

ET08: การพัฒนาโปรแกรมบันทึกข้อมูลพร้อมแสดงผลเชิงกราฟฟิคในการวัด รังสีแกมมาพร้อมกัน 12 หัววัด สำหรับการตรวจสอบกระบวนการผลิตใน

อุตสาหกรรมโดยเทคนิคสารรังสีติดตาม

*ธนรรจน์ แสงจันทร์¹ และ สิริพล เชื้ออินตะ¹

¹สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ถ.วิภาวดีรังสิต ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2 579 7600 โทรสาร 02 579 0220 E-Mail: dhanaj@tint.or.th

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับบันทึกข้อมูลความเข้มของรังสีแกมมาตามระยะเวลาพร้อมทั้งการแสดงผลเชิงกราฟฟิคในการวัดรังสีจำนวน 12 หัววัดพร้อมกันโดยส่งข้อมูลผ่านมาตรฐาน RS-232 การทดสอบในห้องปฏิบัติการตรวจวัดอัตราการไหลในท่อพบว่าโปรแกรมสามารถเก็บข้อมูลได้เร็วที่สุด 20 มิลลิวินาที โดยมีข้อมูลมากที่สุดถึง 10,000 จุด และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับโปรแกรมการคำนวณ และวิเคราะห์เชิงคุณภาพต่างๆ เช่น Residence Time Distribution (RTD) และ โปรแกรมการสร้างภาพรังสีแกมมาหลายมิติ (Computed Tomography) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในงานตรวจสอบระบบการผลิตในอุตสาหกรรมร่วมกับเทคนิคสารรังสีติดตาม อาทิ การวัดอัตราการไหล การตรวจสอบการรั่วไหล เป็นต้น

คำสำคัญ: เทคนิคสารรังสีติดตาม เทคนิคการสร้างภาพรังสีแกมมา โปรแกรมบันทึกและแสดงผลข้อมูลรังสีแกมมา การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

DEVELOPMENT OF 12 HEAD GAMMA DETECTION AND GRAPHICAL PRESENTATION SOFTWARE SUITABLE FOR INDUSTRIAL PROCESS INVESTIGATION BY RADIOTRACER TECHNIQUE

Dhanaj Saengchantr and Siripone Chueinta

Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)

Vibhavadee-Rangsit Rd. Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900

Phone: 02 596 7600, Fax: 02 579 0220, E-Mail: dhanaj@tint.or.th, siripone@tint.or.th

Abstract

Data logging with prompt graphical presentation software accommodating gamma radiation signals from 12 scintillation detectors through standard RS-232 interface has been developed. Laboratory testing by detection of injected-mixed radioactive tracer in a fluid flowing inside a pipe was conducted. The radioactive mixed fluid

passed through the detectors located at several points along the pipe and the generated signals correspond to the mass flow inside the pipe were recorded. Up to 10,000 data points of fast (20 millisecond) dwell time could be accumulated. Graphical presentation allowed fast interpretation while the output data were suitable for more accurate evaluation with standard software e.g. Residence Time Distribution (RTD), Computed Tomography Visualization. Further utilization in the industry, in conjunction with radiotracer techniques, for troubleshooting and process optimization will be further carried out.

Keywords: Radiotracer, Computed Tomography, Gamma detection and presentation software. Industrial applications

1. บทนำ

ในงานตรวจสอบระบบในโรงกลั่นน้ำมันด้วยเทคนิคสารรังสีติดตามน้ำมันวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์สถานะของของไหลที่อยู่ในระบบว่าเกิดการรั่วไหลจากระบบหนึ่งไปยังระบบอื่นหรือไม่ โดยอาศัยการเจือสารรังสีที่มีคุณสมบัติเดียวกับของไหลที่พิจารณาเข้าสู่ระบบ แล้วติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของสารรังสีโดยใช้ระบบวัดรังสีที่ติดตั้งไว้ในจุดต่าง ๆ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเก็บและแสดงผลการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่แผ่ออกจากสารรังสีติดตามด้วยหัววัดโซเดียมไอโอไดน์ (NaI) จำนวน 12 หัววัด แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ในแบบ Real-Time

