

โครงการวิจัยเครื่องทำลายวงจร

อิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Electronic Circuit Demolition

with Microwave Shooter

บทคัดย่อ

การรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic interference, EMI) นั้น ไม่เป็นที่ต้องการต่ออุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลกระทบอาจจะมากจนกระทั่งทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ขำรุดเสียหายได้ งานวิจัยชิ้นนี้ได้ประยุกต์ผลกระทบที่รุนแรงดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อทำลายหรือตัดขบวนการระเบิดแสงเครื่อง เช่น นาฬิกาปลุกแบบเข็มหรือวงจรจุดขบวนการระเบิดแบบแสงเครื่องอื่นๆ โดยสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟความถี่ 2.454 GHz ไปเหนี่ยวนำชิ้นส่วนในวงจรซึ่งเป็นความถี่ที่สูงกว่าการทำงานของนาฬิกาแบบเข็ม (ประมาณ 50 - 60 Hz) มาก ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำกับตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุที่อยู่ในวงจร ชิ้นส่วนเหล่านี้เรียกว่า Lumped elements ซึ่งจะทำงานได้เฉพาะในความถี่ต่ำเท่านั้น แต่ในความถี่สูง ตัวเก็บประจุจะถูกเหนี่ยวนำเป็น short-circuit และตัวเหนี่ยวนำจะถูกเหนี่ยวนำเป็น open-circuit หรือถ้าอุปกรณ์จุดขบวนการระเบิดเป็นเครื่องควบคุมระยะไกลที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อ ก็อาจจะได้รับผลกระทบจากคลื่นไมโครเวฟนี้เช่นกัน

คำหลัก : Electromagnetic interference, Microwave shooter, Electronic circuit demolition

1. ปัญหาและสาเหตุ

จากเหตุการณ์การก่อความไม่สงบในจังหวัดชายแดนใต้ที่มีการใช้ระเบิดแสวงเครื่องเพื่อก่อวินาศกรรม ล่าสุดได้มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่หรือวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ในการจุดชนวนระเบิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อจุดชนวนระเบิด โดยคนร้ายจะรอจังหวะที่เจ้าหน้าที่เข้าไปสำรวจวัตถุต้องสงสัย แล้วทำการจุดชนวนระเบิดโดยใช้สัญญาณโทรศัพท์มือถือทันทีเมื่อต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการยากและเป็นการเสี่ยงสำหรับเจ้าหน้าที่ในการเก็บกู้ระเบิดอย่างยิ่ง

ในปัจจุบันวิธีการเก็บกู้ระเบิดที่จุดชนวนจากโทรศัพท์มือถือกระทำโดย เจ้าหน้าที่จะใช้เครื่องมือต่อต้านสัญญาณ (Jammer) เข้าทำการรบกวนสัญญาณโทรศัพท์มือถือไม่ให้จุดชนวนได้ ต่อจากนั้นก็ใช้เครื่องเอกซเรย์ถ่ายภาพในระยะ 50 เมตร เมื่อได้ภาพของลักษณะวัตถุระเบิดปรากฏชัดเจนแล้ว เจ้าหน้าที่จะใช้ปืนยิงทำลายวงจรวัดระเบิด ทั้งนี้ปืนยิงทำลายวงจรรด้วยกระสุนน้ำ (Water cannon) จะช่วยทำลายระเบิดไม่ให้จุดชนวนได้ ซึ่งในช่วงแรกอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาสูงมากและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยปืนยิงทำลายวงจรวัดระเบิดนี้ราคาประมาณ 9 แสนบาทต่อกระบอก แต่ในปัจจุบันกองทัพพบกร่วมกับ NECTEC ได้ทำการค้นคว้าวิจัยเครื่อง Jammer และปืนยิงเป็นผลสำเร็จแล้ว ส่วนปืนยิงทำลายวงจรวัดระเบิดด้วยกระสุนน้ำในประเทศไทย กรมสรรพวุฒทหารบกได้วิจัยและพัฒนาขึ้นโดยใช้ล้ากล้อง ปก.93 แต่ประสิทธิภาพยังด้อยกว่าเครื่องที่ผลิตในต่างประเทศ

หลังจากที่รัฐบาลประกาศให้ลงทะเบียนซิมการ์ดของโทรศัพท์มือถือทุกระบบทั่วประเทศ ทำให้ผู้ก่อการร้ายคิดค้นการจุดชนวนแบบแสวงเครื่องโดยวิธีอื่นคือ การใช้นาฬิกาปลุกหรือวงจรถูกตั้ง

