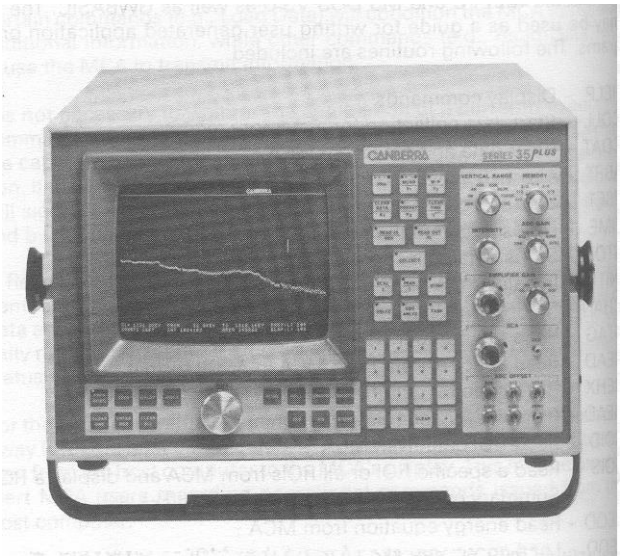
อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

(MCA: Multichannel Analysers)

บทนำ

อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง(MCA:Multichannel Analysers) เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์การกระจายของระดับพลังงาน(PHA: Pulse Height Analysis) ซึ่งมีการแสดงผลความสัมพันธ์ในรูปกราฟระหว่างจำนวนปริมาณรังสีที่นับได้กับระดับพลังงานค่าต่างๆ หรือที่เรียกว่าสเปคตรัม เป็นระบบวัดรังสีที่มีความยุ่งยากซับซ้อน มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว(SCA : Single Channel Analyzers) ทั้งในด้านความรวดเร็ว การเก็บข้อมูล ความละเอียดของสเกลของระดับพลังงาน เสถียรภาพ และความสะดวกในการคำนวณผลการวิเคราะห์ การพัฒนาของอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง เพื่อการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้น อาจจำแนกได้ตามวิวัฒนาการได้ดังนี้

1. รูปแบบที่ 1 อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด Stand Alone ลักษณะรูปแบบของ MCA ประเภทนี้จะรวมเอาส่วนต่างๆเช่น High Voltage Power Supply :HVPS, Analog to Digital Converter:ADC, Central Processor Unit:CPU Board, Display CRT, I/O Interface ฯลฯ ทั้งหมดอยู่ในเครื่องเดียวกัน



อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด Stand Alone *Ref.

2. รูปแบบที่ 2 อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด PCA card (Personal Computer Analyzer card) ลักษณะรูปแบบของ MCA ประเภทนี้จะประกอบด้วย ADC, SCA, Multichannel Scaler:MCS, และส่วน Data Memory เป็นหลัก โดยอาศัยการทำงานประมวลผลข้อมูลและระบบการจัดการจาก CPU รวมทั้งการแสดงผล (CRT Display) จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด PCA card

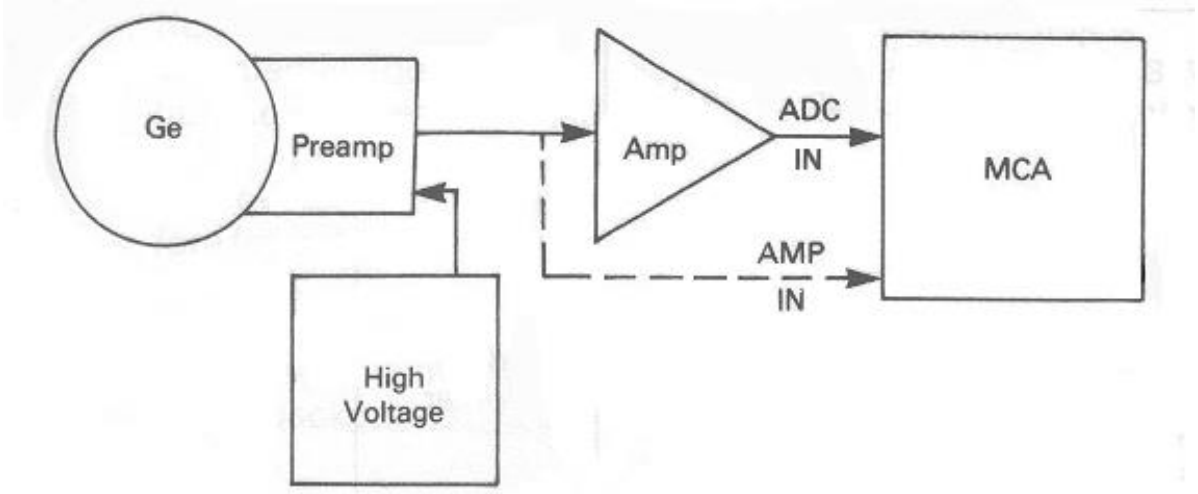
3. รูปแบบที่ 3 อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด DSA (Digital Spectrum Analyzer) ลักษณะรูปแบบของ MCA ประเภทนี้จะประกอบด้วย ADC, Digital Signal Processor:DSP, HVPS, Digital Stabilizer, MCA Memory และ Ethernet Network Interface เป็นหลัก โดยอาศัยการทำงานประมวลผล และระบบการจัดการจากCPU รวมทั้งการแสดงผล (CRT Display) จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่องชนิด DSA

จากวิวัฒนาการความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการพัฒนาให้ระบบวัดอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง(MCA) ที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน ให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยการนำเอาระบบสมองกล (Microprocessor based analyzer) และเทคนิคด้าน Digital signal processing มาช่วยประมวลผลการวิเคราะห์พลังงาน ให้มีรวดเร็ว ความถูกต้องและมีความแม่นยำสูง ซึ่งอุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์วิจัยทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในแขนงสาขา ฟิสิกส์ เคมี นิวเคลียร์เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ มาก ทั้งในด้านการวิเคราะห์ เชิงคุณภาพและปริมาณของสารต่างๆ

การจัดระบบวัดเพื่อการวิเคราะห์ค่าระดับพลังงาน

การจัดระบบวัดเพื่อการวิเคราะห์ค่าระดับพลังงาน พื้นฐานมีองค์ประกอบที่เป็นส่วนหลักต่างๆ ดังนี้ หัววัดรังสี (Detector), แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Power Supply) , ส่วนขยายสัญญาณส่วนหน้า (Pre-amplifier), ส่วนขยายสัญญาณหลัก(Amplifier) , อุปกรณ์วิเคราะห์ระดับพลังงาน (MCA), อุปกรณ์การแสดงผล ดังรูปที่ 1.



