Research and Development Journal
Volume 25 Issue 4 October-December 2014

Received 14 March 2014 Accepted 23 May 2014

DEVELOPMENT OF A SMARTPHONE BASED RADIATION SURVEY METER

The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. The King's Patronage

การพัฒนาเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน

DEVELOPMENT OF A SMARTPHONE BASED RADIATION SURVEY METER

พลัง วัฒนพานิช, เดโช ทองอร่าม และอรรถพร ภัทรสุมันต์
ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
โทร. 0-2218-6772 โทรสาร 0-22186772
E-mail: dynaauto@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน เครื่องสำรวจรังสีที่พัฒนาขึ้นมีอัตราการนับรังสี (Count rate) สูงสุดที่ 1 x 10^5cps สามารถวัดอัตราปริมาณรังสี (Exposure rate) ได้ในช่วงตั้งแต่ 0 –300 mR/hr โดยโครงสร้างของเครื่องสำรวจรังสีที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ ส่วนหัววัดรังสีชนิดพินโฟโตไดโอด (PIN-photodiode) พร้อมวงจรปรับแต่งรูปสัญญาณ ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับนับสัญญาณพัลส์ โมดูลบลูทูธสำหรับเชื่อมโยงกับสมาร์ทโฟน และสมาร์ทโฟน ผลการทดสอบการนับรังสีและอัตราปริมาณรังสีจากต้นกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานซีเซียม -137 พบว่ามีค่าความแตกต่างจากค่ามาตรฐานไม่เกิน 6.67% และ 7% ตามลำดับ

ABSTRACT

This research aims to develop a smartphone based radiation survey meter. This developed survey meter has the maximum counting rate of 1×10^5 cps and measuring range of exposure rate from 0 to 300 mR/hr. The survey meter compose of four main parts: PIN photodiode radiation detector with pluse shaping circuit, microcontroller circuit for pluse counting, bluetooth module for interface with smartphone and the smartphone. From the test results of counts and exposure rate measurements from a standard Cs-137 gamma-ray source compared to the standard value, the different were found to be within 6.67% and 7% respectively.

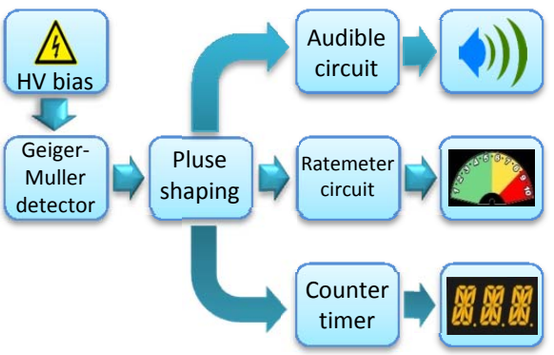
Palang watanapanich, Decho Thong – Aram and Attaporn Pattarasumunt
Department of Nuclear Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University Bangkok 10330

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคทางนิวเคลียร์มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม การเกษตร และการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุทางรังสีเพิ่มขึ้น และเนื่องจากมนุษย์ไม่มีระบบประสาทสัมผัสที่จะสามารถรับรู้ถึงการแพร่กระจายของกัมมันตภาพรังสีได้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี ตลอดจนบุคคลทั่วไปที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณที่มีการใช้สารกัมมันตรังสี เครื่องสำรวจรังสีจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการตรวจวัดระดับปริมาณรังสีของบุคคลเหล่านี้ เพราะจะทำให้สามารถทราบได้ว่าปริมาณการได้รับรังสีในช่วงเวลาที่ต้องเผชิญกับอยู่กับรังสีแต่ละครั้งมีปริมาณเกินกว่าระดับที่มาตรฐานสากลกำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะช่วยป้องกันอันตรายจากการเจ็บป่วยทางรังสีและต่อชีวิตได้ แต่เนื่องจากเครื่องสำรวจรังสีเป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงและมีใช้เฉพาะผู้ปฏิบัติงานทางรังสี จึงทำให้เป็นเรื่องยากที่บุคคลทั่วไปจะมีไว้ใช้งาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาเครื่องสำรวจรังสีแบบประหยัด ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน (Smartphone) ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา สามารถนำไปสำรวจรังสีตามที่ต่าง ๆ ได้สะดวก พร้อมแอพพลิเคชั่น สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายผ่านทางบลูทูธ (Bluetooth)

2. การพัฒนาเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน

2.1 หลักการทำงานของเครื่องสำรวจรังสี (Survey Meter) [1-2]



รูปที่ 1 โครงสร้างของเครื่องสำรวจรังสีทั่วไป

เครื่องสำรวจรังสีโดยทั่วไปมีไดอะแกรมโครงสร้างการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งจากรูปหัววัดรังสีชนิดไกเกอร์- มูลเลอร์ได้รับการไบอัสด้วยไฟฟ้าแรงดันสูง เมื่อรังสีแกมมาตกกระทบกับหัววัดก็จะทำให้เกิดอันตรกิริยาของรังสีแกมมากับก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหัววัด ทำให้ก๊าซแตกตัวเป็นไอออนและเกิดเป็นกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระแสไฟฟ้าในส่วนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้าด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เกิดเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีจำนวนของพัลส์แปลงผันตามความแรงของรังสีและถูกป้อนเข้าไปยังวงจรปรับแต่งรูปสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณที่มีรูปแบบเหมาะสมกับการนำไปใช้เป็นข้อมูลการแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การแสดงผลด้วยเสียงตามจำนวนนับรังสี การแสดงผลด้วยมิเตอร์เข็มแบบแอนะล็อก และแสดงผลเป็นเชิงตัวเลขแบบดิจิทัล

2.2 สมาร์ทโฟน (Smartphone)

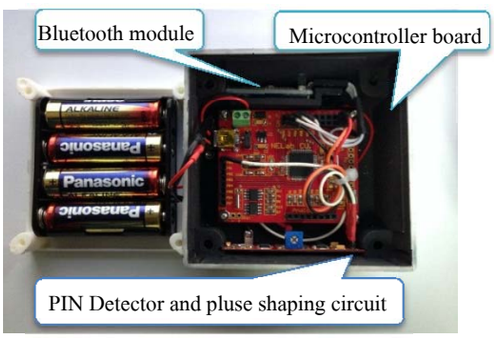
สมาร์ทโฟนคือโทรศัพท์มือถือที่มีสมรรถนะการใช้งานสูง ประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อรับส่งข้อมูลได้ง่ายผ่านทางบลูทูธ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันการใช้งานต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ กล้องดิจิทัล กล้องวีดีโอ และระบบ GPS เป็นต้น ในส่วนของระบบแสดงผลเป็นจอภาพแบบทัชสกรีนที่มีความละเอียดสูง สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ต (Internet) ได้

ทั้งจากระบบวายฟาย (WiFi) หรือ Mobile broadband ทำให้การเข้าถึงข้อมูลบนโลกออนไลน์ (Online) สามารถทำได้ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูง ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 สมาร์ทโฟน

ระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนมีหลายระบบ ซึ่งแต่ละระบบก็มีจุดเด่นเฉพาะตัว แต่ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้กันมากคือระบบแอนดรอยด์เนื่องจากเป็นระบบที่เป็น Open-source จึงทำให้ผู้ผลิตโทรศัพท์หลายยี่ห้อเลือกใช้ระบบปฏิบัติการนี้ได้ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนทำได้ง่าย ด้วยเหตุผลตามที่กล่าวในข้างต้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดที่นำเอาสมาร์ทโฟนมาพัฒนาร่วมกับอุปกรณ์วัดรังสีที่ได้ถูกออกแบบขึ้นมาเฉพาะ จนได้เป็นเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานบนสมาร์ทโฟนได้ ดังแสดงในรูปที่ 3 และสมาร์ทโฟนที่ใช้ในการพัฒนานี้คือ Sumsung Galaxy S2 มีระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชั่น 2.3.6