2. การพัฒนาโปรแกรม

2.1 ศึกษาข้อมูลเครื่องวัดรังสี

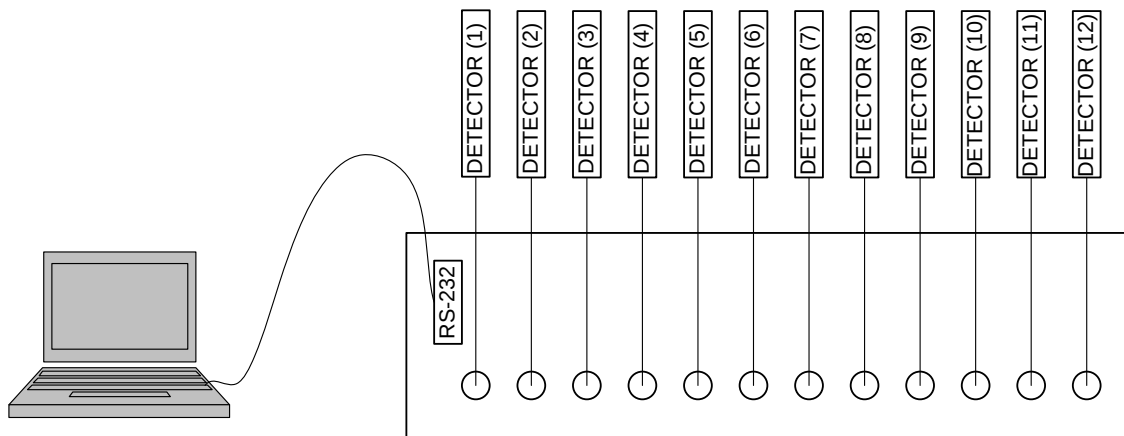
2.1.1 ฮาร์ดแวร์

เครื่องวัดรังสีของบริษัท Ludlum รุ่น 4612 เป็นเครื่องวัดรังสีแบบช่องเดี่ยว (Single Channel Analyzer: SCA) ที่ควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ ผ่านคอมพิวเตอร์ พีซี และสามารถวัดและเชื่อมต่อกับหัววัดได้ถึง 12 หัววัดโดยแยกภาคขยายและภาคจ่ายไฟสูงออกจากกัน นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่า Upper Level Discriminator (ULD) และค่า Lower Level Discriminator (LLD) ค่าระยะเวลาในการนับวัดและค่าระยะเวลาในการสุ่มข้อมูลได้ ซึ่งเป็นเครื่องวัดทางรังสีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานสารรังสีติดตาม

หัววัดรังสีที่ใช้เป็นหัววัดรังสีแบบโซเดียมไอโอไดน์ (NaI) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร จำนวน 12 หัว เชื่อมต่อเครื่องวัดกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232



รูปที่ 1 เครื่องวัดรังสีของบริษัท Ludlum รุ่น 4612 พร้อมหัววัดรังสี NaI (Tl)



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อเครื่องวัดรังสี กับหัววัดรังสีและคอมพิวเตอร์

2.1.2 โครงสร้างซอฟต์แวร์^[1]

การสร้างซอฟต์แวร์ในการพัฒนาครั้งนี้จะต้องสามารถแสดงผลการนับวัดเป็นกราฟ และจะต้องแสดงแบบ Real-Time ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ให้มาพร้อมกับเครื่องวัดจะไม่สามารถแสดงผลการ

นับวัดในรูปแบบ Real-Time ได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินผลการปฏิบัติการเบื้องต้น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ชื่อว่า “DOZEN”

ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

1. สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ที่อัตราการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) 19200 bps ข้อมูลชุด 8 บิต 1 บิตหยุด
2. สามารถกำหนดอัตราการสุ่มข้อมูลได้ที่ 20 มิลลิวินาที (ms) ต่อการสุ่มข้อมูล 1 ชุด
3. ปรับค่าไฟแรงดันสูงสำหรับหัววัดได้ตั้งแต่ 0 – 1250 โวลท์
4. ปรับค่า ULD และ LLD ได้ 0 – 330 มิลลิโวลท์ (mV)

2.1.3 โครงสร้างข้อมูล

ข้อมูลที่ส่งจากเครื่องวัดรังสีมีรูปแบบเป็น 48 ไบต์โดยมีความหมายในแต่ละไบต์คือ

ไบต์ที่ 1-36 ข้อมูลค่านับวัดของทั้ง 12 ช่อง แบ่งข้อมูลเป็น 3 ไบต์ต่อช่อง

ไบต์ที่ 37-38 ไม่ใช้

ไบต์ที่ 39 ระยะเวลานับวัดที่เหลืออยู่ (เท่ากับ 0 ถ้าไม่มีการสั่งให้เริ่มการนับวัด)