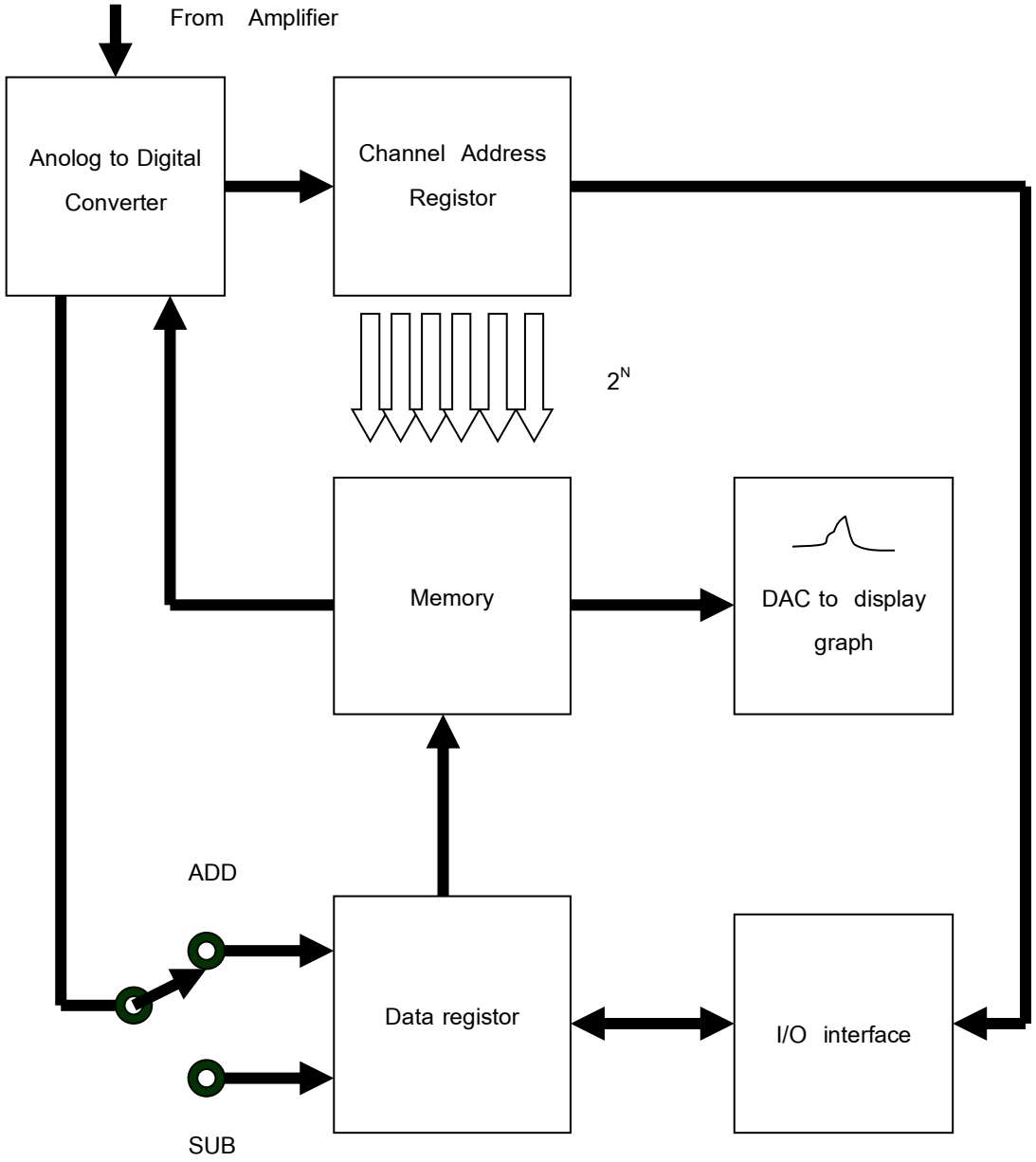
รูปที่ 1. การจัดระบบวัดเพื่อการวิเคราะห์ค่าระดับพลังงาน *Ref.

หลักการทำงานของอุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง MCA

อุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง (MCA) ประกอบด้วยส่วนการแปลงข้อมูลระดับพลังงานที่วัดได้และการจัดเก็บข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผลและการสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อร่วมแสดงผลภายนอก ในแต่ละระดับพลังงานรูปสัญญาณพัลส์ที่วัดได้จะเป็นความสูงของพัลส์ และจะเปลี่ยนความสูงของรูปสัญญาณพัลส์(Pulse Height)ให้เป็นข้อมูลเลขฐาน2 (Binary Number) ซึ่งเราเรียกส่วนนี้ว่า Analog to Digital Converter :ADC Unit ข้อมูลเลขฐาน2 ที่ได้จะถูกเก็บเป็นตำแหน่งแอดเดรดของหน่วยความจำ RAM:Random Access

Memory เมื่อมีข้อมูลที่เป็นเลขฐาน2 ใหม่เข้ามาในตำแหน่งเดิมก็จะเพิ่มขึ้นทีละ1หน่วย ผลของพฤติกรรม RAM สามารถบอกจำนวนว่ากี่ครั้งของพัลส์ที่ให้ความสูงมีการหายไปในระหว่างการวัด ในขณะที่ทำการวัดผลจะถูกส่งไปแสดงผลด้วยCRT:Cathode Ray Tube หรือส่งไปยังอุปกรณ์ต่อร่วม(Peripheral Device) เช่น พริ้นท์เตอร์ (Printer) หรือ พล็อตเตอร์ (Plotter) การแสดงผลซึ่งเป็นส่วนที่ต่อร่วมกับระบบภายนอกตามความต้องการและการสื่อสารด้วย RS-232(Serial Interface) หรือ Centronics(Parallel Interface) ซึ่งเป็นระบบที่ยุ่งยากซับซ้อน

ระบบการทำงานของอุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง มีส่วนประกอบใหญ่ๆทีมีความสัมพันธ์กัน 6 ส่วนใหญ่ ดังรูปที่2 ซึ่งแสดงการเชื่อมโยงระบบสัญญาณทางไฟฟ้ากับวงจรต่างๆทั้งที่เป็น อนาลอกและดิจิตอล