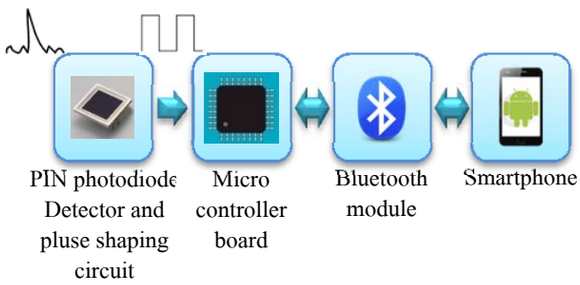
2.3 เครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน



รูปที่ 3 เครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน

เครื่องสำรวจรังสีที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมีไดอะแกรมของโครงสร้างการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4 เนื่องจากเครื่องสำรวจปริมาณรังสีโดยทั่วไปจะใช้หัววัดรังสีชนิดไกเกอร์-มูลเลอร์เป็นตัวตรวจวัดรังสีทำให้ต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงสำหรับการไบอัสให้ที่หัววัดจึงทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าสูงและไม่เหมาะที่จะนำมาออกแบบใช้งานร่วมกับระบบของสมาร์ทโฟน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้อุปกรณ์ชนิด PIN- photodiode ที่มีขนาดเล็กกว่าหัววัดรังสีชนิดไกเกอร์-มูลเลอร์มาใช้เป็นตัวตรวจวัดรังสีแทน เพราะไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงทำให้สามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าและพื้นที่ใช้งานลงได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถออกแบบเป็นอุปกรณ์วัดรังสีขนาดพกพา (Handheld) ได้ง่าย แต่เนื่องจากขนาดของสัญญาณที่เกิดขึ้นจากการทำอันตร

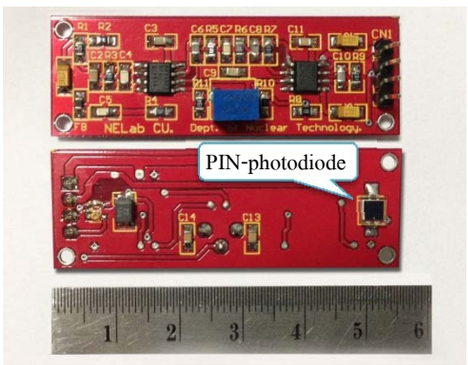
กิริยาของรังสีแกมมากับอุปกรณ์ชนิด PIN-photodiode ที่มีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของสัญญาณที่เกิดขึ้นจากหัววัดรังสีชนิดไกเกอร์-มูลเลอร์ จึงได้ออกแบบวงจรขยายสัญญาณพัลส์(Pulse amplifier) ที่มีอัตราการขยายสัญญาณ 1000 เท่า พร้อมวงจรปรับแต่งรูปสัญญาณ (Pulse shaping) ไว้บนแผงวงจรเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 5 สัญญาณพัลส์ที่ได้จะถูกส่งไปยังวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้โปรแกรมไว้ให้ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์นับจำนวนพัลส์ลอจิกและอุปกรณ์ตั้งเวลา สำหรับการนับจำนวนของพัลส์ลอจิกที่ถูกส่งเข้ามาที่อินพุต (Input) ส่วนโมดูลบลูทูธทำหน้าที่ในการรับส่งคำสั่งและข้อมูลระหว่างวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับสมาร์ทโฟน



รูปที่ 4 โครงสร้างการทำงานของเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟน

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีโครงสร้างของการทำงานแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ

1.อุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแกมมาด้วย PIN-photodiode