ไบต์ที่ 40 ระยะเวลานับวัด

ไบต์ที่ 41 ย่านของช่วงเวลาการนับวัด

0 = 0.1 วินาที

1 = วินาที

2 = นาที

3 = ชั่วโมง

ไบต์ที่ 42 Output Time

ไบต์ที่ 43 Recycle Mode

0 = Recycle Off

1 = Recycle On

ไบต์ที่ 44 Slave Mode

0 = SlaveMode Off

1 = SlaveMode On

ไบต์ที่ 45 Count Status

0 = Not Counting

1 = Start

2 = Counting

3 = Finished

4 = Counting Stopped

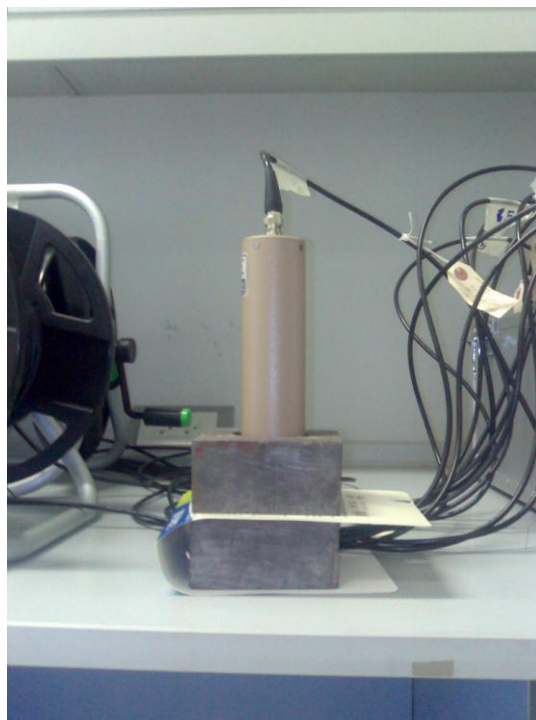
ไบต์ที่ 46 Error Code

ไบต์ที่ 47 Carriage Return (13)

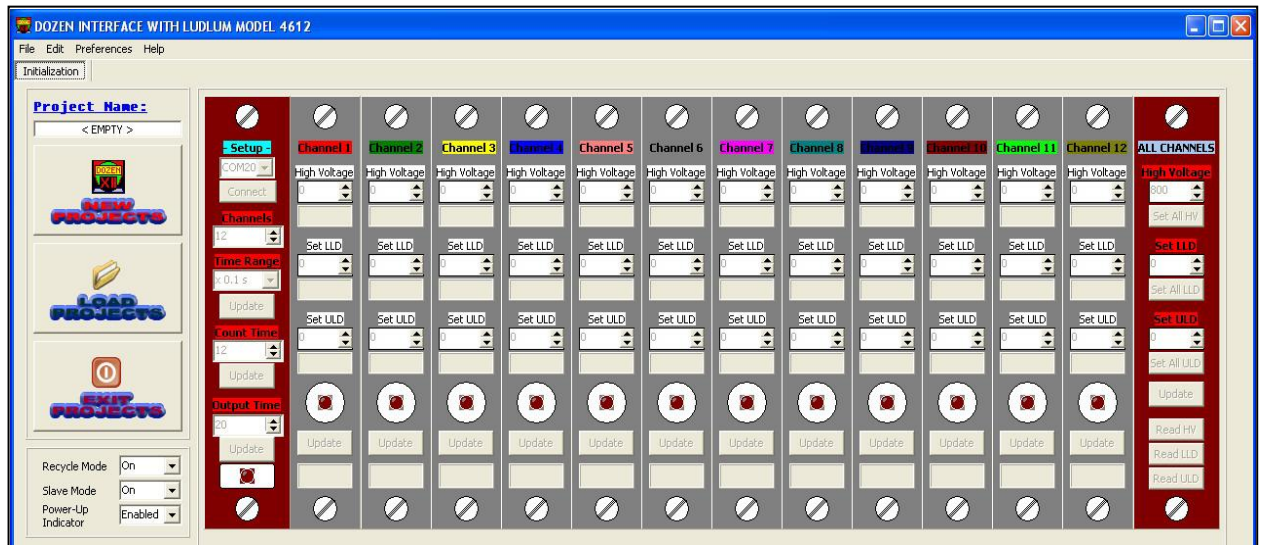
ไบต์ที่ 48 Linefeed (10)