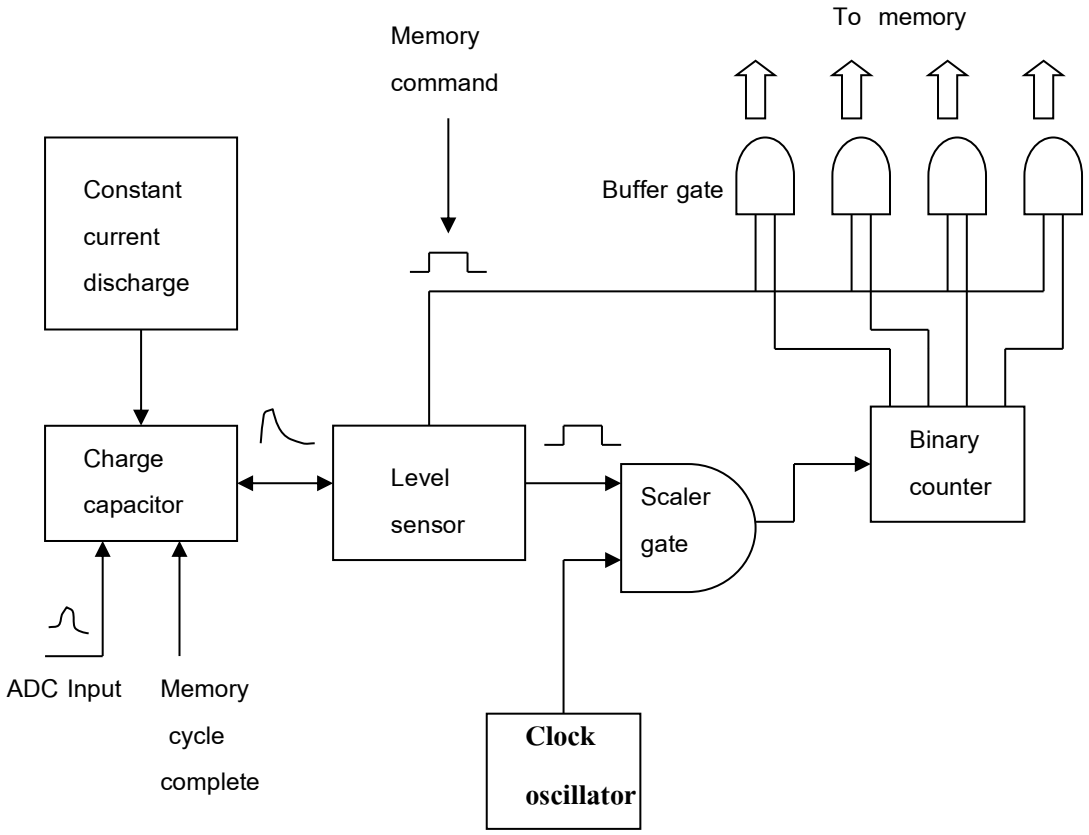


รูปที่ 2 ระบบการทำงานของอุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง

หน้าที่ของส่วนวงจรต่างๆในแผนภาพพอสรุปโดยสังเขปดังนี้

ภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter :ADC)

เป็นส่วนสำคัญซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกพัลส์ ที่มีความสูงเทียบเท่าระดับพลังงานต่างๆของอนุภาคนิวเคลียร์ให้เป็นดิจิตอล โดยอาศัยเทคนิคของการเปลี่ยนความสูงของพัลส์เป็นช่วงเวลาและรหัสดิจิตอลตามลำดับโดยแสดงแผนภาพส่วนสำคัญของ ADC ดังรูป



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

ภาคเลือกแชนเนลแอดเดรส (Channel address register)

ทำหน้าที่รับรหัสดิจิตอลของพัลส์จากภาค ADC แล้วเลือกแชนเนลแอดเดรสใหม่ในหน่วยความจำที่ตรงกับรหัสของพัลส์เพื่อให้ภาคบันทึกข้อมูล (Data registor) บวกจำนวนครั้งของพัลส์ที่มีรหัสตรงแอดเดรสช่องใดๆครั้งละ 1 หน่วยนับ หรือเมื่อคำสั่งเป็นการลบการทำงานของภาคบันทึกข้อมูลก็จะลบเอาจำนวนนับที่มีอยู่เดิมในแอดเดรสที่ตรงกับรหัสของพัลส์ออกครั้งละ 1 หน่วยนับ เป็นต้น

ภาคบันทึกข้อมูล (Data register)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่บวกเพิ่มหรือลบเอาข้อมูลเดิมในหน่วยความจำตามแอดเดรสต่างๆ เข้าหรือออก 1 หน่วยนับ เมื่อมีพัลซ์ที่มีรหัสตรงกับแอดเดรสนั้นๆ เข้ามาแต่ละครั้ง ในช่วงเวลาที่เครื่องทำงาน ตั้งแต่รับสัญญาณเปลี่ยนความสูงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จนกระทั่งเก็บข้อมูล ถ้ามีสัญญาณใหม่เข้ามาก็ต่อเมื่อ การบันทึกข้อมูลของสัญญาณก่อนหน้านั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว

หน่วยความจำ (Memory)

ทำหน้าที่บันทึกจำนวนนับอนุภาคที่แต่ละแชนเนลแอดเดรส (แต่ละระดับพลังงาน) ในรูปของรหัสไบนารี และมีความจุของแชนเนลแอดเดรสตามค่า 2^N ช่องขึ้นกับเครื่องแต่ละเครื่อง จำนวนช่องนี้จะสัมพันธ์กับขีดความสามารถของภาค ADC

ส่วนแสดงผล (Data display)

ทำหน้าที่แสดงผลของข้อมูลในหน่วยความจำที่บันทึกได้ ด้วยการส่งผ่านรหัสดิจิตอลในหน่วยความจำที่แอดเดรส (Data Address) ต่างๆผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก (DAC) ในรูปของสเปกตรัมแสดงออกบนจอภาพ(CRT: Cathode ray tube)

ส่วนเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายนอก (Input/output interface)

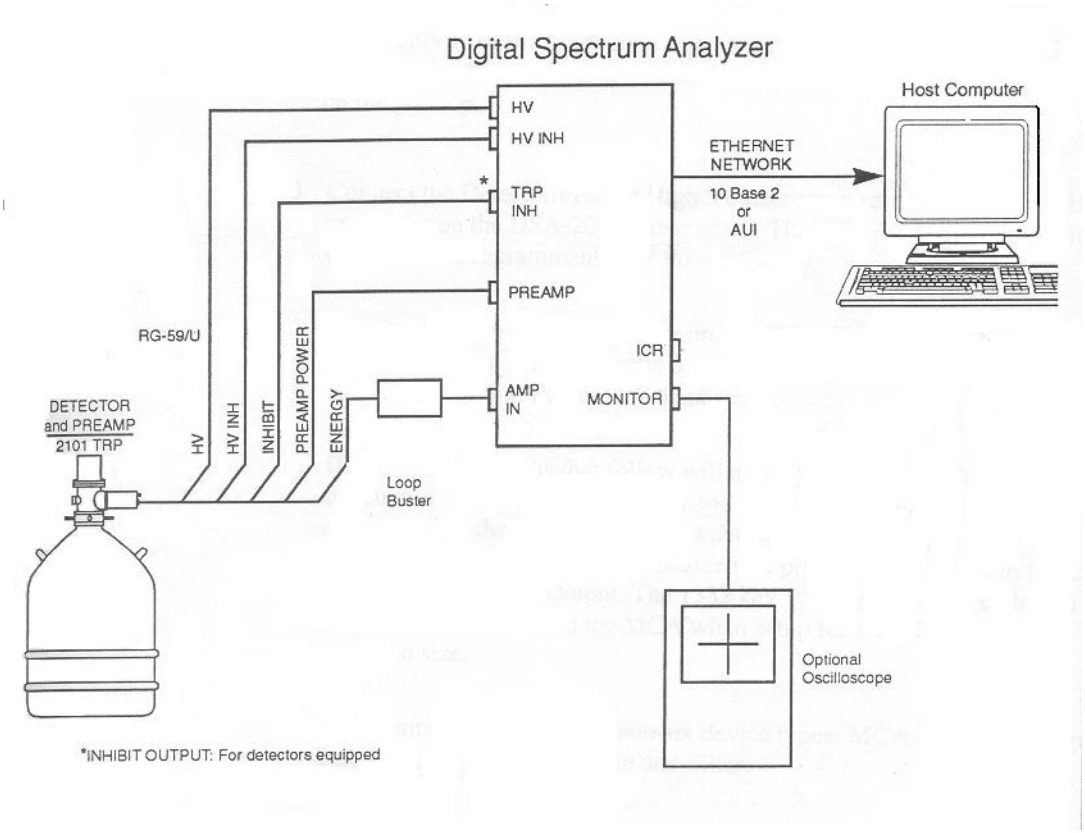
เป็นวงจรที่ทำหน้าที่สื่อสารเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ภายนอกเช่น Printer,Plotter ฯลฯ กับส่วนเก็บข้อมูลของ MCA เพื่อการทำงานที่ประสานกันทั้งส่งข้อมูลเข้าและรับข้อมูลออก