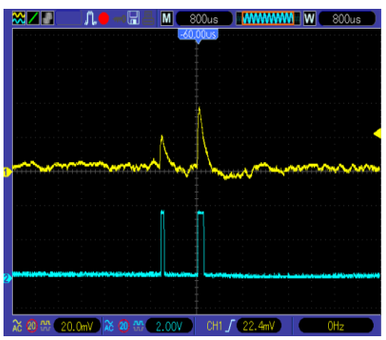


รูปที่ 5 แผงวงจรตรวจวัดรังสีแกมมาด้านหน้าและด้านหลัง

อุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแกมมาด้วยอุปกรณ์ชนิด PIN- photodiode มีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อรังสีแกมมาตกกระทบและทำอันตรกิริยากับอุปกรณ์ชนิด PIN- photodiode ที่ถูกไบอัสกลับ (Reverse bias) ทำให้เกิดเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งความไวของการตรวจวัดรังสีจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่หน้าตัดและแรงดันที่ใช้ในการไบอัส โดยทั่วไปการเพิ่มค่าแรงดันที่ใช้ในการไบอัสให้กับอุปกรณ์ชนิด PIN-photodiode จะทำให้ขนาดของสัญญาณไฟฟ้าที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นขณะเดียวกันขนาดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่เกิดจากกระแสรั่วไหลหรือกระแสมืด (Dark current) ก็จะเพิ่มตามไปด้วยดังแสดงในสมการที่ 1

$$I_D = I_{SAT}(e^{\frac{qV_A}{k_B T}} - 1) \qquad (1)$$

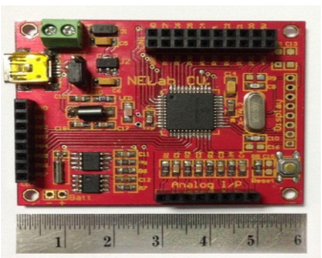
โดยที่ I_D คือกระแสมืดของโฟโตไดโอด, I_{SAT} คือกระแสอิ่มตัวขณะไบอัสกลับ, q คือประจุอิเล็กตรอน, V_A คือแรงดันไบอัสของโฟโตไดโอด, k_B คือค่าคงที่โบลซ์มาน (k_B = 1.38 x 10–23 J/K), T คืออุณหภูมิสัมบูรณ์ (273 K = 0 °C) ดังนั้นในการออกแบบวงจรขยายและวงจรปรับแต่งสัญญาณจึงต้องคำนึงถึงค่าแรงดันที่ใช้ไบอัสให้กับอุปกรณ์ชนิด PIN–photodiode เป็นพิเศษ เพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio : S/N) ที่เหมาะสม ในการออกแบบได้ใช้ออปแอมป์ (OP–AMP) ชนิดที่มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าและสัญญาณรบกวนต่ำจำนวน 4 ตัว โดยตัวแรกออกแบบให้เป็นวงจรขยายแบบไวต่อประจุ (Charge sensitive amplifier) ส่วน 3 ตัวหลังออกแบบเป็นวงจรขยายแรงดัน(Voltage Amplifier) ที่มีอัตราการขยายรวม 1000 เท่า และใช้เทคนิคการปรับแต่งสัญญาณแบบ CR–RC2 จนได้เป็นสัญญาณพัลส์เอาต์พุต (Output pulse) ดังแสดงในกราฟเส้นบนของรูปที่ 6 จากนั้นสัญญาณพัลส์ที่ได้จะส่งต่อไปยังวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage comparator) และวงจรตัดสัญญาณรบกวน (Noise discriminator) ได้เป็นสัญญาณพัลส์ลอจิกออกมา ดังแสดงในกราฟเส้นล่างของรูปที่ 6 เพื่อนำไปนับจำนวนด้วยวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป



รูปที่ 6 สัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจวัดรังสีที่ได้พัฒนา

2. วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังแสดงในรูปที่ 7 จะทำหน้าที่เป็นวงจรนับสัญญาณพัลส์ วงจรตั้งเวลาสำหรับการนับสัญญาณพัลส์ในแต่ละครั้ง และควบคุมการติดต่อสื่อสารการรับส่งข้อมูลระหว่างโมดูลบลูทูธกับสมาร์ทโฟน ดังนั้นเพื่อความสะดวกและความยืดหยุ่นในการออกแบบวงจรนับจำนวนพัลส์ลอจิก วงจรตั้งเวลาและวงจรควบคุมการติดต่อสื่อสารการรับส่งข้อมูลระหว่างโมดูลบลูทูธ จึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