2.2 รูปลักษณะของโปรแกรม DOZEN

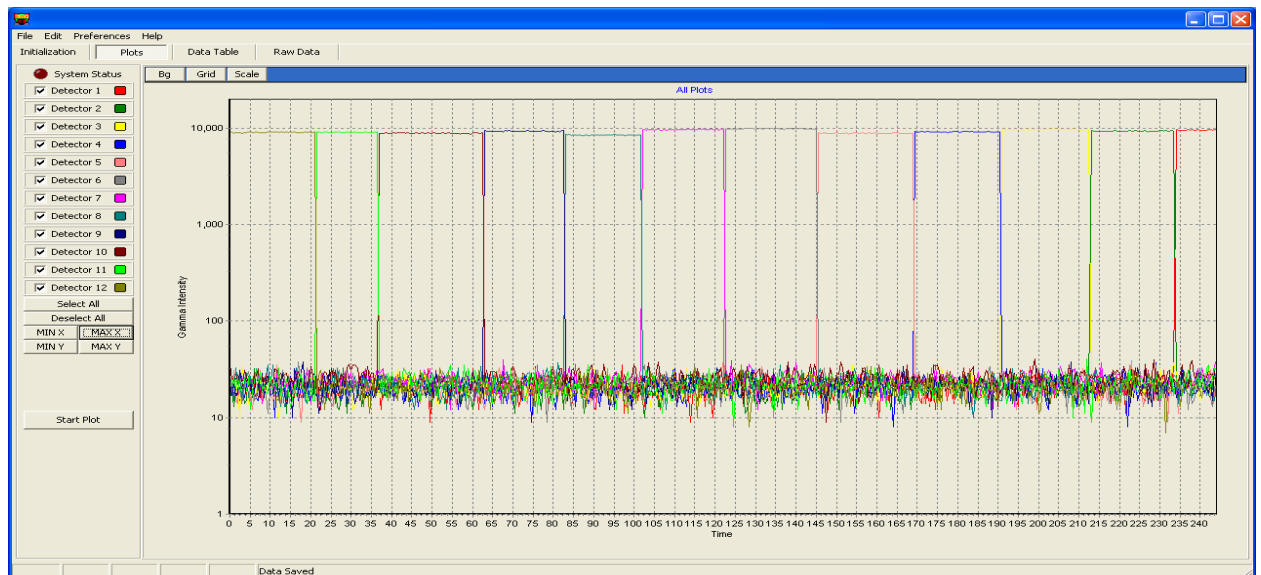
เพื่อทำการทดสอบโปรแกรมและเครื่องวัด ได้จัดระบบการวัดโดยใช้สารรังสี Co-60 ความแรงขนาด 3 มิลลิวีร์บรรจุไว้ในกำบังรังสี และเปรียบเทียบผลการวัดที่ได้จากหัววัดแต่ละหัว ผลตามรูปที่ 3 ผลการวัดที่ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 การจัดหัววัดเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของหัววัดแต่ละหัว



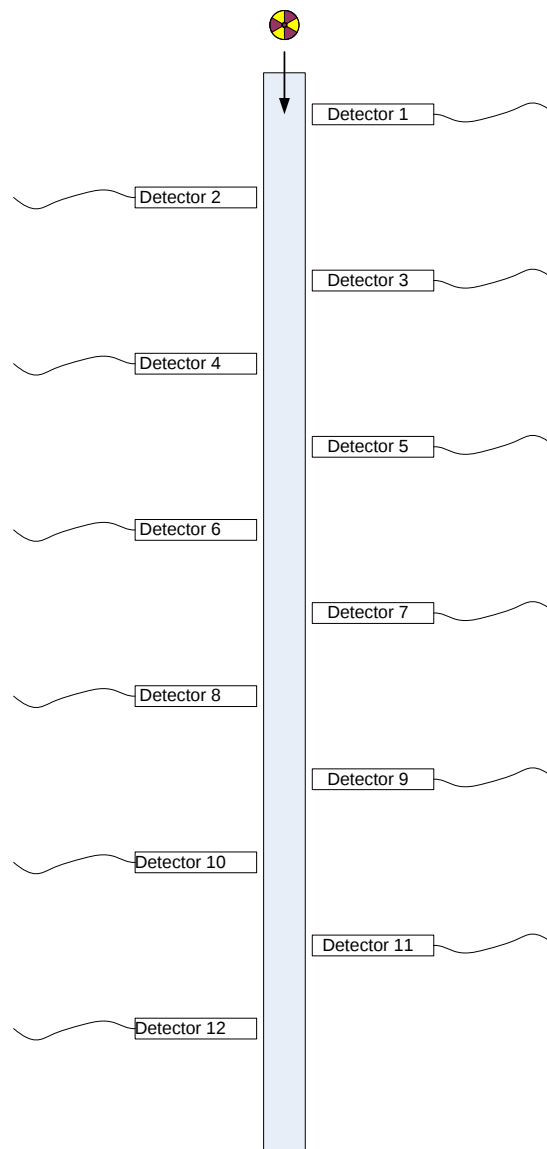
รูปที่ 4 หน้าต่างการตั้งค่าให้กับเครื่องวัดรังสี



