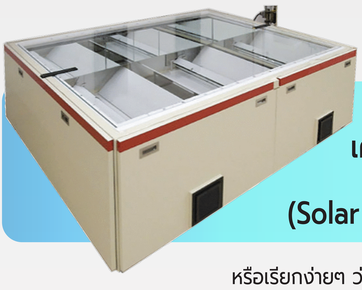
การทดสอบสมรรถนะเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ (Solar Simulator Performance Testing)

พลังงานสีเขียว (Green Energy) เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อโลกของเราทั้งปัจจุบันและอนาคต จะเห็นได้ว่าขณะนี้โลกเรากำลังประสบปัญหาเรื่องมลพิษต่าง ๆ อันเกิดจากพลังงานที่เราใช้ ประกอบกับปริมาณความต้องการพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง **พลังงานจากดวงอาทิตย์ จึงเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติทางเลือกที่ได้รับความนิยมเลือกใช้เป็นพลังงานทดแทน** เนื่องจากเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัด ทำให้มีโรงงานผลิตเซลล์แสงอาทิตย์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ตลาด Photovoltaics (PVs) ของเซลล์แสงอาทิตย์มีอัตราการเติบโตสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

การวัดประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรง เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนางานวิจัยและการควบคุมความโปร่งใสเท่าเทียมในอุตสาหกรรมด้านนี้ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพที่ถูกต้อง ต้องอาศัยเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ที่มีสมรรถนะเป็นไปตามมาตรฐานสากล



เครื่องจำลองแสงอาทิตย์ (Solar Simulator)

หรือเรียกง่ายๆ ว่า ดวงอาทิตย์เทียม เป็นอุปกรณ์ที่ให้สมบัติความรับรังสี (Irradiance) และสเปกตรัม (Spectrum) ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติ มาตรฐานสากลที่นิยมนำมาใช้ในการกำหนดสมรรถนะของเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ คือ IEC 60904-9

เครื่องจำลองแสงอาทิตย์ มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1) แหล่งกำเนิดแสง (Light Source)
2) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) และ
3) อุปกรณ์ทัศนศาสตร์ (Optics)

โดยแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ ควรเลือกให้มีสเปกตรัมใกล้เคียงกับสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ และทำการปรับลักษณะของสเปกตรัมให้สอดคล้องกับการใช้งานด้วยอุปกรณ์ทัศนศาสตร์ที่เรียกว่า Air Mass (AM) Filter เช่น การใช้งานภาคพื้นดิน (Terrestrial) จะใช้ AM 1.5 Filter หรือการใช้งานในอวกาศ (Space Application) จะใช้ AM 0 Filter เป็นต้น และใช้อุปกรณ์กระเจิงแสง (Optical Diffuser) ช่วยในการปรับเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ ให้มีความรับรังสีเชิงพื้นที่อย่างสม่ำเสมอครอบคลุมพื้นที่การใช้งาน

การแบ่งระดับชั้นของเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ (Solar Simulator Classification)

การทดสอบสมรรถนะเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องทำการทดสอบใน 3 พารามิเตอร์ ดังนี้

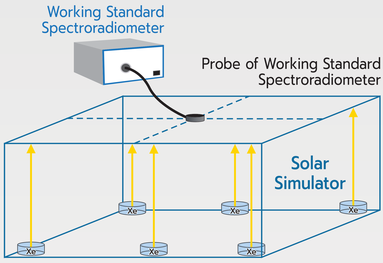
1) การทดสอบความสอดคล้องเชิงสเปกตรัม (Spectral Match)
2) การทดสอบความไม่สม่ำเสมอเชิงพื้นที่ (Spatial Non-uniformity)
3) การทดสอบความไม่เสถียร (Temporal Instability)

โดยมาตรฐาน IEC ได้กำหนดระดับชั้นของเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ตามพารามิเตอร์ที่ทดสอบ ดังนี้

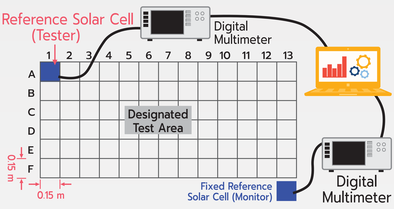
Parameter		Classification		
		A	B	C
Spectral Match (each band)		0.75-1.25	0.6-1.4	0.4-2.0
Spatial Non-uniformity of Irradiance		2%	5%	10%
Temporal Instability	Short-term	0.5%	2%	10%
	Long-term	2%	5%	10%

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องจำลองแสงอาทิตย์ตามมาตรฐาน IEC 60904-9 ประกอบด้วยระบบการทดสอบ 3 พารามิเตอร์ ดังนี้

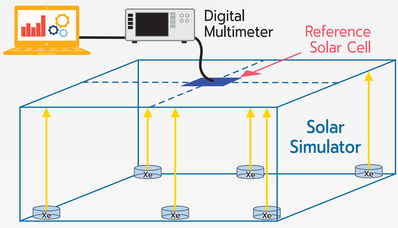
❶ ระบบการทดสอบความสอดคล้องเชิงสเปกตรัม (Spectral Match Testing System)



❷ ระบบการทดสอบความไม่สม่ำเสมอเชิงพื้นที่ (Spatial Non-uniformity Testing System)



❸ ระบบการทดสอบความไม่เสถียร (Temporal Instability Testing System)



แบบจำลองการประเมินผลการวัด (Model Evaluation)

❶ Spectral Match

Model I : $E(\lambda) = S(\lambda) \cdot corr(\lambda)$

Model II : $E_{b,n} = \Delta\lambda \cdot \sum_{\lambda_{b,n,begin}}^{\lambda_{b,n,end}} E(\lambda)$

Model III : $\%\, E_{b,n} = \frac{\sum_{\lambda_{b,n\ begin}}^{\lambda_{b,n\ end}} E(\lambda)}{\sum_{400\ nm}^{1100\ nm} E(\lambda)} \times 100\ (\%)$

Model IV: $SM_{b,n} = \frac{\%\, E_{b,n}}{\%\, E_{ref,n}}$ ([1])

❷ Spatial Non-uniformity

$$E_{uni}(\%) = \frac{\max(E_P(p)) - min(E_P(p))}{\max(E_P(p)) + min(E_P(p))} \times 100\ \ (\%)$$

❸ Temporal Instability

$$E_{LTI}(\%) = \frac{\max(E_P(t)) - min(E_P(t))}{\max(E_P(t)) + min(E_P(t))} \times 100\ \ (\%)$$

อ้างอิง

IEC 60904-9: 2016 - Photovoltaic devices - Part 9: Solar simulator performance requirements

for more information

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง
โทร. 0 2577 5100 ต่อ 2312 Email: pmd@nimt.or.th
Web site: www.nimt.or.th