การศึกษา การออกแบบและการสร้างเครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวี

A Study on the Design and Construction of UV Lens Tester

ทิพย์สุดา สิงห์โคตร และ ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ*

Tipsuda Singkhot and Panatsada Awikunprasert*

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University

Received : 12 June 2018

Accepted : 3 December 2018

Published online : 13 December 2018

บทคัดย่อ

รังสียูวีเป็นอันตรายต่อดวงตาทำให้จอประสาทตาเสื่อม เป็นสาเหตุของโรคต้อกระจก ต้อหิน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการมองเห็นแย่ลง และในขั้นรุนแรงอาจทำให้ตาบอดสนิทได้ ดังนั้นแว่นตาป้องกันรังสียูวีที่มีคุณภาพดีต้องป้องกันรังสียูวีได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีที่ควบคุมการทำงานโดยใช้อาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแสดงค่าการป้องกันรังสียูวีได้รวดเร็ว การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบโดยการทดสอบหาแหล่งกำเนิดรังสียูวีและเซ็นเซอร์ยูวีที่เหมาะสม พร้อมกับการเขียนคำสั่งลงในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทดสอบก่อนสร้างเครื่องจริง เครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีที่สร้างขึ้นใช้งานง่าย แสดงค่าการผ่านจอแอลซีดีได้รวดเร็ว และสามารถใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อทดสอบการป้องกันรังสียูวีในเบื้องต้นได้ เลนส์ที่เคลือบสารป้องกันรังสียูวีสามารถป้องกันอันตรายจากรังสียูวีต่อดวงตาได้ 100% สำหรับการใช้เลนส์พลาสติกธรรมดาที่ไม่มีการเคลือบสารป้องกันรังสียูวี ควรเลือกใช้เลนส์ที่มีความหนามากขึ้นเพื่อป้องกันรังสียูวีสู่ดวงตา

คำสำคัญ : เซ็นเซอร์รังสียูวี, อาร์ดุยโน, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เลนส์ป้องกันยูวี

Abstract

UV ray is dangerous to eyes and retinal. It causes cataract, glaucoma, vision loss and blind. Therefore, UV sunglasses must provide a good quality to protect UV ray. The objective of this study is to design and construction of UV lens tester. Arduino microcontroller is used to control and display the % UV protection. The design and build the UV lens tester started with finding a proper UV source and UV sensor. Then the Arduino code is uploaded to the microcontroller. The constructed UV lens tester is easy to use. The output voltage and % UV protection are digitally displayed on LCD. This equipment can be used as a primary UV lens tester. The lens coated with UV protection material can protect 100% UV ray. However, the normal lens without UV protection is also possible to protect UV ray if increasing the lens thickness.