เวลามาเป็นตัวจุดชนวนระเบิดแสวงเครื่องแทน ทำให้เครื่องมือต่อต้านสัญญาณไม่สามารถใช้ได้กับวิธีนี้ จึงเป็นเหตุให้มีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะสามารถทำลายวงจรถูกตั้งจากวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ขึ้น เพื่อทำลายต้นกำเนิดของการจุดชนวนระยะไกลจากวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ในรูปแบบต่างๆ โดยตรง ซึ่งในปัจจุบันวิธีใช้ปืนยิงทำลายวงจรรด้วยกระสุนน้ำก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำลายวงจรรีเลย์ทรอนิกส์เช่นกัน แต่ก็ยังมีปัญหาที่ได้อธิบายมาแล้ว

นอกจากปัญหาทางด้านเทคนิคในการทำลายวงจรรีเลย์ทรอนิกส์จากเครื่องมือที่ใช้อยู่แล้ว หน่วยที่มีความจำเป็นต้องใช้งานซึ่งเป็นหน่วยระดับย่อยที่อยู่ในพื้นที่ ยังประสบปัญหาการจัดซื้อเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาที่สูงมาก กล่าวคือ อุปกรณ์กู้ระเบิดที่จุดชนวนด้วยโทรศัพท์มือถือในขณะนี้มีอยู่ 2 ชนิด คือ เครื่องรบกวนสัญญาณมีราคาประมาณ 60,000 - 1,500,000 บาท หรือมากกว่า และปืนยิงทำลายวงจรรด้วยกระสุนน้ำมีราคาประมาณ 900,000 บาท ยังไม่รวมค่ากระสุนน้ำ ซึ่งจะต้องสั่งซื้ออีกในอนาคต

2. จุดมุ่งหมายของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเครื่องทำลายวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ด้วยคลื่นไมโครเวฟที่พัฒนามาจากเครื่องต้นแบบ (1) เพื่อศึกษาผลกระทบของคลื่นไมโครเวฟต่อวงจรรีเลย์ทรอนิกส์แบบต่างๆ โดยมีแนวทางหลักดังนี้

2.1 เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่สามารถทำลายวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ได้โดยตรง ซึ่งวงจรรีเลย์ทรอนิกส์เหล่านั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริงของการจุดชนวนระเบิดแสวงเครื่องที่ผู้ก่อการร้ายใช้ปฏิบัติการ วงจรรีเลย์ทรอนิกส์เหล่านั้นได้แก่ วงจรโทรศัพท์มือถือทุกระบบ, วงจรรีโมทคอนโทรล, วงจรตั้งเวลา

ระเบิดด้วยนาฬิกาปลุกแบบแสงเครื่อง, และ วงจรหน่วงเวลา เป็นต้น ในระยะการทำลายวงจร อิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่เก็บกู้ระเบิด และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตหรืออุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ใกล้

2.2 เพื่อให้ได้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการ เก็บกู้ระเบิดประเภทใหม่ ที่มีราคาถูกและสามารถ ผลิตได้เองในประเทศ ทำให้หน่วยระดับล่าง สามารถจัดหาได้โดยง่าย

2.3 เพื่อศึกษาผลกระทบของคลื่นไมโครเวฟ ที่ความถี่ 2.454 GHz ต่อคลื่นวิทยุย่านต่างๆ ที่ อาจจะนำมาใช้ในการจุดชนวนระเบิดแสงเครื่อง

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 เครื่องมือนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำลาย วงจรจุดชนวนอิเล็กทรอนิกส์ของระเบิดต่างๆ และ อาจจะรวมถึงวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่ต้องการ เช่น ไททรานซิสเตอร์ หรือวงจรรีโมทคอนโทรล ต่างๆ โดยจะไม่ทำลายการทำงานของระเบิด โดยตรงหรือระเบิดที่ไม่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนประกอบ

3.2 เครื่องมือนี้จะมีระยะหวังผลในการ ทำลายวงจรประมาณไม่เกิน 2 - 3 เมตร เนื่องจากการกระจายคลื่นของคลื่นไมโครเวฟอาจจะมีผล ต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ หรือสิ่งต่างๆ ที่ อยู่รอบข้างในระยะไกลได้

4. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัย ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวกของกองวิชาวิศวกรรม ไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อย- พระจุลจอมเกล้าและได้รับความอนุเคราะห์ในการ ทดสอบจากศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและ

อิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) โดยกำหนดขั้นตอนการ ดำเนินการวิจัยดังนี้

4.1 การทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบ

เพื่อทดสอบและบันทึกข้อมูลของเครื่อง ทำลายวงจรฯ ต้นแบบมีความถี่เรโซแนนท์ที่ 2.454 GHz ในลักษณะต่างๆ เช่น ผลกระทบของคลื่น ไมโครเวฟต่อนาฬิกาปลุกแบบเข็ม ผลกระทบ ของคลื่นไมโครเวฟต่อนาฬิกาปลุกแบบดิจิตอล ผลกระทบต่อรถบังคับวิทยุ ผลกระทบต่อวงจร นาฬิกาปลุกแบบเข็มและแบบดิจิตอลเมื่อมีผนัง ป้องกันคลื่น (Shield) และการวัดขนาดความ เข้มของสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น

ในการทดลอง กำหนดให้จำลองเป้าหมาย เป็นนาฬิกาปลุกแบบเข็มและนาฬิกาปลุกแบบ ดิจิตอลและรถบังคับวิทยุ แทนเครื่องจุดชนวน ระเบิดแบบแสงเครื่อง โดยสังเกตผลกระทบของ คลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกมาจากเครื่องทำลาย วงจรฯ ต้นแบบมีผลอย่างไรต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของเครื่องจุดชนวนฯ ที่จำลองขึ้น การทดลองยัง ขยายผลไปถึงการรบกวนคลื่นวิทยุในย่าน HF (3 - 30 MHz) และ VHF (30 - 300 MHz) เนื่องจากคลื่นวิทยุย่านดังกล่าวนำมาใช้กับรีโมท คอนโทรลซึ่งในการทดลองจะใช้รถบังคับวิทยุแทน

4.2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ คือ ขนาด น้ำหนัก ความคล่องตัวในการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วน ผลิตคลื่นและส่วนจ่ายกระแสไฟฟ้า

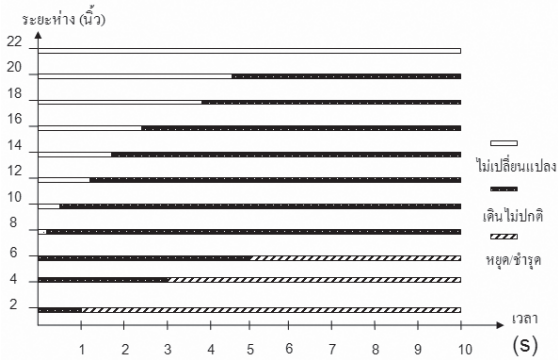
4.3 ออกแบบส่วนผลิตคลื่นไมโครเวฟ ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อยๆ คือ

4.3.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ควบคุม การผลิตคลื่นไมโครเวฟจากหลอดแมกนีตรอน

4.3.2 สายนำสัญญาณและท่อนำคลื่น

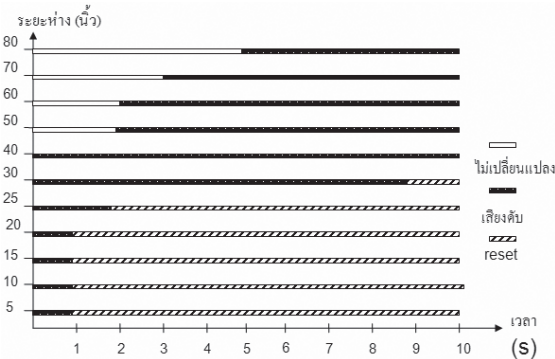
4.4 การออกแบบส่วนจ่ายกระแสไฟฟ้า

5. ผลการวิจัย



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของนาฬิกาปลุกแบบเข็ม ระยะทางและเวลา

