อโปรโตคอลอื่น ๆ ต้องการส่งผ่านข้อมูลข้ามเครือข่ายในอินเตอร์เน็ตนั้น จะต้องอาศัยการผนึกข้อมูล (Encapsulation) ไปกับโปรโตคอล IP ที่มีกลไกการระบุเส้นทาง (Route Service) ผ่าน Gateway หรือ Router เพื่อนำข้อมูลไปยังเครือข่ายและเครื่องปลายทางที่ถูกต้องเนื่องจากกลไกระบุเส้นทางจะทำงานที่โปรโตคอล IP เท่านั้น และด้วยเหตุนี้เราจึงเรียก IP ว่าเป็นโปรโตคอลที่มีความสามารถระบุเส้นทางการส่งผานของข้อมูลได้ (สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ต้น ตัณฑ์สุทธิวงศ์ และ สุพจน์ ปุณณชัยยะ, 2545)

4.3 การอ้างอิงอุปกรณ์ในเครือข่าย

การเชื่อมโยงอุปกรณ์เข้าด้วยกันให้สามารถแชร์การใช้อุปกรณ์ร่วมกันได้ หรือสามารถส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างกันได้ถูกต้อง จำเป็นต้องมีการกำหนดหรือระบุเลขหมายของอุปกรณ์ทุกชิ้นทุกชนิดในเครือข่าย เพื่อให้อ้างอิงได้โดยไม่ซ้ำกัน เพราะถ้าซ้ำกันแล้วการรับส่งข้อมูลอาจไม่ถึงมือผู้รับได้อย่างถูกต้อง เลขหมายดังกล่าวจะเรียกว่า แอดเดรส (address) หรือเลขหมายประจำตัวที่มีข้อกำหนดเป็นมาตรฐาน ซึ่งในการใช้งานโปรโตคอล TCP/IP ที่เชื่อมโยงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนี้ เลขหมายที่ใช้อ้างอิงถึงกันจะใช้เป็นตัวเลขที่เรียกว่า IP Address (Internet Protocol Address) ถูกกำหนดขึ้นมาให้เป็นหมายเลขอ้างอิงประจำตัวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยการกำหนด IP Address ให้แต่ละเครื่องหรือแต่ละอุปกรณ์นี้จะต้องไม่ซ้ำกันซึ่ง IP Address จะเป็นตัวเลขขนาด 32 บิต ถูกแบ่งออกเป็นส่วนละ 8 บิต รวมเป็น 4 ส่วน และคั่นแต่ละส่วนด้วยเครื่องหมายจุด (.) ดังนั้นค่าตัวเลขแต่ละส่วนจะมีได้ตั้งแต่ 0ถึง 255 เช่น 205.144.78.1 หรือ 10.0.0.1 (สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ต้น ตัณฑ์สุทธิวงศ์ และ สุพจน์ ปุณณชัยยะ, 2545)

4.4 World Wide Web

World Wide Web ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ.1980 ทิม เบอร์เนอร์ส-ลี (Tim Berners-Lee) แห่งห้องปฏิบัติการวิจัยทางอนุภาคฟิสิกส์ของทวีปยุโรป (The Eouropean Laboratory for Particle Physics) กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ด้วยวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการให้นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ของสถาบันสามารถค้นหาผลการวิจัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จากศูนย์ข้อมูลของสถาบันฯได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ปัจจุบัน WWW เป็นรูปแบบหนึ่งของระบบการเชื่อมโยงเครือข่ายข่าวสาร ใช้ในการค้นหาข้อมูลข่าวสารบนอินเตอร์เน็ตจากแหล่งข้อมูลไปยังแหล่งข้อมูลที่อยู่ห่างไกล โดยแสดงผลอยู่ในรูปแบบของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 12 มี.ค. 2556
เลขทะเบียน 208858
เลขเรียกหนังสือ