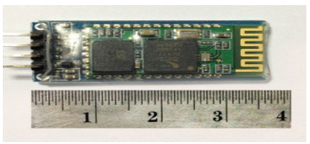


รูปที่ 7 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

จาก Microchip เบอร์ PIC18F4550 ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมความจุสูงแบบแฟลช (Flash) และมีโมดูลต่าง ๆ ที่ช่วยสนับสนุน

การออกแบบใช้งานเบ็ดเสร็จอยู่ภายในชิปได้แก่ ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ พอร์ตทั้งแบบขนานและอนุกรม ตลอดจนโมดูลฐานเวลาจริง (Real time clock) เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการทำงานของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มจากการรอรับคำสั่งจากสมาร์ทโฟนผ่านทางบลูทูธ เมื่อได้รับคำสั่งเริ่มนับก็จะทำการนับจำนวนพัลส์ที่ส่งมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแกมมาตามเวลาที่กำหนดไว้จากสมาร์ทโฟน จากนั้นก็จะส่งค่าจำนวนนับไปแสดงผลที่สมาร์ทโฟนผ่านทางบลูทูธด้วยเช่นกัน

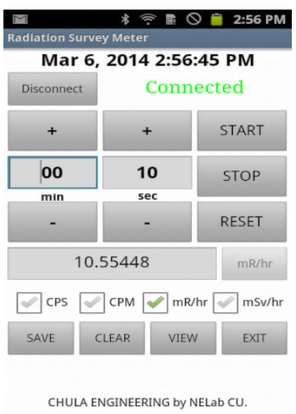
3. โมดูลบลูทูธ



รูปที่ 8 โมดูลบลูทูธ

ในยุคปัจจุบันสมาร์ทโฟนส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์บลูทูธติดมาให้สำหรับใช้ในการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการใช้งานอีกทั้งสอดคล้องกับหลักปฏิบัติ 3 ประการในการป้องกันอันตรายจากรังสีกล่าวคือ 1.ใช้เวลาอยู่กับรังสีให้น้อยที่สุดเพื่อไม่ให้ร่างกายได้รับรังสีเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด 2.อยู่ห่างจากต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุดเพราะความแรงของรังสีจะลดลงตามกฎกำลังสองผกผัน 3.ใช้กำบังรังสีเพื่อช่วยลดความแรงของรังสี งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแกมมากับสมาร์ทโฟนผ่านทางบลูทูธ เพื่อที่ผู้ใช้งานจะสามารถอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีได้ในรัศมีมากกว่า 20 เมตร ซึ่งโมดูลบลูทูธที่นำมาใช้กับเครื่องสำรวจรังสีในงานวิจัยนี้ดังแสดงในรูปที่ 8

4. สมาร์ทโฟนและแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้น



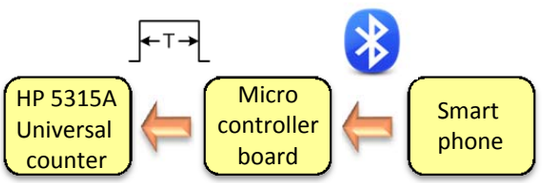
รูปที่ 9 แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำงานร่วมกับเครื่องสำรวจรังสี

แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องสำรวจรังสี “RSM” ดังแสดงในรูปที่ 9 มีฟังก์ชั่นหลักในการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1.ควบคุมการเชื่อมต่อบลูทูธและรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับสมาร์ทโฟน 2.ตั้งเวลาการนับรังสีและควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 3.แสดงผลข้อมูลการทางรังสี ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลได้หลายรูปแบบได้แก่ อัตราการนับรังสีต่อเวลา, อัตราปริมาณรังสี (Exposure rate, mR/hr) และอัตราปริมาณรังสีสมมูล (Dose equivalent rate, mSv/hr) เป็นต้น