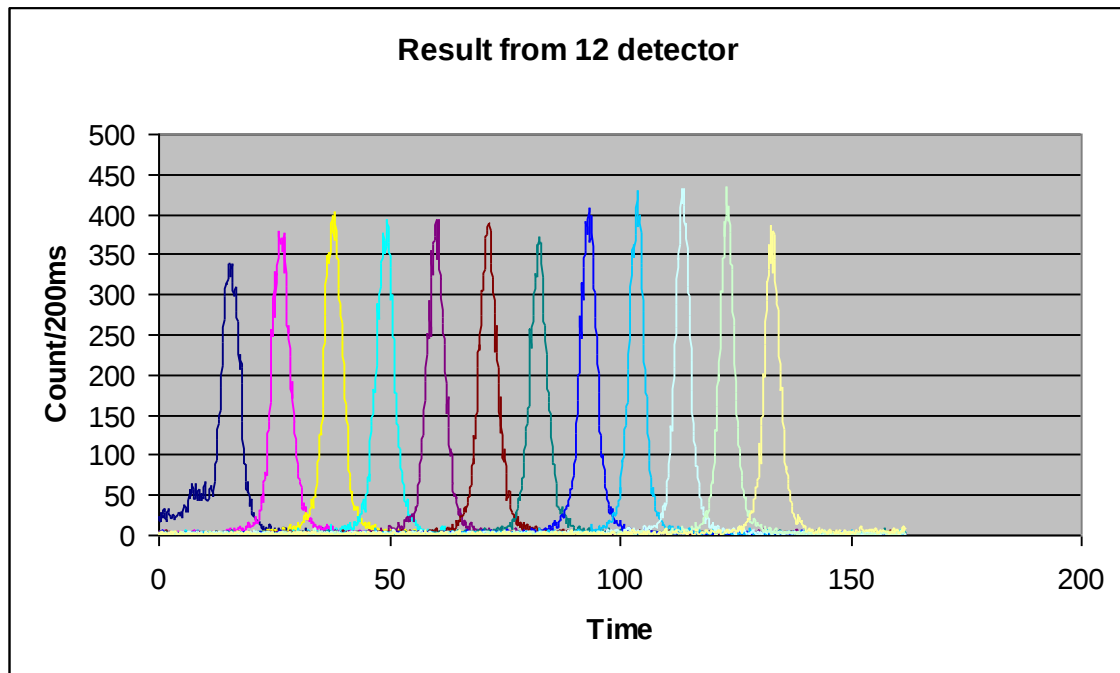
รูปที่ 5 หน้าต่างแสดงผลที่ได้จากการนับวัด

ในการทดสอบนี้ใช้อัตราสุ่มข้อมูล 20 ms ต่อข้อมูล 1 จุด ผลที่ได้จากการวัดสามารถบันทึกข้อมูลได้มากกว่า 10,000 จุด และผลจากการนับวัดยังแสดงให้เห็นว่าหัววัดแต่ละหัว (หัวที่ 1 – 12) สามารถวัดปริมาณรังสีได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า Sensitivity ของหัววัดมีค่าใกล้เคียงกัน

3. การทดสอบโปรแกรมกับระบบจำลอง



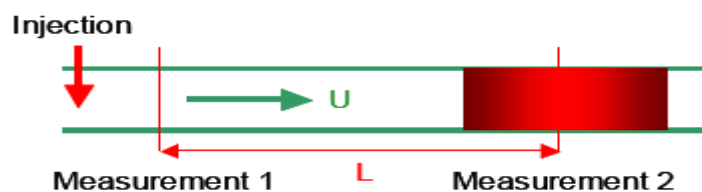
รูปที่ 6 ทดสอบโปรแกรม DOZEN ด้วยการวิ่งของต้นกำเนิดรังสีในท่อ PVC 2 นิ้ว