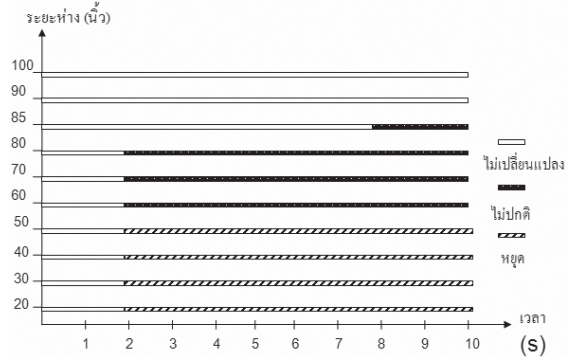
จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าคลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกมาจากเครื่องทำลายวงจรถง ไม่มีผลกระทบต่อนาฬิกาแบบเข็มในระยะ 22 นิ้ว หรือ 55 เซนติเมตร แต่จะเริ่มรบกวนนาฬิกาปลุกฯ ตั้งแต่ระยะ 20 นิ้วลงมา เมื่อลดระยะถึง 6 นิ้ว จะทำให้นาฬิกาฯ ช้ารูดเสียหาย



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของนาฬิกาปลุกแบบดิจิตอล ระยะทางและเวลา

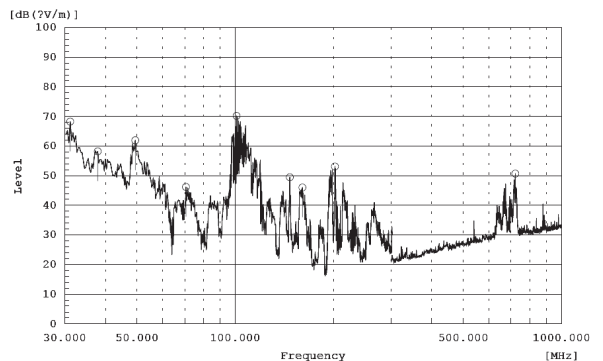
จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกมาจากเครื่องทำลายวงจรถง ส่งผลกระทบต่อนาฬิกาปลุกแบบดิจิตอลตั้งแต่ระยะ 80 นิ้วลง

มา และทำให้เสียงสัญญาณปลุกเบาหรือเปลี่ยนไปตั้งแต่ระยะ 30 นิ้วหรือน้อยกว่า เมื่อลดระยะลงมาถึง 20 นิ้วหรือน้อยกว่า ผลของคลื่นไมโครเวฟทำให้นาฬิกาปลุกฯ reset ตัวเองให้เป็นตัวเลข 01:00

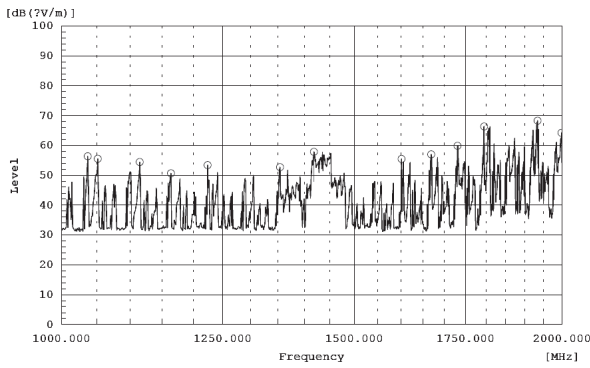


รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของล้อรถบังคับวิทยุ ระยะทางและเวลา

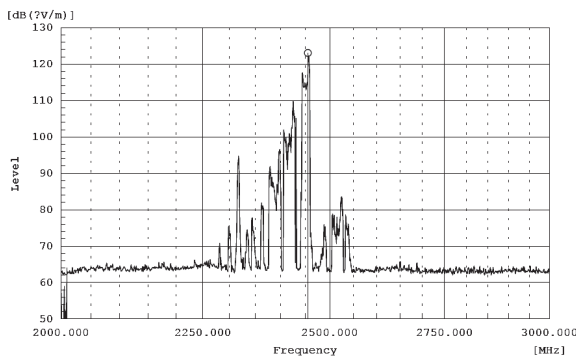
จากรูปที่ 3 คลื่นไมโครเวฟที่ส่งออกมาจากเครื่องทำลายวงจรถง ส่งผลกระทบต่อสัญญาณของรถบังคับวิทยุตั้งแต่ระยะ 85 นิ้วลงมา และที่ระยะ 80 - 60 นิ้ว ใช้เวลา 2 วินาทีจึงจะทำให้ล้อรถบังคับวิทยุหมุนไม่ปกติคือจะหมุนและหยุดสลับกัน เมื่อลดระยะลงมาในช่วง 20 - 50 นิ้ว ใช้เวลา 2 วินาทีจึงจะทำให้ล้อรถบังคับวิทยุหยุดหมุน