Keywords : ultraviolet sensor, Arduino, microcontroller, UV lens

***Corresponding author. E-mail** : panaaw@kku.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร อยู่ในเขตร้อนและอุณหภูมิสูงตลอดปี ส่งผลให้ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี (ultraviolet; UV) ในปริมาณมาก รังสียูวี คือ พลังงานที่อยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นระหว่าง 10 – 400 นาโนเมตร ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม รังสียูวีเอ (UV-A) ความยาวคลื่น 320 – 400 นาโนเมตร รังสียูวีบี (UV-B) ความยาวคลื่น 280 – 320 นาโนเมตร และรังสียูวีซี (UV-C) ความยาวคลื่น 200 – 280 นาโนเมตร รังสียูวีที่สามารถผ่านมาถึงพื้นดินได้ส่วนมากจะประกอบด้วย UVA และ UVB เท่านั้น (Janjai, 2014) ในปัจจุบันปริมาณโอโซนทั่วโลกลดลงอย่างมาก สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณรังสียูวีและสอดคล้องกับข้อมูลทางการแพทย์ ที่พบว่าอัตราการป่วยเป็นโรคมะเร็งผิวหนังของประชากรเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของรังสียูวี (Janjai, 2014) ตัวอย่างความเข้มของรังสียูวี (UV index) ในประเทศไทยช่วงกลางเดือนเมษายน พ.ศ.2559 พบว่า มีค่า UV index เท่ากับ 12 เท่ากับความเข้มรังสียูวีที่มากกว่า 225 มิลลิวัตต์ต่อตารางเมตร อยู่ในระดับที่สูงที่สุด อันตรายจากการได้รับรังสียูวีในปริมาณที่มากหรือได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะทำให้ผิวหนังมีผื่นแดง คล้ำ เกิดริ้วรอย และเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งผิวหนัง การได้รับรังสียูวียังส่งผลอันตรายต่อดวงตา เป็นสาเหตุของโรคต้อกระจก ต้อเนื้อ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการมองเห็นแย่ลง และในขั้นรุนแรงอาจทำให้ตาบอดสนิทได้ (Cember & Johnson, 2009) หน่วยงาน Enviroment and Climate Change ประเทศแคนนาดา กำหนดการป้องกันและอันตรายตามระดับความเข้มของรังสียูวีด้วยค่า UV index ไว้เป็น 5 ช่วง เมื่อ UV Index = 0-2 ถือว่ามีอันตรายต่ำ ป้องกันเล็กน้อยด้วยการสวมแว่นกันแดดเพื่อป้องกันแสงจ้าและถ้าต้องอยู่กลางแจ้งนานกว่าหนึ่งชั่วโมงควรทาครีมกันแดด ค่า UV Index = 3-5 อยู่ในช่วงปานกลาง จำเป็นต้องสวมหมวก แว่นกันแดดและทาครีมเมื่อต้องอยู่กลางแดดมากกว่า 30 นาที สำหรับค่า UV Index = 6-7 เป็นช่วงที่รังสียูวีมีอันตรายสูง สามารถทำให้ผิวหนังไหม้ได้ และค่า UV Index = 8-10 เป็นค่าที่สูงมาก สามารถทำให้ผิวหนังไหม้ได้ในเวลาสั้นๆ ที่ได้รับรังสียูวี และ UV Index ที่มีค่าสูงกว่า 11 จัดอยู่ในช่วงที่มีอันตรายมากที่สุด (Environment and Climate Change Canada, 2017) การป้องกันอันตรายจากรังสียูวีทำได้โดยการหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีรังสียูวี หรือใช้อุปกรณ์ป้องกัน เช่น การสวมใส่เสื้อผ้า และการสวมแว่นตาที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการทะลุผ่านของรังสียูวีสู่ดวงตา จะช่วยป้องกันอันตรายจากการได้รับรังสียูวีที่มากเกินและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคของดวงตา อย่างไรก็ตาม หากแว่นตากันแดดหรือแว่นตาป้องกันรังสียูวีที่ใช้ไม่ได้มาตรฐานหรือไม่มีการเคลือบสารป้องกันรังสียูวี นอกจากไม่ช่วยลดอันตรายจากรังสี ยังทำอันตรายต่อดวงตา เพราะเมื่ออยู่ในที่มืดหรือที่สลัว รูม่านตาจะขยายตัวมากขึ้น ทำให้รังสียูวีเข้าสู่ดวงตามากขึ้น และถ้าใช้แว่นตาที่มีการหักเหแสงที่ไม่เหมาะสม จะทำให้มุมมองภาพบิดเบี้ยวหรือผิดเพี้ยนไปจากปกติ ทำให้ดวงตาทำงานหนักและอาจเกิดอาการปวดตาหรือเวียนศีรษะ มาตรฐานความปลอดภัยของสินค้าในสหรัฐอเมริกา (The American National Standards Institute; ANSI) กำหนดให้แว่นตาป้องกันรังสียูวีที่มีคุณภาพดีต้องป้องกันรังสีรังสียูวีได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 และยังช่วยป้องกันแสงที่เกิดจากการสะท้อนบนผิววัตถุที่มีความมันวาว เพราะแสงประเภทนี้ทำอันตรายกับดวงตาได้เช่นเดียวกัน (Kongwittaya, 1999)

สำหรับเครื่องทดสอบการป้องกันรังสียูวีที่มีขายออนไลน์มีหลายยี่ห้อ รุ่น ราคาแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1,400 บาท ไปจนถึงราคาสูงถึง 35,000 บาท แตกต่างกันตามสมบัติและอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละเครื่อง สำหรับประเทศออสเตรเลีย การทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีที่มีมาตรฐานสูงเพื่อประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวียังมีราคาแพง (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2018) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบเลนส์ที่ใช้ป้องกันรังสียูวี (UV lens tester) โดยอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน คือ อาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino

Microcontroller) เซ็นเซอร์วัดรังสียูวี (UV sensor) และแหล่งกำเนิดรังสียูวี โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้จะถูกนำไปตรวจสอบประสิทธิภาพ และใช้ทดสอบการป้องกันรังสียูวีของเลนส์ชนิดต่างๆ

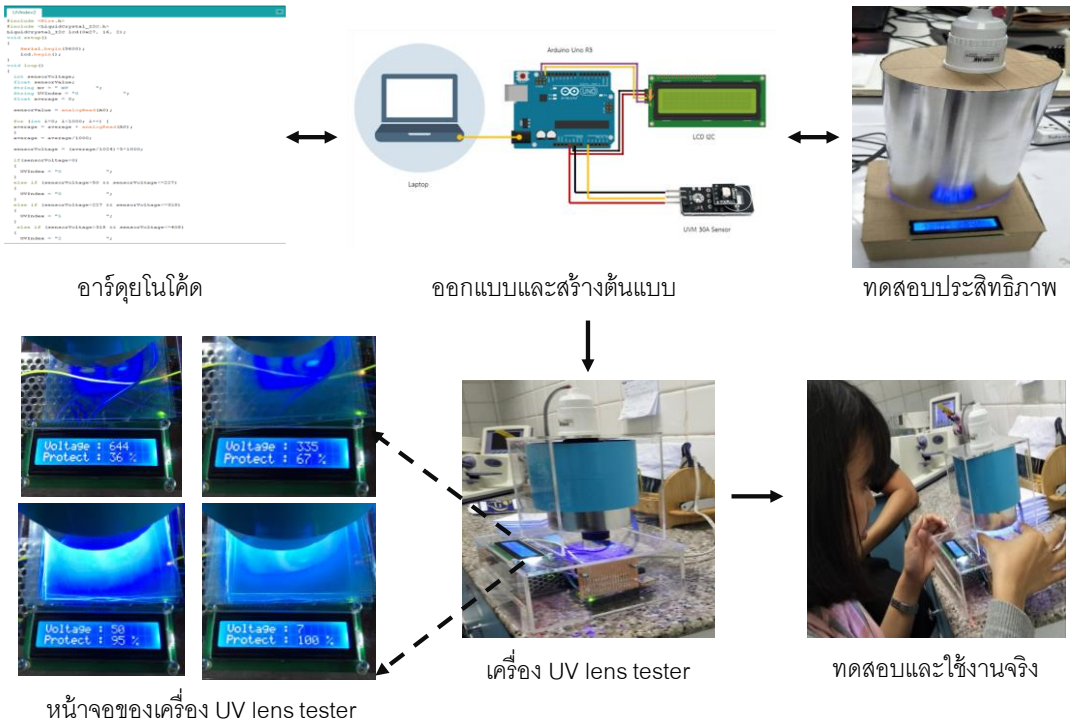
วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์

การสร้างเครื่อง UV lens tester ใช้หลอดแบล็กไลท์ (black light) ยี่ห้อ racer ขนาด 20 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดรังสียูวี จากนั้น เขียนโค้ดคำสั่งลงบนบอร์ดอาร์ดุยโนที่ต่ออยู่กับเซ็นเซอร์วัดรังสียูวี รุ่น UVM-30A สามารถวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วง 200 - 370 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นของรังสี UV-A และ UV-B โดยแสดงค่าความต่างศักย์เอาท์พุทและเปอร์เซ็นต์การป้องกันรังสียูวีที่หน้าจอแอลซีดี โดยเซ็นเซอร์ UVM-30A จะให้ค่าความต่างศักย์เอาต์พุตในช่วง 0-1 โวลต์ และนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่า UV-Index ตามข้อมูลสมบัติของเซ็นเซอร์ชุดนี้ (ตารางที่ 1) (The Turtles Bay project, 2014) จากนั้น ทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขต่างๆ ที่เหมาะสมในการสร้างเครื่อง โดยเริ่มจากการหาระยะห่างระหว่างหลอดแบล็กไลท์และเซ็นเซอร์ยูวีที่เหมาะสม การหารูปทรงของอุปกรณ์ครอบหลอด และการหาระยะเวลาที่หลอดแบล็กไลท์ให้ค่าความเข้มของรังสียูวีที่มีความสม่ำเสมอก่อนการทดสอบ (ภาพที่ 1)

