บทที่ 6

สรุปผลและเสนอแนะ

เครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ เป็นเครื่องมืออิเลคทรอนิคซ์ ซึ่งออกแบบขึ้นเพื่อตรวจสอบปริมาณรังสีสะท้อนภายในบริเวณที่มีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี ระบบเตือนอันตรายจะทำงานเมื่อปริมาณรังสีเกินระดับที่ตั้งไว้ว่าจะไม่ปลอดภัย ซึ่งจะให้ประโยชน์ทั้งในด้านการแพทย์และอุตสาหกรรม รวมทั้งงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีการใช้เครื่องกำเนิดเอ็กซเรย์ เครื่องไมนิเตอร์ดังกล่าวนี้ ได้รับการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่หาได้ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยภาคต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้ แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงแบบปรับค่าได้, ภาคขยายและแต่งรูปสัญญาน วงจรกูณความถี่ วงจรนับและภาคแสดงผล วงจรเปรียบเทียบ วงจรสร้างความถี่มาตรฐานเพื่อควบคุมการทำงานของระบบวงจรสัญญานเตือนอันตราย และแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำ วงจรทุก ๆ ภาคถูกออกแบบเป็นแผ่นวงจรอิสระเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาและตรวจซ่อม อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นวงจรส่วนต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นวงจรรวมในตระกูลซีมอส (CMOS) ซึ่งจัดหาได้ในประเทศไทย เครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องเตือนแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องนับรังสีได้อีกด้วย โดยออกแบบไว้สำหรับใช้ร่วมกับหัววัดรังสีแบบบรรจุก๊าซ เนื่องจากหัววัดแบบนี้เครื่องนับสามารถนับพัลส์ที่เกิดขึ้น ภายในหัววัดได้สูงสุดอยู่ในช่วงประมาณ 10,000 จำนวนนับต่อนาที ดังนั้นภาคนับรังสีของเครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์เครื่องนี้จึงถูกออกแบบให้สามารถนับได้สูงสุดเพียง 9999 จำนวนนับต่อนาทีเท่านั้น

แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงสำหรับหัววัด สามารถปรับค่าแรงดันได้คงที่ในช่วง 200 ถึง 2,000 โวลท์ มีปรับค่าแรงดันพร้อมด้วยมิเตอร์อยู่ด้านหน้าของตัวเครื่อง โดยแบ่งสเกล (scale) บนหน้าปัดมิเตอร์เป็น 2 ช่วง ด้วยสวิทช์ X 1 และ Xo.1 กิโลโวลท์

เนื่องจากการวัดปริมาณรังสี เป็นการวัดค่าที่เนื่องเบนตามสถิติ (random) ในระบบจึงออกแบบให้มีการเปรียบเทียบระหว่างระดับปริมาณรังสีที่วัดได้กับค่าของระดับรังสีที่ตั้งไว้ถึง 3 ครั้ง เพื่อจะได้ค่าที่เชื่อถือได้ โดยผ่านวงจรแก้แรนดอม จากผลการทดลองพบว่าสัญญานเตือน

อันตรายจะทำงานช้าไปเล็กน้อย ประมาณ 9 วินาที หลังจากผ่านกระบวนการแก้แรนดอม เพราะการเปรียบเทียบระดับปริมาณรังสี จะต้องใช้เวลาเฉลี่ยค่าปริมาณที่นับได้จากวงจรนับด้วยข้อมูลใหม่ 3 ครั้ง และบันทึกความแตกต่างของระดับที่วงจรแก้แรนดอมแล้วจึงผ่านวงจรหน่วงเวลา (delay time) เล็กน้อยจากนั้นรีเลย์จะตัดวงจรภายนอก รวมทั้งล็อค (lock) ตัวเอง จนกว่าจะมีการแก้ไขข้อบกพร่องของอุบัติเหตุ