อุปกรณ์วัดวิเคราะห์แบบหลายช่องแบบ DSA (Digital Spectrum Analyzer)

เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ระดับพลังงานแบบหลายช่องที่มีสมรรถนะสูง โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลสัญญาณเชิงเลข (Digital signal processing) ทำให้สามารถแยกแยะระดับพลังงานที่อยู่ใกล้ชิดกัน (Resolution) ของสเปกตรัมดีขึ้นและมีปริมาณงานต่อหน่วยเวลา (Throughput) เพิ่มขึ้น

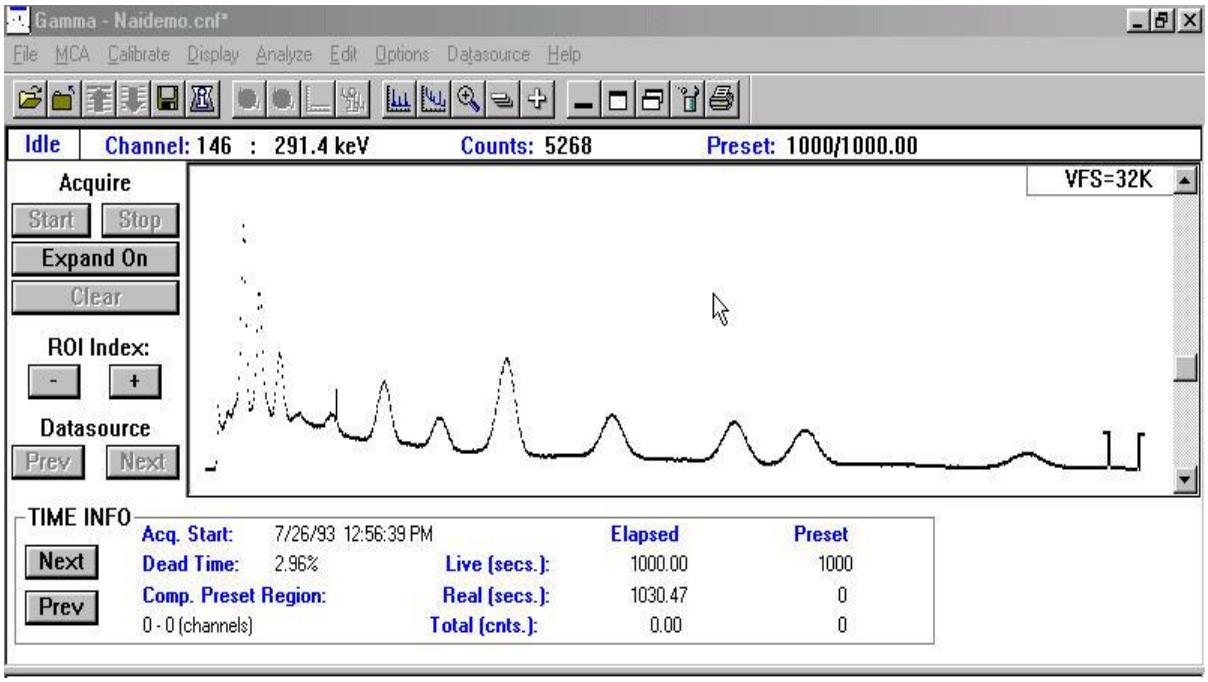
ในระบบของ DSA จะมีส่วนประกอบโครงสร้างต่างๆที่ประสานการทำงานกัน ดังนี้

- แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าสูง (High Voltage Power Supply)
- หน่วยความจำของส่วนวิเคราะห์แบบหลายช่อง (MCA Memory)
- ภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter :ADC)
- ส่วนสร้างเสถียรภาพเชิงเลข (Digital stabilizer)
- ส่วนประมวลผลหลัก (Main processor)
- ระบบประมวลผลสัญญาณเชิงเลข (Digital Signal Processing)
- การเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบเครือข่าย (Ethernet Network)



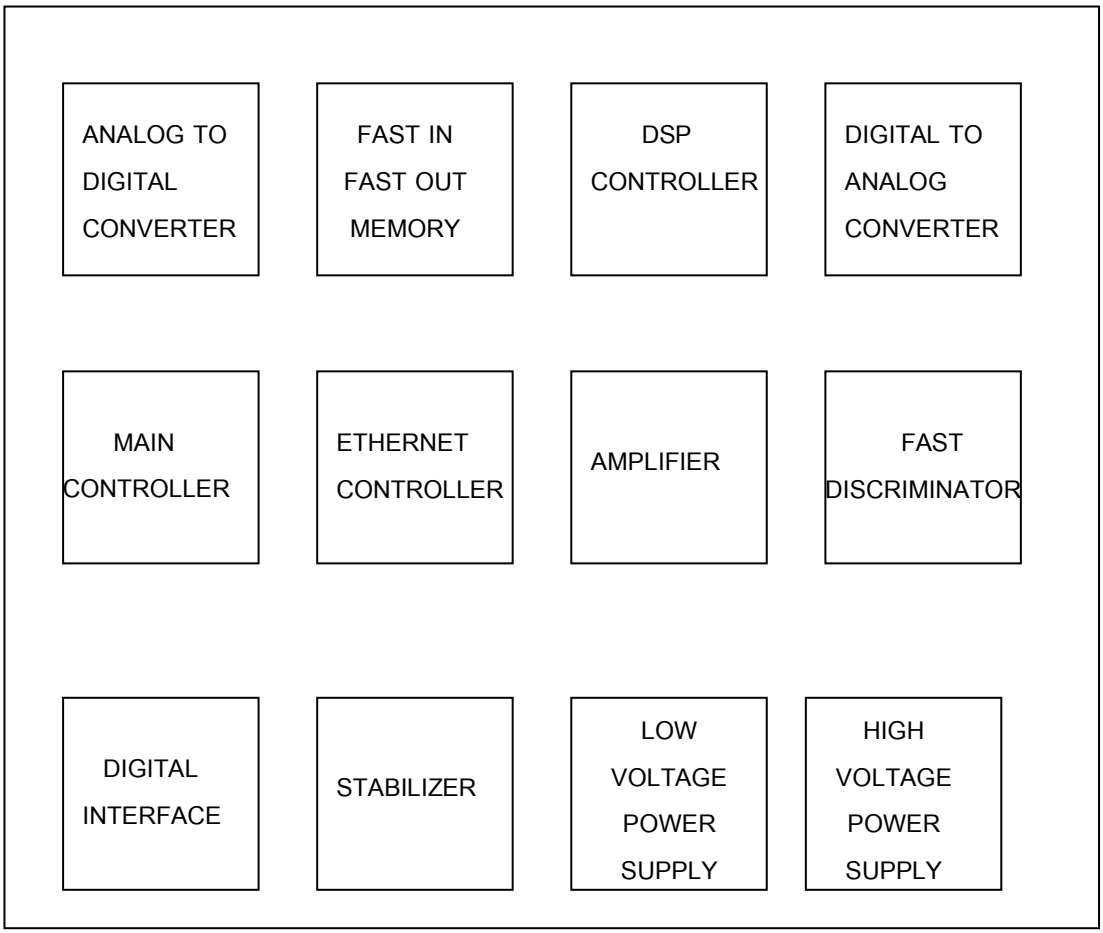
รูปที่ 4 ระบบวัดวิเคราะห์แบบหลายช่องโดยใช้เทคนิคการประมวลผลแบบ DSP *Ref.