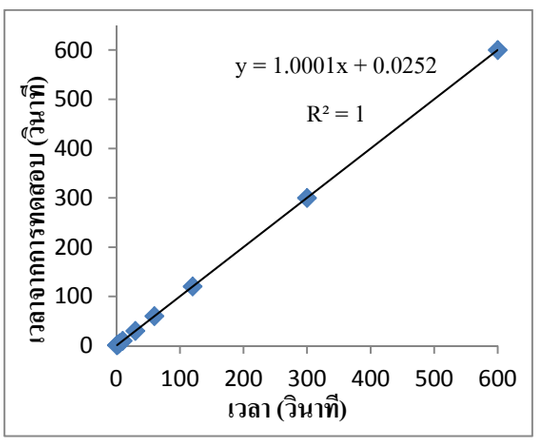
3. การทดสอบ

3.1 ทดสอบเวลาในการวัดรังสี



รูปที่ 10 การทดสอบเวลาในการวัดรังสี

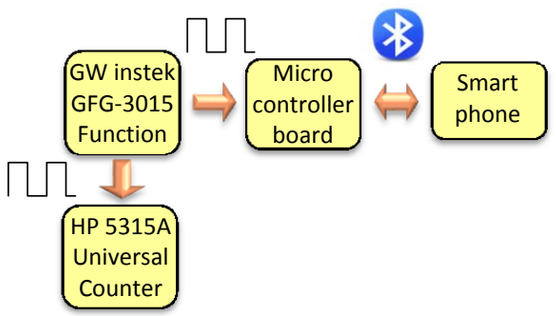
เป็นการทดสอบหาความถูกต้องของการตั้งเวลาที่ใช้สำหรับการนับวัดรังสี ซึ่งมีวิธีการจัดการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 10 ตั้งโหมดการทำงานเครื่อง Universal counter (ยี่ห้อ HP รุ่น5315A) เป็นโหมดวัดค่าคาบเวลา (Period) โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับคำสั่งการตั้งเวลาจากสมาร์ทโฟนเป็นตัวควบคุมการอ่านค่าคาบเวลาของเครื่อง Universal counter เมื่อตั้งค่าเวลาที่ต้องการบนสมาร์ทโฟนเสร็จ และกด START เวลาที่สมาร์ทโฟนจะเริ่มนับถอยหลังขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้เครื่อง Universal counter เริ่มอ่านค่าคาบเวลาและจะหยุดเมื่อหมดเวลาตามที่ตั้งไว้หรือกด STOP ในการทดลองจะตั้งเวลาเป็น 1, 2, 5, 10, 30 วินาทีและ1, 5, 10 นาทีตามลำดับ ในแต่ละช่วงเวลาจะทำการทดลอง 5 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาจริงและเวลาที่ทดสอบจากสมาร์ทโฟน

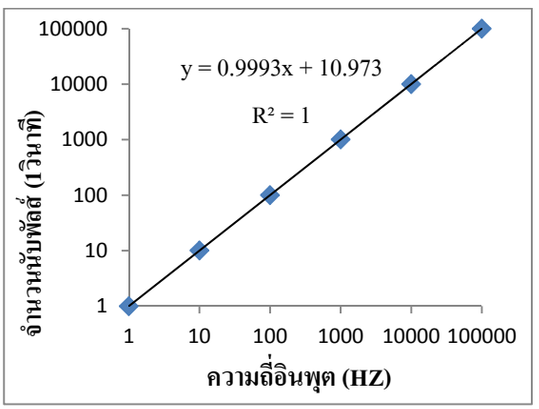
จากผลการทดสอบพบว่าเวลามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.35%

3.2 ทดสอบการนับสัญญาณพัลส์ [3]