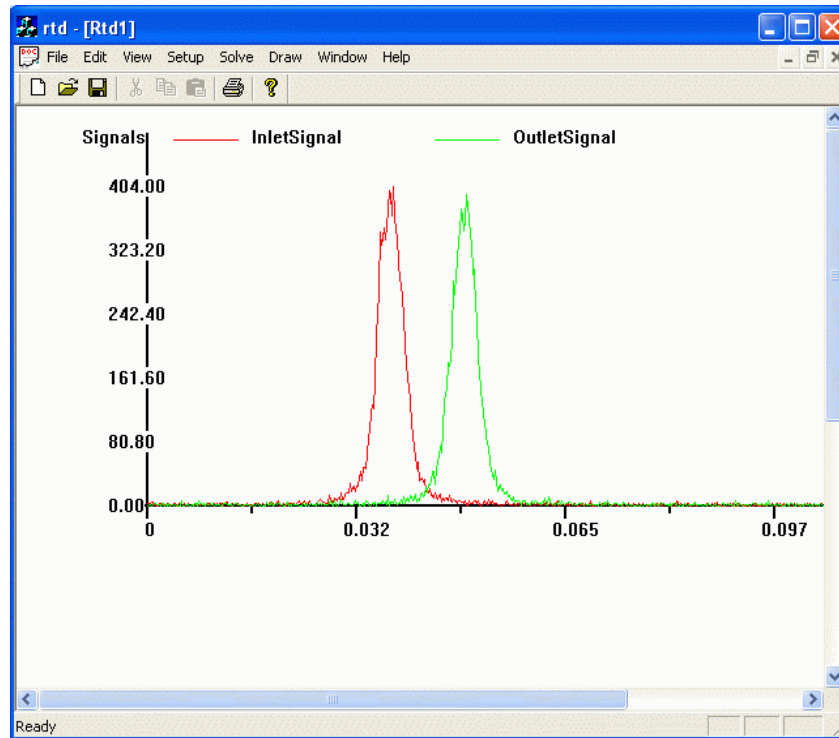
รูปที่ 7 ผลจากการทดสอบเมื่อนำมาพล็อตโดย MS-Excel

ผลการทดสอบจะเห็นว่า เมื่อสารรังสีวิ่งผ่านหัววัด จะทำให้เกิดเป็นสัญญาณนับวัดซึ่งแสดงให้เห็นเป็นพีก (Peak) ขึ้นทั้งหมด 12 พีกดังแสดงในรูปที่ 7 โดยในการทดสอบครั้งนี้จะติดตั้งหัววัดทั้ง 12 หัว ให้ห่างกันประมาณ 40 เซนติเมตร พีกที่เกิดขึ้นพีกแรก (สีน้ำเงิน) มีการไต่ขึ้นของสัญญาณ ทั้งนี้เนื่องจากต้นกำเนิดรังสีอยู่ใกล้หัววัดก่อนที่จะเคลื่อนที่จึงเกิดเป็นสัญญาณที่สูงกว่า Background