เนื่องจากการใช้งานอุปกรณ์วิเคราะห์ระดับพลังงานแบบหลายช่องที่ใช้เทคนิคการประมวลผลแบบ DSP ในการวัดสเปกตรัมของรังสี ร่วมกับหัววัดรังสีชนิดสารกึ่งตัวนำ(High purity germanium) ซึ่งสเปกตรัม (spectrum) จะแสดงผลบอกชนิดของแต่ละธาตุที่วัดวิเคราะห์ (ที่เรียกว่า channel) บนแกน X และปริมาณรังสีแสดงเป็นจำนวนนับ (ที่เรียกว่า counts) บนแกน Y ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 สเปกตรัมการวัดวิเคราะห์แบบหลายช่องที่ใช้เทคนิคการประมวลผลแบบ DSP *Ref.

ในระบบของ DSA มีแผนผังองค์ประกอบรายละเอียดที่สำคัญโดยสังเขปในรูปที่ 6



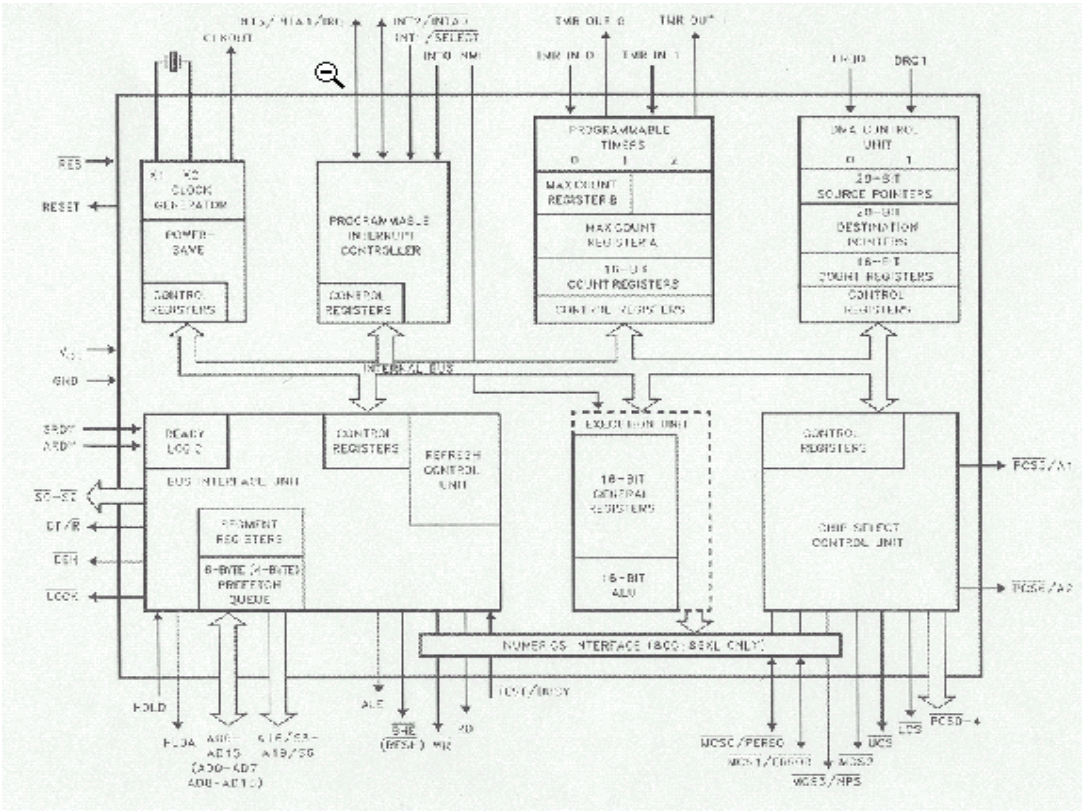
รูปที่ 6 แผนผังแสดงองค์ประกอบระบบของ DSA โดยสังเขป *Ref.

ส่วนประกอบของระบบ DSA มีหน้าที่และการทำงานสัมพันธ์กัน ดังนี้

1. Analog to digital converter
2. เป็นส่วนทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกพัลส์ ที่มีความสูงเทียบเท่าระดับพลังงานต่างๆ ของอนุภาคนิวเคลียร์ให้เป็นดิจิตอล โดยอาศัยเทคนิคของการเปลี่ยนความสูงของพัลส์เป็นช่วงเวลาและรหัสดิจิตอลตามลำดับ
3. Fast in fast out memory
   เป็นหน่วยความจำที่รับข้อมูลด้วยความเร็วสูงในขณะที่รับข้อมูล
4. DSP controller
   เป็นส่วนที่ควบคุมส่วนประมวลผลสัญญาณดิจิตอล
5. Digital to analog converter
   เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณระดับแรงดันอนาลอก

6. Main processor

เป็นส่วนควบคุมหลักทั้งหมดของระบบโดยเป็นส่วนควบคุมประสานงานของทุกระบบย่อยของระบบรวมทั้งหมดโดยใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ 80C186 ซึ่งมีขนาดบัส 16 บิต



รูปที่ 7 แสดงระบบควบคุม *Ref.

7. Ethernet controller

เป็นส่วนควบคุมส่วนของการเชื่อมโยงเครือข่ายข้อมูลทางไกลระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่อง DSA

8. Amplifier

อุปกรณ์ขยายสัญญาณทางนิวเคลียร์มีคุณสมบัติเป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณพัลซ์ โดยมีหน้าที่หลัก 2 ประการคือ ขยายและแต่งรูปสัญญาณพัลซ์ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงทางความสูงในรูประดับแรงดันไฟฟ้า เป็นสัดส่วนกับระดับพลังงานต่างๆ

9. Fast discriminator

ดิสคริมิเนเตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ตัดสัญญาณพัลส์ที่รบกวนในระบบวัดที่เกิดจากสิ่งรบกวนทางไฟฟ้า (noise) หรือการรบกวนจากแบคกราวด์ที่มีระดับพลังงานต่ำๆเพื่อให้ระบบวัดทำงานสมบูรณ์

10. Digital interface

เป็นส่วนที่เชื่อมโยงสัญญาณไฟฟ้ากับอุปกรณ์แสดงผลภายนอก

11. Stabilizer

เป็นส่วนที่ควบคุมรักษาเสถียรภาพตำแหน่ง (ช่อง) ของสเปกตรัมให้คงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิแวดล้อม