วิธีการเริ่มจากใช้อุปกรณ์รูปทรงสี่เหลี่ยมครอบหลอดแบล็กไลท์ เปิดหลอดแบล็กไลท์ไว้ 1 นาที ก่อนวัดค่าความต่างศักย์เอาท์พุท วางหลอดแบล็กไลท์และเซ็นเซอร์ห่างกัน 1 เซนติเมตร บันทึกค่าความต่างศักย์เอาท์พุท ปรับระยะระหว่างหลอดให้ห่างจากเซ็นเซอร์เพิ่มขึ้นทีละ 1 เซนติเมตร จนถึง 10 เซนติเมตร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยความต่างศักย์เอาท์พุท เปลี่ยนระยะเวลาเปิดหลอดแบล็กไลท์ก่อนการทดลองเป็น 2, 3, 4 และ 5 นาที และทำการทดลองซ้ำ จากนั้น เปลี่ยนอุปกรณ์ครอบหลอดแบล็กไลท์เป็นรูปทรงกระบอก และทำการทดลองทั้งหมดอีกครั้ง

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสร้างเครื่องต้นแบบและนำไปทดสอบวัดค่าความต่างศักย์เอาท์พุทเมื่อใช้แผ่นพลาสติกใสมากั้นรังสียูวี โดยวางแผ่นพลาสติกที่มีความหนา 0.1 มิลลิเมตร ทีละ 1 แผ่น ระหว่างหลอดแบล็กไลท์และเซ็นเซอร์ยูวี และบันทึกค่าเอาท์พุทที่ความหนาต่างๆ



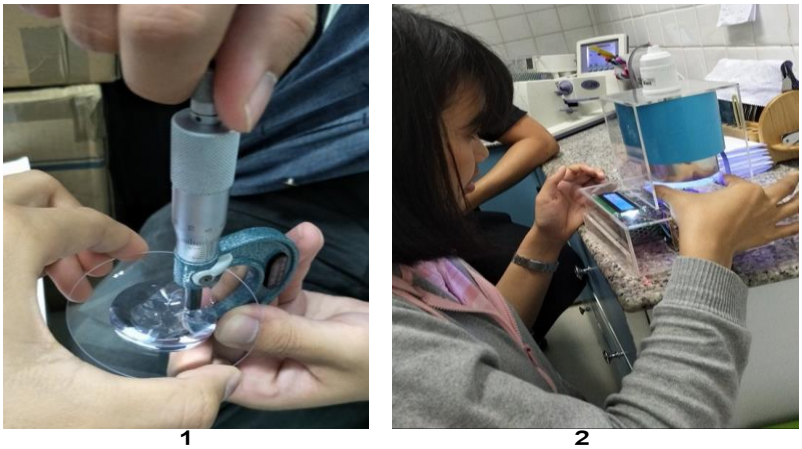
ภาพที่ 1 แผนผังการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวี

ตารางที่ 1 ค่าความต่างศักย์เอาต์พุตที่วัดได้และเทียบกับค่า UV-Index (The Turtles Bay project, 2014)

UV index	0	1	2	3	4	5
ความต่างศักย์เอาท์พุท (mV)	<50	227	318	408	503	606
UV index	6	7	8	9	10	11+
ความต่างศักย์เอาท์พุท (mV)	696	795	881	976	1079	1170+

การทดสอบใช้งานจริง

นำเครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีที่สร้างขึ้นไปวัดค่าการป้องกันรังสียูวีของเลนส์ที่มีในร้านแว่นตา โดยเลนส์ที่ใช้ทดสอบมีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ 1) เลนส์ธรรมดา เป็นเลนส์พลาสติกที่ไม่เคลือบสารป้องกันรังสียูวี 2) เลนส์ตัดแสงสีฟ้า (focus blue light cut-lens) ซึ่งเป็นเลนส์ที่เคลือบฟิล์มตัดแสงสีฟ้า 3) เลนส์โพราไรซ์ (polarizing lens) เป็นเลนส์ที่มีคุณสมบัติตัดแสงสะท้อนและแสงกระเจิง และ 4) เลนส์มัลติโค้ต (multi-coated lens) เป็นเลนส์ป้องกันรังสียูวี จากนั้น วัดความหนาของเลนส์โดยใช้ไมโครมิเตอร์ ก่อนนำไปอ่านค่าเปอร์เซ็นต์การป้องกันรังสียูวีและค่าความต่างศักย์ด้วยเครื่องที่สร้างขึ้น ทำการวัดค่าซ้ำ 3 ครั้งและคำนวณค่าเฉลี่ย (ภาพที่ 2)