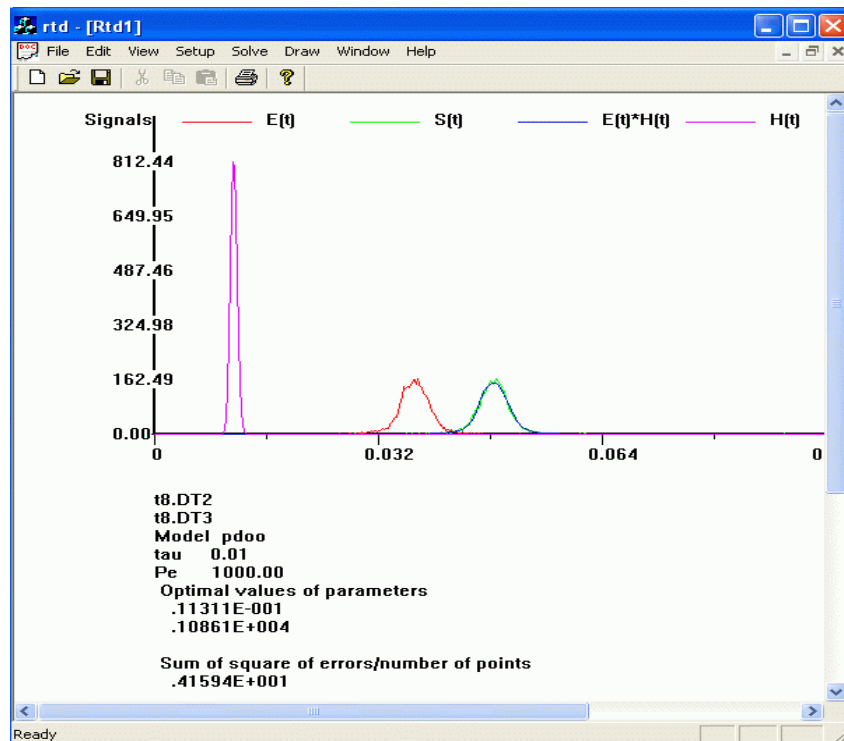
ผลการทดสอบที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ร่วมกับโปรแกรม RTD เพื่อหาค่า Residence Time Distribution โดยสมมติว่าเป็นการไหลแบบ Plug-Flow และมีข้อมูลที่ได้จากการวัด (Measured Data) 2 จุด ดังแสดงในรูปที่ 8 จากข้อมูลที่ได้จากทั้ง 12 หัววัด จะสมมติว่าข้อมูลระบบที่สนใจ อยู่ระหว่างหัววัดที่ 3 และ หัววัดที่ 4 ดังนั้นจะนำข้อมูลที่ได้จากหัววัดที่ 3 เป็นข้อมูลอินพุตให้โปรแกรม RTD^[1] และสมมติให้ข้อมูลที่ได้จากหัววัดที่ 4 เป็นข้อมูลเอาต์พุต จากนั้นทำการคำนวณ ทำให้ได้ผลการคำนวณได้ดังรูปที่ 9 และ รูปที่ 10



รูปที่ 8 ระบบการไหลแบบ Plug-flow



รูปที่ 9 ข้อมูลจากหัววัดเมื่อนำมาใส่ในโปรแกรม RTD



รูปที่ 10 ผลการคำนวณโปรแกรม RTD

จากรูปที่ 10 จะเห็นว่าค่าที่คำนวณได้คือค่า τ (τ) = 0.11311×10^{-1} และ ค่า $Pe = 0.10861 \times 10^4$ โดยค่า τ คือ ค่า mean residence time และค่า Pe คือค่า Péclet number นิยามจาก

$$\tau = \frac{L}{U} \text{ และ } Pe = \frac{UL}{D}$$

เมื่อ L คือระยะห่างระหว่างหัววัด U คือความเร็วในการไหล และ D คือ dispersion coefficient

4. สรุป

การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับใช้ในงานสารรังสีติดตามสามารถนำไปใช้งานกับระบบจริงที่ต้องการตรวจสอบอัตราการไหลของของไหลภายในท่อเพื่อนำมาปรับเทียบเครื่องมือวัด หรือสามารถนำไปประยุกต์เพื่อหาค่า Residence Time Distribution ภายในระบบได้เช่นกัน

โปรแกรม DOZEN ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนาส่วน User Interface ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และยังอยู่ระหว่างการ Validate ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศิริพล เชื้ออินตะ ที่ให้คำแนะนำในการออกแบบรูปแบบและปรับปรุงสมรรถนะของโปรแกรม ให้มีความสะดวกต่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่งานตรวจสอบหอกันน้ำมัน สทท. ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้การพัฒนาโปรแกรมราบรื่นและไม่มีอุปสรรคใด

ขอขอบคุณทบวงการปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ผู้เปิดโอกาสให้นำโปรแกรมที่พัฒนาไปเผยแพร่ต่อประเทศต่าง ๆ ภายในภูมิภาค (RCA)

6. เอกสารอ้างอิง (References)

1. IAEA, May 2008, Radiotracer Residence Time Distribution Method for Industrial and Environmental Applications. Vienna, Austria, 117 – 126.
2. LUDLUM Measurement Company, August 2005, Instruction Manual LUDLUM Model 4612 12 Channels Counter. LUDLUM MEASUREMENT, INC., 1 – 13.

3. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ, เริ่มต้นอย่างมืออาชีพด้วย Delphi 7 ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : อินโฟเพลส, สิงหาคม 2546.