12. Low voltage power supply

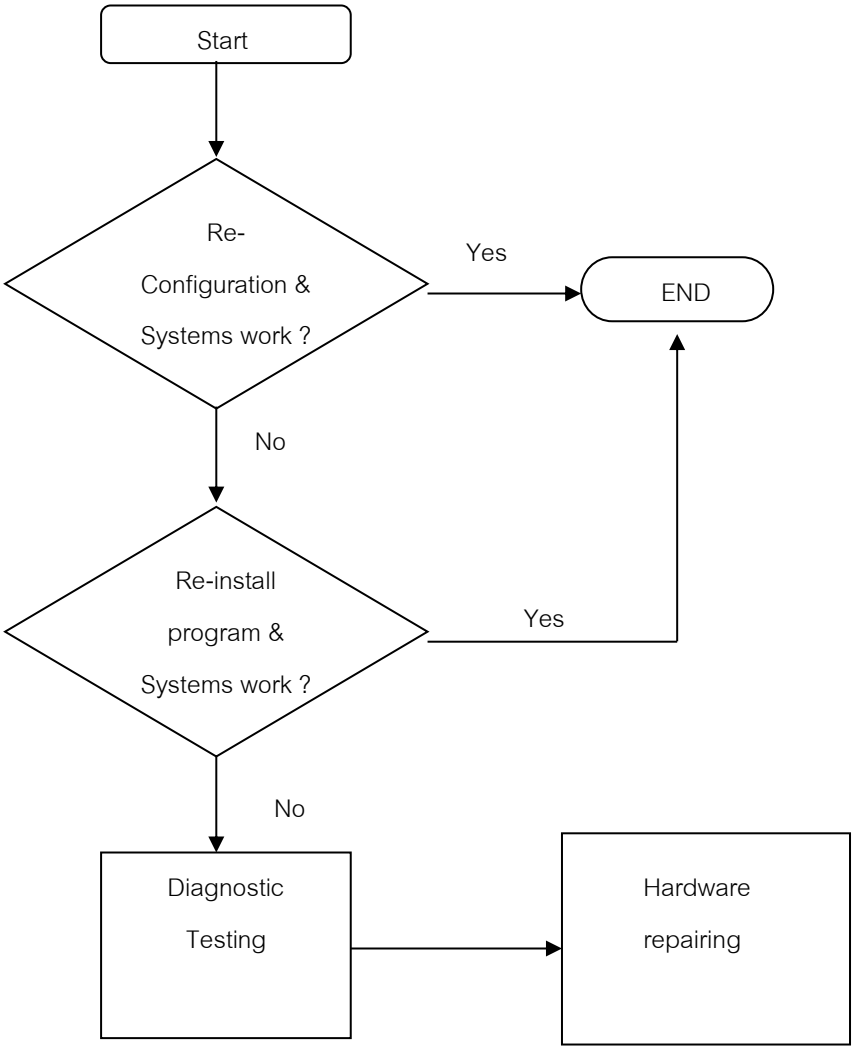
เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าศักดาต่ำแก่วงจรไฟฟ้าของระบบทั้งหมด

13. High voltage power supply

เป็นส่วนที่ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าศักดาสูงที่ถูกต้องและเหมาะสมกับหัววัดรังสี

การวิเคราะห์ปัญหาและการแก้ไขเบื้องต้นสำหรับอาการเสีย

เนื่องจากระบบอุปกรณ์วิเคราะห์ระดับพลังงานแบบหลายช่องโดยใช้เทคนิค DSA นั้น มีส่วนประกอบเป็นหลักใหญ่ 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ส่วนซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นของอัตรานับปริมาณรังสีที่ผิดพลาด มีความสัมพันธ์ทั้งในส่วนของการแสดงผล(การจัดการซอฟต์แวร์) และส่วนฮาร์ดแวร์ ดังนั้นการวิเคราะห์หาสาเหตุจุดเสียต้องแยกประเด็นปัญหาว่าอยู่ในส่วนของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ มีการวางแผนขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ได้ความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 8



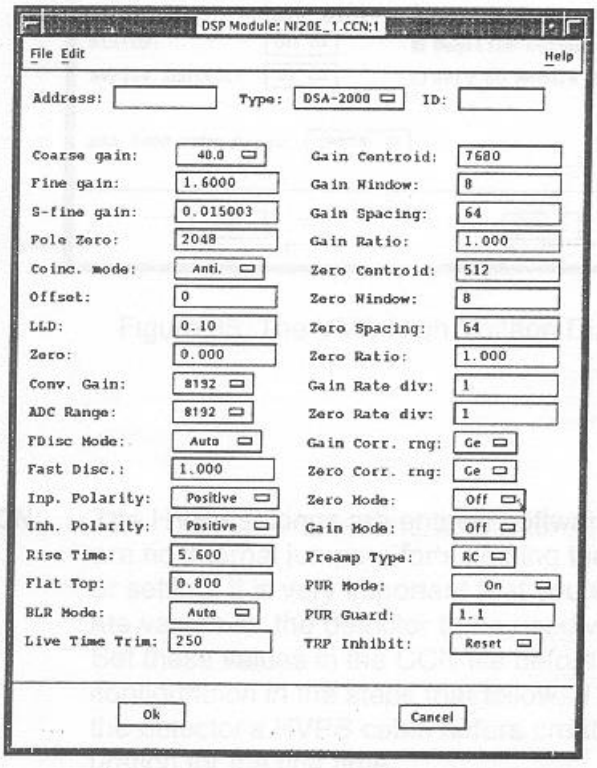
รูปที่ 8 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไข

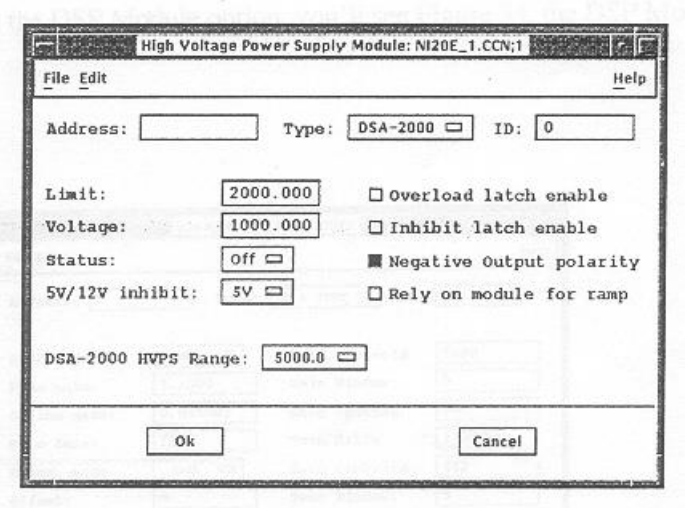
1. ทำการตรวจสอบแยกปัญหาของซอฟต์แวร์โดยตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของการวัดที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับอัตราการนับ
2. ถ้าตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ถูกบันทึกอยู่เดิมถูกต้องทั้งหมด จึงทำการถอนการติดตั้งโปรแกรมเดิม (Un-install) ซึ่งมีอยู่หลายส่วนเช่นโปรแกรมการวิเคราะห์ (Analyzer) ,โปรแกรมการควบคุมเครื่อง , โปรแกรมเชื่อมโยงเครือข่าย (Ethernet interfacing), และโปรแกรมสนับสนุนอื่นๆ
3. ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมใหม่ (Re-install) แล้วทดสอบใช้งานในส่วนโปรแกรมที่ติดตั้งใหม่ถูกต้องสมบูรณ์แล้ว ปัญหาเดิมยังคงเกิดขึ้น ประเด็นปัญหาต่อไปคาดว่าอาจจะเกิดจากส่วนของฮาร์ดแวร์ ที่ทำงานผิดปกติ
4. ในส่วนของ DSA สามารถตรวจสอบระบบหลักๆได้จากพอร์ตสัญญาณที่มีให้ (Self Diagnostic Testing Port)ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ว่าส่วนของ Counter /Timer control พบว่ามีฟังก์ชั่นการทำงานผิดปกติ
5. ดำเนินการวิเคราะห์ตรวจสอบส่วนของฮาร์ดแวร์ในกลุ่มของ Counter /Timer control

ขั้นตอนการทดสอบระบบวัดวิเคราะห์แบบหลายช่อง (Multichannel testing)

1. การทดสอบระบบการทำงานของซอฟต์แวร์ DSP Module โดยวิธีการแปรค่าข้อมูลในค่าพารามิเตอร์ดังรูปที่ 9 และ 10



รูปที่ 9 แสดงค่าพารามิเตอร์ของระบบส่วนใหญ่ที่กำหนด *Ref.