ในส่วนของภาคแสดงผลของการนับปริมาณรังสีนั้น ข้อมูลที่ได้บนแผงตัวเลข 7 ส่วน เป็นจำนวนนับต่อนาที ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเทียบสเกลของเครื่องกับค่ามาตรฐานของระดับความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี ในหน่วยมิลลิเรมต่อชั่วโมง การปรับเทียบดังกล่าวกระทำที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยใช้เครื่อง dosimeter วัดอัตราปริมาณรังสีพร้อมกับทำการวัดความแรงรังสีในหน่วยจำนวนนับต่อนาที จากภาคนับรังสีของเครื่องไมนิเตอร์ในเวลาเดียวกันภายในห้องที่มีการใช้รังสีเอ็กซ์ จากการวัดในแนวรังสีสะท้อน 45 องศา จากลำรังสีปฐมภูมิที่กระทบตัวคนไข้เทียบ พบว่าเมื่อเลื่อนจุดวัดเข้าไปใกล้ตัวคนไข้เทียบจำนวนปริมาณรังสีในหน่วยมิลลิเรมต่อชั่วโมงจะมีค่าสูงจนทำให้จำนวนนับต่อนาทีของเครื่องไมนิเตอร์ บริเวณรังสีเอ็กซ์มีค่าเกิน 9999 ที่ออกแบบไว้ ดังนั้นจุดที่ทำการวัดได้พอดีที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนนับต่อนาทีกับค่าปริมาณรังสีในหน่วยมิลลิเรมต่อชั่วโมง สมนัยกันในลักษณะต่อเนื่องจึงมีเพียง 3 จุดเท่านั้น เพราะเมื่อเลื่อนจุดวัดออกห่างมากรังสีสะท้อนจะชนผนังห้องทำให้มีจำนวนรังสีที่มาเข้าหัววัดเป็นไปในลักษณะแรนดอมมีทิศทางไม่แน่นอน ค่าจำนวนนับต่อนาทีที่ได้จะมีการเปลี่ยงเบนมากจนเชื่อถือไม่ได้ ดังนั้นเส้นเทียบปรับจึงถูกสร้างขึ้นจากจุดที่สมนัยกันเพียง 3 จุด ลักษณะเส้นกราฟจะมีความต่อเนื่องกันโดยได้ค่าที่ 2.5 มิลลิเรมต่อชั่วโมง ตรงกับ 7200 จำนวนนับต่อนาทีซึ่งค่านี้จะเป็นค่าโดยประมาณในการกำหนดค่าที่วงจรเปรียบเทียบ เนื่องจากในการใช้งานจริง การกำหนดค่าต่าง ๆ และตำแหน่งติดตั้งหัววัดรังสี จะต้องพิจารณาถึงสภาพบริเวณห้อง ตำแหน่งผู้ปฏิบัติงานปริมาณรังสีที่ใช้งาน และช่วงเวลาการทำงานประกอบในการตัดสินใจ โดยทั่วไปค่าที่ตั้งไว้ที่วงจรเปรียบเทียบ ระดับที่ปลอดภัยจะอยู่ในช่วงประมาณ 7200 $\pm$ 20% จำนวนนับต่อนาที

สรุปผลของการปรับเทียบปัญหาที่จะต้องพิจารณาคือตำแหน่งของหัววัดที่จัดวางไว้ในบริเวณห้องที่มีการใช้รังสีเอ็กซ์ ในกรณีใช้หัววัดชุดเดียว จุดที่เหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้เน้นเฉพาะบริเวณที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีทำงานอยู่ ซึ่งจะต้องจัดวางหัววัดให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม เนื่องจากทิศทางการสะท้อนของรังสีไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นจะต้องศึกษาถึงปริมาณรังสีสะท้อน

ที่ตำแหน่งต่าง ๆ เช่น ฝาผนัง ประตู เพดาน เป็นต้น ก่อนติดตั้งเครื่องไมนิเตอร์รังสีเอ็กซ์ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเครื่องให้ใช้ในงานลักษณะดังกล่าวได้โดยการติดหัววัดไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าตำแหน่งใดมีปริมาณรังสีสะท้อนมากที่สุด

จากผลการทำงานของเครื่องกล่าวได้ว่า เครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ มีประโยชน์มากในวงการแพทย์ และอุตสาหกรรม เช่น การตรวจสอบชิ้นส่วนกลโดยใช้เอ็กซเรย์เรดิโอกราฟฟี ซึ่งปริมาณการใช้รังสีอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง ดังนั้นความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานจำเป็นจะต้องคำนึงถึงอย่างมาก ถึงแม้ว่าช่วงเวลาการทำงานกับรังสีจะมีเพียงไม่กี่ชั่วโมงต่อวันก็ตาม การรับทราบระดับความแรงรังสีจากภาคนับรังสี ตลอดช่วงเวลาการทำงานก็สามารถสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงานได้ แม้ว่าจำนวนรังสีที่มาเข้าหัววัดจะเป็นไปในลักษณะแรนดอมก็ตาม แต่เมื่อเกิดการรั่วของรังสีหรือเกิดอุบัติเหตุอย่างหนึ่งอย่างใด เครื่องก็สามารถเตือนให้ทราบได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถตัดแหล่งจ่ายไฟสลับของเครื่องเอ็กซ์เรย์ได้อีกด้วยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน หรืออาจกล่าวได้ว่าเครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์เหมาะที่จะใช้สำหรับวัดค่าแบคกราวน์ (background) ภายในบริเวณห้องที่มีการใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์.

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้นมีดังนี้

1. เพื่อเป็นการลดปัญหาเรื่องแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงของหัววัดรังสี และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวัดรังสีเอ็กซ์หรือรังสีแกมมา เครื่องไมนิเตอร์ควรออกแบบให้ใช้กับหัววัดรังสีกึ่งตัวนำ ซึ่งต้องการไบอัสต่ำ และขนาดกระทัดรัด

2. การใช้หัววัดรังสีกึ่งตัวนำ สามารถจัดไบอัสให้กับหัววัดได้ง่าย จึงสามารถจะติดตั้งหัววัดไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการทราบระดับรังสีหลายหัววัดประกอบกับระบบสะแกนทางอิเลคทรอนิคส์ วัดค่าความแรงรังสีจากหัววัดต่าง ๆ ได้ โดยใช้เครื่องไมนิเตอร์เครื่องเดียว

3. เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดจากการทำงานของเครื่องไมนิเตอร์ ก่อนการใช้งานทุกครั้ง ผู้ใช้ควรทราบสภาวะทำงานของระบบอิเลคทรอนิคส์ภายในเครื่องว่าทำงานถูกต้อง ดังนั้นจึงควรมีระบบทดสอบวงจรส่วนต่าง ๆ ก่อนใช้งาน โดยอาศัยสัญญาณแทนพัลส์นับรังสีจากสัญญาณนาฬิกาภายในเครื่องเป็นหัวทดสอบ