เอกสารที่เรียกว่าไฮเปอร์เท็กซ์ (Hyper Text) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลชนิดหนึ่งทำหน้าที่รวบรวมข่าวสารข้อมูลที่มีอยู่กระจัดกระจายไปในที่ต่าง ๆ ทั่วโลกให้สามารถนำมาใช้งานได้เสมือนอยู่ในที่เดียวกัน (จิตเกษม พัฒนาสิริ, 2539) ส่วน HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) ที่อยู่ข้างหน้า WWW เป็นโปรโตคอลที่ใช้ส่งข้อมูลประเภทเว็บเพจที่อยู่บน Web Server มาให้คอมพิวเตอร์ที่ร้องขอข้อมูลผ่านทางโปรแกรมเบราเซอร์ (พิศาล พิทยาธุรวิวัฒน์, 2551)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kostas et al. (2005) ได้พัฒนาระบบเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนสำหรับติดตามและประเมินผลโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ จากผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ทนสภาพภูมิอากาศที่ทำการวัดจากโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนแต่ละที่โดยเมื่อทำการวัดเสร็จจะส่งเข้าฐานข้อมูลของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้การส่งคลื่น RF สำหรับโรงไฟฟ้าที่อยู่ใกล้เซิร์ฟเวอร์ และใช้โปรโตคอล TCP/IP สำหรับโรงไฟฟ้าที่อยู่ไกลไม่สามารถส่งแบบ RF ได้

Benghanem & Maafi (1997) ได้ทำการตรวจพัฒนาระบบตรวจวัดประสิทธิภาพของสถานีผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการตรวจวัดสถานีผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ แต่ละสถานีโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แปลงสัญญาณอนาล็อกจากเซนเซอร์ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งไปเก็บในฐานข้อมูลพร้อมทั้งมีการแสดงข้อมูลแบบ Real-Time ในการส่งข้อมูล สำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลกันจะใช้ Wan Telephone Network ส่งผ่าน Modem

Wlodzimierz (2006) นำเสนอเครื่องมือตรวจสอบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าทางไฟฟ้า ค่าสภาพภูมิอากาศ ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีระบบวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลผ่านเว็บไซน์ซึ่งแสดงผลบนหน้าเว็บเบราเซอร์โดยการล็อกอินเข้าไปในเว็บไซน์ Solar Lab

Won-Suk et al. (2008) นำเสนอระบบตรวจสอบและบันทึกข้อมูลโดยใช้ Wireless ในการส่งสัญญาณจากเซนเซอร์มายังคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้บันทึกข้อมูล และแสดงข้อมูลผ่านเว็บเบราเซอร์ โดยในงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือส่วนที่เป็น DAQ ซึ่งประกอบด้วย sensor microprocessor RS-232 และตัวส่งสัญญาณ wireless ส่วนที่สอง ระบบรับสัญญาณ Wireless จาก Sensor Universal Asynchronous Receiver/Transmitter ส่วนที่สามเป็นการแสดงผลบนหน้าเว็บเพจพัฒนาโดยใช้ HTML และ PHP

Driks & Gole (1997) ทำระบบตรวจวัด กระแส แรงดัน กำลังการผลิต อุณหภูมิ และความเข้มแสงซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์แสงอาทิตย์โดยทำการวัดค่าเอาท์พุตทางไฟฟ้าจาก IGBT Inverters ผ่านเข้า DAQ เก็บข้อมูลในไมโครคอมพิวเตอร์โดยมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 20 msและวิเคราะห์ข้อมูลพลังงาน 2 ปีตั้งแต่ปี 2004 ถึงปี 2005 ผลปรากฏว่าช่วงหน้าร้อนเป็นช่วงที่สามารถผลิตพลังงานได้มากที่สุดโดยมีอุณหภูมิสูงเกิน 55 องศาเซลเซียส

Jan & Zdenek (2009)ได้ทำการออกแบบระบบเก็บข้อมูลอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุณหภูมิบนบรรยากาศโดยรอบ แรงดัน กระแส โดยใช้ NI PCI – 6023E ในการเชื่อมต่อระหว่างวงจรตรวจวัดกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Matlab ในการควบคุมการบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์และใช้ PHP กับ mySQL ในการเก็บข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ลงบนระบบฐานข้อมูลและแสดงผลออกระบบอินเตอร์เน็ต