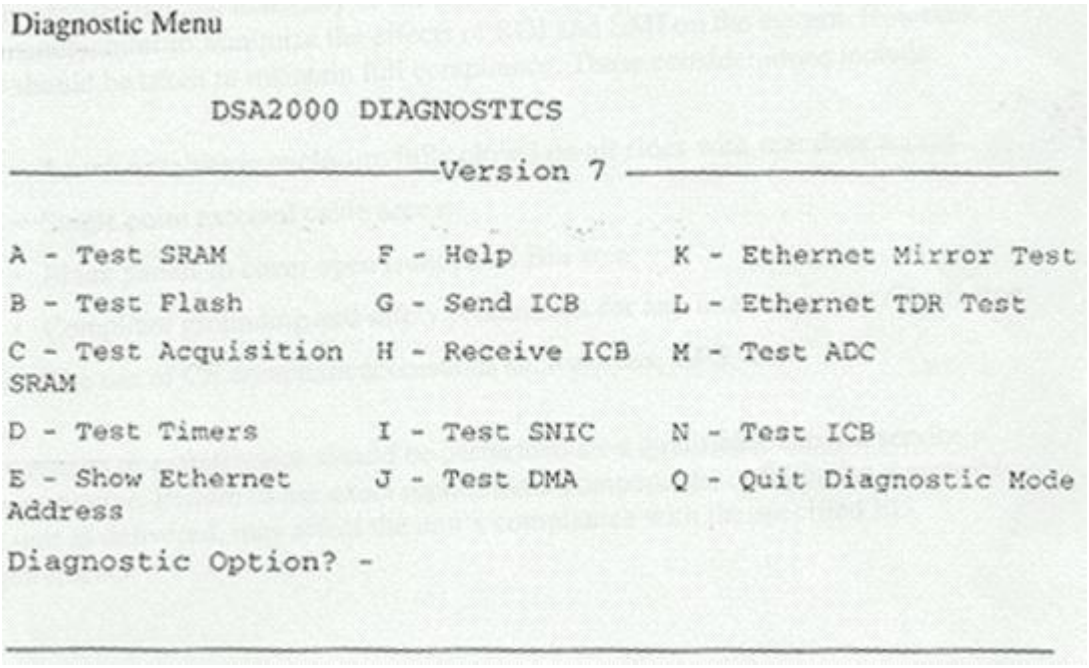


รูปที่ 10 แสดงค่าพารามิเตอร์ของ High Volt ที่กำหนด *Ref.

ตรวจสอบการแปรค่าข้อมูลแต่ละตัวพารามิเตอร์ สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลได้ตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

2. การทดสอบโดยใช้ Diagnostic Port

DSA 2000A มี Port RS-232 โดยเป็น Diagnostic Port ต่อกับคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมสำหรับการตรวจสอบระบบภายในเครื่องโดยเป็นการตรวจสอบแต่ละระบบย่อย (A,B….N) เมื่อเลือกเพื่อทดสอบระบบย่อยแต่ละส่วนว่าปกติหรือไม่ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงโปรแกรมการตรวจสอบระบบภายใน DSA 2000 *Ref.

3. การทดสอบเสถียรภาพของแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าสูง DSA 2000

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ YOKOGAWA Model 7534-02
2. High Voltage Probe FLUKE Model 80K-40 HV
3. ระบบวัดของ DSA 2000A

3.1 ขั้นตอนการทดสอบ

3.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบดังรูปที่

3.1.2 เซต function switch ของ multimeter เป็น DC

3.1.3 กำหนดค่า High Voltage ที่ DSA 2000A ดังในตารางแล้วใช้ High voltage probe วัดที่ High voltage output ของ DSA2000A และอ่านค่าที่วัดได้จาก Multitimeter ดังตาราง

3.1.4 บันทึกค่าที่อ่านได้พร้อมคำนวณเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด

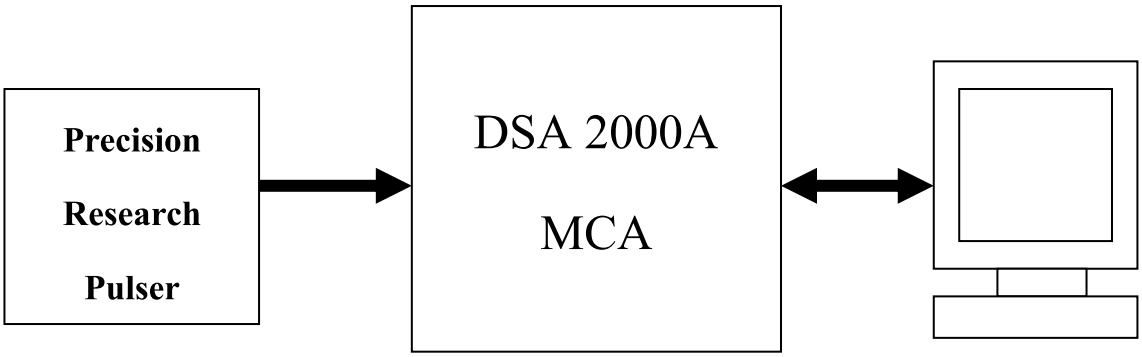
High voltage (Volt)	Reading (Volt)	% Error
100	100	0
500	500	0
1000	1000	0
1500	1501	0.06
2000	2003	0.15
2500	2505	0.2

รูปที่ 12 ตารางการตรวจสอบ High Voltage DSA 2000A

4. การทดสอบความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายศักดารูปสัญญาณนิวเคลียร์ปรับค่าได้เที่ยงตรงสูง (Research pulser ORTEC Model 448)
2. Oscilloscope Tektronix Model 2465
3. ชุดระบบวัด DSA 2000A (ประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมชุดโปรแกรมวิเคราะห์แบบหลายช่อง และDSA2000)



รูปที่ 13. แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบความเป็นเชิงเส้นของ MCA