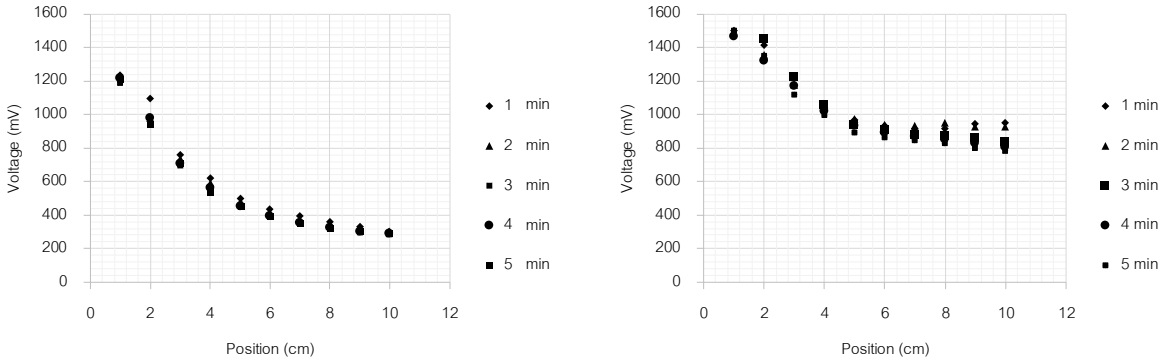
1 2

ภาพที่ 2 การนำเครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีไปใช้งานจริง (1) การวัดความหนาของเลนส์ (2) ทดสอบการป้องกันรังสียูวีของเลนส์ชนิดต่างๆ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

เครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวี

เครื่องทดสอบแว่นตาป้องกันรังสียูวีที่สร้างขึ้น ใช้หลอดแบล็กไลท์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงยูวี ผลการทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขต่างๆ ที่เหมาะสม พบว่า ที่ครอบหลอดแบล็กไลท์รูปทรงกระบอกที่มีลักษณะสมมาตรให้ค่าความต่างศักย์เอาท์พุทสูงกว่าที่ครอบหลอดรูปทรงสี่เหลี่ยม ในการศึกษานี้ใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุที่ใช้ทำที่ครอบหลอด ซึ่งเป็นวัสดุผิวเรียบ มีความมันวาว เพื่อให้การสะท้อนของรังสียูวีมีความเป็นระเบียบและสะท้อนแสงได้ดี (Nopparatjamjomras & Nopparatjamjomras, 2015) ในการนำเครื่องทดสอบแว่นตาไปใช้งาน ควรเปิดหลอดแบล็กไลท์ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 1 นาที เพื่อให้ความเข้มของรังสียูวีมีความสม่ำเสมอ เนื่องจากไม่พบความแตกต่างของค่าความต่างศักย์เอาท์พุท เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเปิดหลอดก่อนเริ่มต้นวัดค่าความต่างศักย์ในช่วง 1-5 นาที (ภาพที่ 3)นอกจากนี้ ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ยูวีและหลอดแบล็กไลท์ควรเท่ากับ 3 เซนติเมตร เนื่องจากให้ค่าความต่างศักย์เอาท์พุทมากกว่า 1400 มิลลิโวลต์ ซึ่งเทียบเท่ากับค่า UV Index ที่สูงกว่า 11 ซึ่งเป็นความเข้มรังสียูวีในช่วงที่มีค่าสูงมากที่สุดและเป็นอันตรายต่อดวงตา (ภาพที่ 3)