Benghanem (2009) ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประมาณการศักยภาพการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ต่อพื้นที่ โดยรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับภูมิอากาศเขตของพื้นที่โดยใช้การควบไร้สายรวมระบบข้อมูล (WDAS) จะช่วยให้ประมาณการศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ระยะไกลซึ่งระบบตรวจสอบประกอบด้วยชุดของ Sensors สำหรับการวัดเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาพารามิเตอร์ แล้ว interfaced กับพีซี RS232 ใช้การเชื่อมต่อไร้สายผ่านอินเตอร์เน็ตใช้โปรแกรมโดยมีโปรแกรม LabVIEW เพื่อเพิ่มเติมกระบวนการการแสดงผลและเก็บข้อมูลที่เก็บรวบรวมในพีซีดิสก์

นครินทร์ ศรีปัญญา (2548) ได้สร้างระบบตรวจสอบแรงดันและอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์โดยได้พัฒนาให้สามารถวัดแรงดันและอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์โดยส่งข้อมูลที่วัดได้เพื่อไปแสดงผลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผ่านทางเทคโนโลยี TCP/IP และแสดงผลบนโปรแกรมบราวเซอร์โดยใช้ RCM 2200 ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เบอร์หนึ่งในตระกูลของ Rabbit 2000 โดยที่สามารถเขียนโค๊ด HTML เข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำภายใน RCM 2200 และสามารถดึงหน้าเว็บเพ็จขึ้นมาแสดงผลบนหน้าต่างโปรแกรม บราวเซอร์ โดยอ้างอิง IP Address

จากการสืบค้นงานวิจัยพบว่าส่วนมากการทำวิจัยเกี่ยวกับระบบตรวจวัดเซลล์แสงอาทิตย์และระบบเก็บบันทึกข้อมูลมีแนวทางการเก็บบันทึกเป็น 2 แบบคือแบบเก็บบันทึกผลลงในอุปกรณ์วัด ณ. สถานที่เรียกว่าดาต้าลอกเกอร์ (Data Logger) โดยเก็บเข้าเมมโมรี่ภายในหรือภายนอกและแบบส่งข้อมูลมาบันทึกผลลงในคอมพิวเตอร์ โดยการเก็บบันทึกผลแบบดาต้าลอกเกอร์จะควบคุมโดยไมโครคอนโทรนเลอร์ในการรับสัญญาณจากวงจรวัดและบันทึกข้อมูล ส่วนแบบส่งข้อมูลมาบันทึกผลลงในคอมพิวเตอร์ จะใช้ส่วนแปลงข้อมูล A/D สัญญาณที่รับมาจากวงจรวัดจากนั้นส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผลลงฮาร์ดดิส ซึ่งจากการสืบค้นงานวิจัยพบว่าส่วนแปลงข้อมูลมักใช้อุปกรณ์รับส่งข้อมูลของบริษัท National Instruments แบบ PCI การ์ดเนื่องจากใช้ง่าย และมีโปรแกรม Labview สนับสนุนเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์ และแสดงผลโดยใช้โปรแกรม Labview

ในงานวิจัยจึงได้พัฒนาระบบตรวจวัดเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตโดยมีรายละเอียดดังนี้

วงจรวัดกระแสใช้ไอซี ACS712 ซึ่งจากการสืบค้นข้อมูลพบว่ายังไม่ได้มีการทดลองใช้ไอซี ACS712 ในการวัดค่ากระแสของเซลล์แสงอาทิตย์ วงจรวัดแรงดันใช้หลักการของแบ่งแรงดัน และวงจรวัดอุณหภูมิใช้ LM35

วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลใช้ NI 6008 ของ National Instruments ในการรับสัญญาณจากวงจรวัดมายังคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นแบบ USB พอร์ทซึ่งจากการสืบค้นข้อมูลพบว่าส่วนมากจะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ และแปลงข้อมูล A/D แบบ PCI การ์ด

ระบบฐานข้อมูล MySQL ซึ่งนิยมใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเนื่องจากเป็น ฟรีแวร์ และง่ายต่อเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายต่อคอมพิวเตอร์