รูปที่ 12 การทดสอบการนับสัญญาณพัลส์

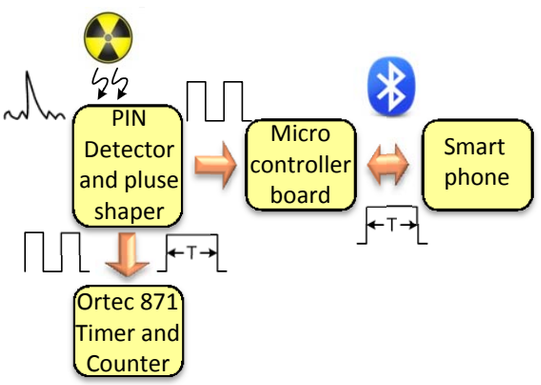
การทดสอบการนับสัญญาณพัลส์ เพื่อทดสอบความถูกต้องในการนับสัญญาณพัลส์ โดยจัดการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 12 เครื่องกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน (ยี่ห้อ GW instek รุ่น GFG-3105) เป็นตัวสร้างความถี่ที่ใช้สำหรับการทดสอบ และใช้เครื่อง Universal counter เป็นตัววัดอ้างอิงความถี่เปรียบเทียบกับความถี่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์วัดได้ โดยตั้งเวลานับจากสมาร์ทโฟนที่เวลาคงที่ 10 วินาทีทำการทดลองที่ความถี่ 1 HZ ถึง 100 kHZ ที่แต่ละความถี่จะทำการทดลอง 5 ครั้ง นำค่าที่ได้มาทำเป็นจำนวนนับต่อวินาทีและหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่อินพุตและจำนวนพัลส์ที่นับได้

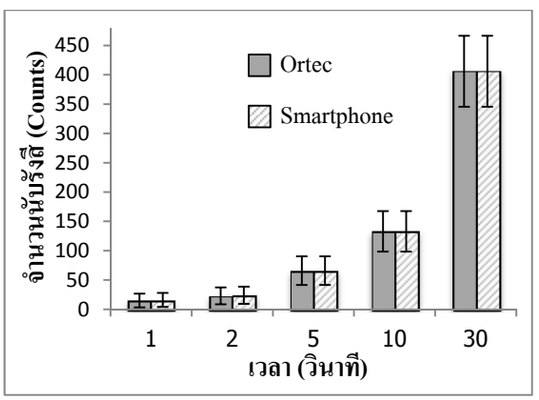
จากผลการทดสอบพบว่าค่าจำนวนนับพัลส์มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.96%

3.3 ทดสอบการนับจำนวนรังสี



รูปที่ 14 การทดสอบการนับจำนวนรังสี

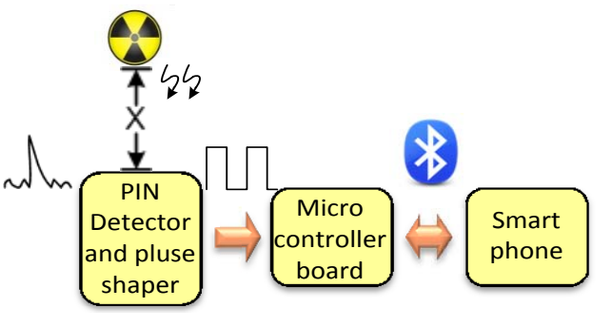
การทดสอบการนับจำนวนรังสีเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องนับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์มาตรฐาน จัดการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 14 โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแกมมาที่พัฒนาขึ้น ตรวจวัดรังสีจากต้นกำเนิดรังสีซีเซียม-137 ที่ระยะห่างคงที่ 1 เซนติเมตรส่งสัญญาณพัลส์ที่ตรวจวัดได้เข้าสู่ไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อนับจำนวนรังสี แล้วส่งไปแสดงผลที่สมาร์ทโฟน ในขณะเดียวกันก็ทำการนับจำนวนรังสีด้วยเครื่องนับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์มาตรฐาน Ortec 871 timer and counter ไปพร้อมกัน โดยทำการนับด้วยเวลาที่เท่ากัน ตั้งแต่ 1, 2, 5, 10, 30 วินาทีและ1, 5, 10 นาทีตามลำดับ ในแต่ละช่วงเวลาจะทำการทดลอง 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกัน ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 เปรียบเทียบค่าจำนวนนับรังสีระหว่างเครื่องนับสัญญาณพัลส์มาตรฐานและเครื่องที่พัฒนาขึ้น