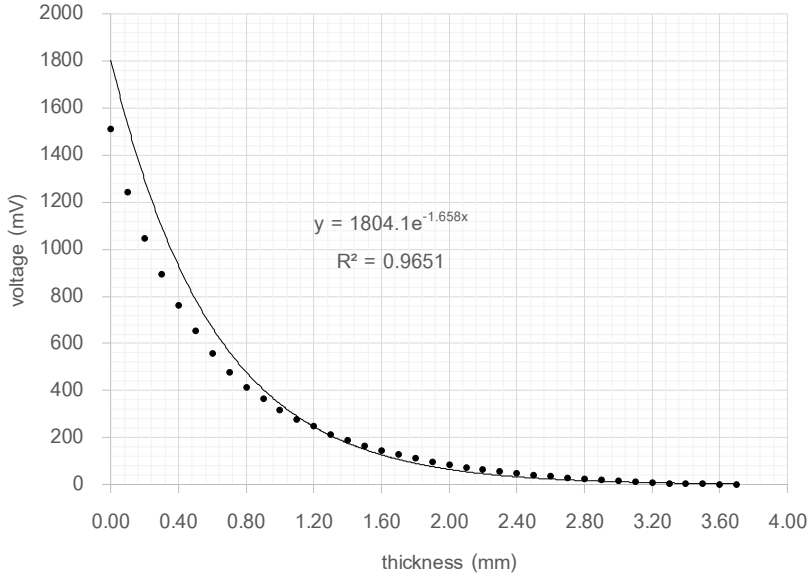


(ก) ที่ครอบหลอดรูปทรงสี่เหลี่ยม (ข) ที่ครอบหลอดรูปทรงกระบอก

ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์เอาท์พุทและตำแหน่งของหลอดแบล็กไลท์ เมื่อใช้ที่ครอบหลอดที่มีลักษณะต่างกัน (ก) ที่ครอบหลอดรูปทรงสี่เหลี่ยม (ข) ที่ครอบหลอดรูปทรงกระบอก

การวัดค่าความต่างศักย์เอาท์พุทที่ความหนาต่าง ๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต่างศักย์ที่วัดได้และความหนาของแผ่นพลาสติก มีลักษณะเป็นเอกซ์โพเนนเชียล ตามสมการ $y = 1804.1e^{-1.658x}$ จากภาพที่ 4 ที่ความหนาของแผ่นพลาสติกประมาณ 2.5 มิลลิเมตร วัดค่าความต่างศักย์ได้เท่ากับ 0 มิลลิโวลต์ แสดงให้เห็นว่าป้องกันรังสียูวีได้ทั้งหมด และที่ความหนาของแผ่นพลาสติกเท่ากับ 0.8 วัดค่าความต่างศักย์ได้ 503 มิลลิโวลต์ เป็นค่า UV index=4 อยู่ในช่วงค่าความเข้มรังสียูวีที่ไม่เป็นอันตรายต่อดวงตา



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแผ่นพลาสติกและค่าความต่างศักย์เอาท์พุท

การใช้งานเครื่องทดสอบแว่นตาป้องกันรังสียูวี

ผลการทดสอบเลนส์ทั้ง 4 ชนิด พบว่า เลนส์ธรรมดา เลนส์ตัดแสงสีฟ้าและเลนส์มัลติโค้ต มีความหนาในช่วง 1.20 – 7.83 มิลลิเมตร สามารถป้องกันรังสียูวีได้ 100% สำหรับเลนส์โพราไรซ์ป้องกันรังสียูวี ได้ 98% (ตารางที่ 2) เมื่อเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ของแผ่นพลาสติกที่มีความหนาต่างๆ กับค่าความต่างศักย์เอาท์พุท (ภาพที่ 4) พบว่า ที่ความหนา 0.50 มิลลิเมตร ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้ลดลงครึ่งหนึ่งจากค่าความต่างศักย์เริ่มต้นหรือเมื่อไม่มีแผ่นพลาสติกกั้น และที่ความหนามากกว่า 1.00 มิลลิเมตร ความต่างศักย์ที่วัดได้มีค่าประมาณ 300 มิลลิโวลต์ ซึ่งเทียบเท่ากับ UV Index ที่มีค่าต่ำ ทำให้ที่ความหนานี้สามารถป้องกันรังสียูวีได้ เมื่อความหนาของแผ่นพลาสติกเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ที่วัดได้จะยิ่งมีค่าน้อยลง เทียบเท่ากับค่า UV Index ที่น้อยลง อยู่ในช่วงที่ปลอดภัย

เครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันยูวีที่สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปทดสอบเลนส์ที่มีขายในร้านแว่นตาได้ โดยเลนส์ธรรมดาและเลนส์ตัดแสงสีฟ้าสามารถป้องกันรังสียูวีได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำเลนส์ เช่น แก้วสามารถป้องการส่องผ่านของรังสียูวีบีได้ ในกรณีที่มีสารเคลือบแก้ว เช่น พลาสติก polyvinyl butyral (PVB) จะช่วยเพิ่มความสามารถในกรองรังสียูวีเอได้ (Duarte *et al*., 2009) และการเพิ่มส่วนผสมของสีจะช่วยลดความร้อนและการส่องผ่านรังสียูวีได้ (Almutawa & Buabbas 2014)

นอกจากนี้ยังมีผลของการดูดกลืน จากกฎของ Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance, A) คำนวณได้ จากสมการ (1)

$$A = -\log\left(\frac{I_x}{I_0}\right) \qquad (1)$$

เมื่อ I_x คือ ความเข้มแสงหลังผ่านตัวกลาง และ I_0 คือ ความเข้มก่อนผ่านตัวกลาง

ดังนั้น ความเข้มของรังสียูวีจะถูกดูดกลืนและลดลงเมื่อผ่านเลนส์ที่มีความหนา โดยเลนส์ที่มีความหนามากจะดูดกลืนรังสียูวีมาก และเลนส์ที่มีความหนาน้อยดูดกลืนรังสียูวีน้อย ซึ่งเลนส์ธรรมดาและเลนส์ตัดแสงสีฟ้ามีความหนามากกว่า 1.29 มิลลิเมตร จึงสามารถป้องกันรังสียูวีได้ทั้งหมด สำหรับเลนส์มัลติโค้ตป้องกันรังสียูวีได้ 100% เนื่องจากเลนส์ชนิดนี้เคลือบสารป้องกันรังสียูวี และสามารถปรับสีให้เข้มขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับรังสียูวี หรือจะเรียกว่าเลนส์ออโต้ นอกจากนี้ยังช่วยตัดแสงสะท้อนให้มองภาพได้คมชัดมากขึ้น เลนส์มัลติโค้ตที่ใช้ทดสอบมีความหนามากกว่า 1.20 มิลลิเมตร ทำให้รังสียูวีไม่สามารถตกกระทบที่เซ็นเซอร์วัดรังสียูวีได้ สำหรับเลนส์โพราไรซ์ป้องกันรังสียูวีได้ 98% เนื่องจากความหนาของเลนส์เท่ากับ 0.88 มิลลิเมตร และไม่มีการเคลือบสารป้องกันรังสียูวี เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองนำแผ่นพลาสติกที่มีความหนา 0.80 มิลลิเมตรมาทดสอบ สามารถวัดค่าความต่างศักย์ได้ 503 มิลลิโวลต์ (UV index=4) ซึ่งมีความเข้มรังสียูวีต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อดวงตา นั่นหมายถึงการใช้เลนส์โพราไรซ์สามารถช่วยลดความเข้มของรังสียูวีได้และอยู่ในปริมาณที่ไม่ส่งผลอันตรายต่อดวงตา เครื่องทดสอบเลนส์ป้องกันรังสียูวีนี้สามารถแสดงผลการตรวจสอบการป้องกันรังสียูวี (%UV protection) ได้ตรงกับสมบัติการป้องกันรังสียูวีของแว่นที่นำมาทดสอบ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบนี้ยังไม่ได้นำไปทดสอบกับเครื่องที่ได้รับรองมาตรฐาน เครื่องที่สร้างขึ้นนี้จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในการทดสอบในเบื้องต้นเท่านั้น