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ช่วง 30 - 1,000 MHz



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ช่วง 1,000 - 2,000 MHz



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสนามไฟฟ้าและความถี่ช่วง 2,000 - 3,000 MHz

จากรูปที่ 4 - 6 เมื่อพิจารณาที่ความเข้มของสนามไฟฟ้ามากกว่า 40 เดซิเบล ซึ่งเป็นความเข้มของสนามไฟฟ้าที่สามารถรบกวนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่เดียวกันได้ หรืออีกนัยหนึ่งคือสามารถรบกวนอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่เดียวกันได้ ตัวอย่างของวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับจุดชนวนระเบิดแสงเครื่องที่ใช้งานกับความถี่ช่วงต่างๆ มีดังนี้

- จากรูปที่ 4 ที่ความถี่ 50 - 100 MHz เป็นความถี่ของรีโมทคอนโทรลหรือรถบังคับวิทยุ

- จากรูปที่ 5 ที่ความถี่ 900, 1800 และ 1,900 MHz เป็นความถี่ของโทรศัพท์มือถือ
- จากรูปที่ 6 ที่ความถี่ 2 - 3 GHz เป็นความถี่ของ WLAN และ WIFI

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบผลการทดลอง นาฬิกาปลุกที่มีการป้องกันและไม่มีการป้องกัน

การเปลี่ยนแปลง	นาฬิกาแบบเข็ม	นาฬิกาดิจิตอล
ระยะที่เริ่มนาฬิกา	5 นิ้ว	10 นิ้ว
เริ่มทำงานไม่ปกติ	-	-

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าคลื่นไมโครเวฟจากเครื่องทำลายวงจรไม่สามารถทำลายวงจรรนาฬิกาแบบเข็มและแบบดิจิตอลได้เมื่อมีการป้องกัน

6. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคลื่นไมโครเวฟที่ถูกส่งออกมาจากเครื่องทำลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำลายวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีส่วนประกอบของตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำได้ เนื่องจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงต่ออุปกรณ์ดังกล่าวจนชำรุดเสียหาย ด้วยเหตุผลนี้คลื่นไมโครเวฟจากอุปกรณ์นี้จึงไม่สามารถทำลายวงจรดิจิตอลได้ แต่ก็สามารถรบกวนให้ทำงานไม่เป็นปกติได้

เมื่อนำเครื่องทำลายวงจรฯ มาทดสอบการรบกวนสัญญาณต่อคลื่นวิทยุ HF และ VHF ปรากฏว่า สามารถรบกวนในใ้วงจรภาครับไม่สามารถรับสัญญาณจากวงจรภาคส่งได้ และยังสามารถรบกวนคลื่นวิทยุในย่านที่สูงกว่านี้ได้อีก

เครื่องทำลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถช่วยลดความเสี่ยงของผู้เก็บกู้ระเบิดที่ใช้งาน

เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในเวลาที่ได้เป็นอย่างดี แต่ผู้เก็บกู้ระเบิดต้องอยู่ในเขตที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากคลื่นไมโครเวฟต่อมนุษย์ตามมาตรฐาน (2) และ (3) อีกทั้งยังมีราคาไม่แพงในการจัดหาของหน่วยใช้ แต่อย่างไรก็ตามเครื่องทำลายวงจรฯ ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาในการเก็บกู้ระเบิดได้ทุกกรณี เนื่องจากผู้ก่อการร้ายมักจะคิดวิธีแก้ไขอยู่ตลอดเวลา

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงกลาโหม (สวท.กท.) และได้รับความอนุเคราะห์ในการวัดและทดสอบทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบคุณ ดร.ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์ ผู้จัดการฝ่ายสนับสนุนทางเทคนิคของ PTEC ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- (1) นายเจษฎา เปาโสภา. (2548). เครื่องทำลายตัวส่งจุดชนวนระเบิดแสงเครื่องและเครื่องถ่ายถอดคำสั่งจุดชนวนระยะไกล. (คำขอรับอนุสิทธิบัตร). เลขที่คำขอ 0503001469.
- (2) Anthony, Wayne and Lawrence, Newell. (2000). Radiation Ovens. (Online). Available: <http://www.herbalhealer.com/microwave.html> (Access date : November 22, 2005)
- (3) Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. (2004, 18 November). Radiation Emissions From Microwave Ovens. (Online). Available: http://www.arpsa.gov.au/is_mwave.htm (Access date : November 22, 2005)