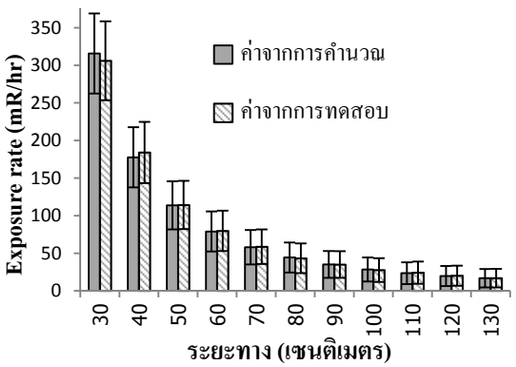
จากผลการทดสอบพบว่าค่าจำนวนนับรังสีมีค่าความแตกต่างไม่เกิน 6.67%

3.4 ทดสอบการวัดอัตราปริมาณรังสี (Exposure rate) [3]



รูปที่ 16 การทดสอบการวัดอัตราปริมาณรังสี

การทดสอบการวัดอัตราปริมาณรังสี จัดการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 16 โดยวัดอัตราปริมาณรังสีจากต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานซีเซียม-137 ความแรงรังสี 68 mCi ทำการวัดที่เวลาคงที่ 30 วินาที และเพิ่มระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับอุปกรณ์วงจรตรวจวัดรังสีจาก 30 เซนติเมตรถึง 2 เมตร ที่แต่ละระยะห่างจะทำการวัด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 17 เปรียบเทียบค่าอัตราปริมาณรังสีระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณและการทดสอบ

จากผลการทดสอบพบว่าค่าอัตราปริมาณรังสีมีค่าความแตกต่างไม่เกิน 7%

4. สรุป

จากการทดสอบเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้น มีค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาในการวัดรังสีไม่เกิน 0.35% ค่าความคลาดเคลื่อนในการนับสัญญาณพัลส์ไม่เกิน 0.96% ค่าความแตกต่างในการนับรังสีเมื่อเทียบกับเครื่องนับรังสีมาตรฐานไม่เกิน 6.67% และค่าความแตกต่างในการวัดอัตราปริมาณรังสีเมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณได้ไม่เกิน 7% จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องสำรวจรังสีที่ทำงานร่วมกับสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้ในการสำรวจรังสีได้ผลเป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีขนาดเล็กสะดวกในการใช้งาน และเนื่องจากขณะใช้งานสามารถนำเครื่องสำรวจรังสีนี้วางไว้ในที่ต้องการสำรวจรังสีจากนั้นผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานและบันทึกผลการวัดรังสีจากสมาร์ทโฟนได้ในระยะไม่เกิน 20 เมตร จึงทำให้ร่างกายได้รับปริมาณรังสีลดลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณศูนย์เชี่ยวชาญนิวเคลียร์เทคโนโลยี สำหรับวิเคราะห์และทดสอบวัสดุ ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือในการพัฒนา ขอขอบคุณ อ.เดโช ทองอร่าม ผศ.อรรถพร ภัทรสุมันต์และ ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่คอยให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหา ขอขอบคุณ คุณสมชาย เบ้าทอง และคุณเฉลิมพงษ์ โพธิ์ลี้ สำหรับคำแนะนำที่มีประโยชน์ และขอขอบคุณ นางสาวปริยากร ธนาภาวราโชติ ที่ช่วยตรวจทานและแก้ไขบทความ

เอกสารอ้างอิง

[1] Knoll G. Radiation Detection and Measurement. 3th ed. New York: John Wiley & Son; 1999

[2] Punnachaiya S., "Nuclear radiation detection and instrumentation", [Documentation of teaching], Bangkok, Chulalongkorn University, 1995. (In Thai)

[3] Wongsirojkul W., "The development of computer peripheral device for radiation survey with a GPS locator", KKU Engineering Journal July-September 2013,40(3),417-425. (In Thai)