ตารางที่ 2 แสดงการวัดความต่างศักย์เมื่อผ่านเลนส์ที่ความหนาต่างๆ

ชนิดของเลนส์	ประเภทของเลนส์	ความหนาของเลนส์ (mm)	ความต่างศักย์เริ่มต้น (mV)	ความต่างศักย์ที่วัดได้เมื่อผ่านเลนส์ (mV)	ป้องกันรังสียูวี (%)
เลนส์ธรรมดา	เลนส์เว้า	1.29	1445	0	100
		1.81	1569	0	100
		2.07	1302	0	100
		2.22	1075	0	100
		2.71	1152	0	100
		2.89	1056	0	100
	เลนส์นูน	2.90	1088	0	100
		3.63	1078	0	100
		4.64	1081	0	100
		4.94	1076	0	100
		5.94	1072	0	100
		7.83	1080	0	100
Blue cut	เลนส์เว้า	1.30	1080	0	100
		1.70	1074	0	100
		2.00	1074	0	100
	เลนส์นูน	2.20	1064	0	100
		3.30	1088	0	100
		4.30	1070	0	100
Polarize	สีเหลือง	0.88	1054	23	98
	สีเทา	0.88	1061	20	98
	สีชา	0.88	1047	19	98
	สีดำ	0.88	1046	16	98
	สีใส	0.88	1052	27	98
multicoat	เลนส์เว้า	1.20	1044	0	100
		1.30	1045	0	100
		1.60	1047	0	100
		1.80	1046	0	100
		2.00	1038	0	100
	เลนส์นูน	2.20	1025	0	100
		2.60	1029	0	100
		3.00	1030	0	100
		4.00	1096	0	100
		6.30	1037	0	100

สรุปผลการวิจัย

เครื่องทดสอบแว่นตาป้องกันรังสียูวีที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยเครื่องที่สร้างขึ้นใช้หลอดแบล็กไลท์เป็นแหล่งกำเนิดรังสียูวี ใช้เซ็นเซอร์ยูวี (UV sensor รุ่น UVM-30A) เป็นอุปกรณ์วัดค่าความเข้มของรังสียูวี ควบคุมการทำงานโดยใช้อาร์ดุยโนไมโครคอนโทรเลอร์ แสดงผลค่าความต่างศักย์เอาท์พุทและค่าเปอร์เซ็นต์การป้องกันรังสียูวีผ่านจอแอลซีดี เครื่องสามารถอ่านค่าได้รวดเร็วและสามารถใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อทดสอบการป้องกันรังสียูวีในเบื้องต้นได้ ในการป้องกันอันตรายจากรังสียูวีต่อดวงตา สามารถป้องกันได้โดยใส่แว่นตาที่เคลือบสารป้องกันรังสียูวี การใช้เลนส์ที่เคลือบสีต่างๆ นอกจากจะช่วยป้องกันการทะลุผ่านของรังสียูวี ยังช่วย เพิ่มความคมชัดของภาพ สามารถช่วยในการตัดแสง และลดการสะท้อนของแสงที่เข้าสู่ตวงตาได้ ในกรณีที่ผู้สวมใส่แว่นตาที่ทำจากเลนส์พลาสติกธรรมดาที่ไม่เคลือบสารป้องกันรังสียูวี หากต้องการป้องกันและลดความเข้มของรังสียูวีสู่ดวงตา อาจต้องเลือกใช้เลนส์ที่มีความหนามากขึ้นเพื่อดูดกลืนรังสียูวี

เอกสารอ้างอิง

Almutawa, F., Buabbas, H. (2014). Photoprotection: Clothing and Glass. *Dermatologic Clinics*, *32*(3), 439-448.

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. (2018). Sunglass testing. Retrieved November 11, 2018, from https://www.arpansa.gov.au/our-services/testing-and-calibration/ultraviolet-radiation-testing/sunglass-testing

Cember, H., Johnson, TE. (2009). *Introduction to Health Physics*. (4th ed). New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.

Duarte, I., Rotter, A., Malvestiti, A., Silva, M. (2009). The role of glass as a barrier against the transmission of ultraviolet radiation: an experimental study. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, *25*(4),181–4.

Environment and Climate Change Canada. (2017). Ultraviolet Radiation. Retrieved December 2, 2018, from https://ec.gc.ca/meteoaloeil-skywatchers/default.asp?lang=En&n=AD084E96-1&offset=6&toc=show&pedisable=true.

Janjai, S. (2014). *Solar Radiation.* Nakhon Pathom: Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University.

Kanchanaranya, N., Sirikarnjanapol, N. (2016). Spectacle prescription for presbyopic correction among populations in Thammasat university hospital. *Thammasat Thai Journal of Ophthalmology*, *11*(1), 19-23. (in Thai)

Nopparatjamjomras, T., Nopparatjamjomras, S. (2015). The reflection of light and image formation. *The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) magazine*, *44*(197), 20-23. (in Thai)

The Turtles Bay project (2014). UVM-30A UVA/UVB sensor. Retrieved May 8, 2017, from https://sites.google.com/site/myterrarium23/domotique/uvm-30a-uva-uvb-sensor.