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

4.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบดังภาพรูปที่ 13

4.1.2 เซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

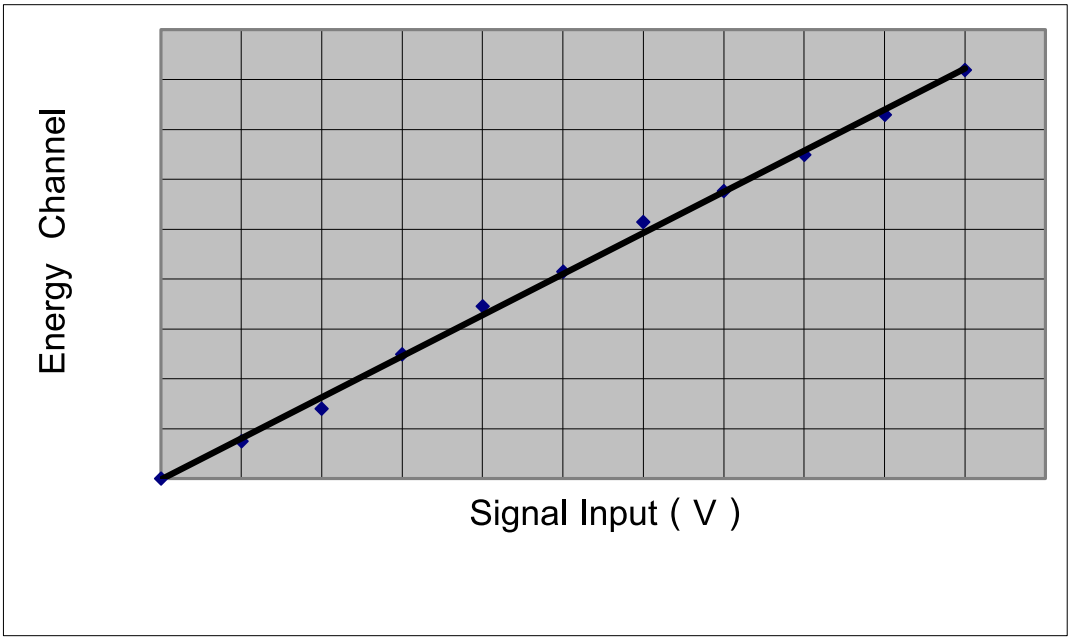
- ปรับ Polarity ที่แหล่งจ่ายศักดาสัญญาณนิวเคลียร์มาตรฐานเป็นบวก
- ที่ DSA 2000A ปรับ shaping เป็น 1.5 us, Coarse gain =30,
  Fine gain = 6 , PHA mode , Digital zero offset = 0 , Conversion gain = 1024
  Preset time = 10 second , live mode

4.1.3 ปรับค่าศักดารูปสัญญาณนิวเคลียร์มาตรฐาน (Pulse High) และบันทึกข้อมูลกราฟระหว่าง Energy Channel number กับ Pulse high (Signal input) โดยเริ่มบันทึกค่า Energy Channel number ที่ Pulse high 0.5 V แล้วปรับ เพิ่มครั้งละ 0.5 Vไปจนถึง Pulse high ที่ 9.5 V

4.1.4 ทำซ้ำข้อ 4.1.3

4.1.5 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความเป็นเชิงเส้นเป็นไปตามเส้นกราฟความสัมพันธ์ของสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน และช่องพลังงานในรูปที่ 14

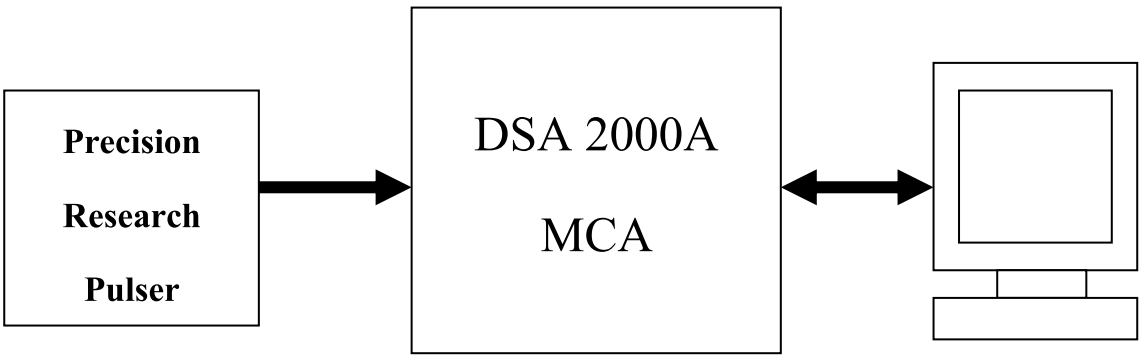


รูปที่ 14 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นระหว่างช่องพลังงานและสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน

5. การทดสอบเสถียรภาพของ MCA (Stability)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายรูปสัญญาณนิวเคลียร์ปรับค่าได้เที่ยงตรงสูง
2. Oscilloscope Tektronix Model 2465
3. ชุดระบบวัด DSA 2000A (ประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมชุดโปรแกรมวิเคราะห์แบบหลายช่อง และDSA2000)



รูปที่ 15 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบเสถียรภาพของ MCA

5.1 ขั้นตอนการทดสอบ

5.1.1 จัดอุปกรณ์ทดลองดังภาพรูปที่ 15

5.1.2 เซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้

- ปรับ Polarity ที่แหล่งจ่ายศักดาสัญญาณนิวเคลียร์มาตรฐานเป็นบวก
- ที่ DSA 2000A ปรับ shaping เป็น 1.5 us, Coarse gain =10,
  Fine gain = 10 , PHA mode , Digital zero offset = 0 , Conversion gain = 1024,
  live mode

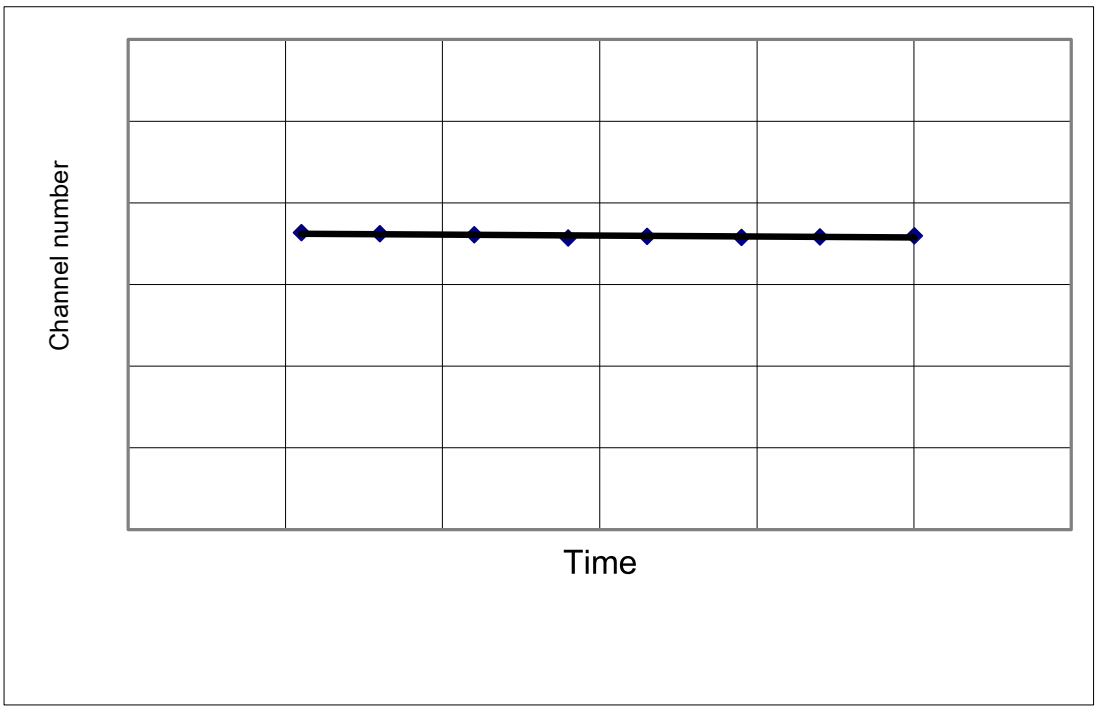
5.1.3 ปรับค่าศักดารูปสัญญาณนิวเคลียร์มาตรฐาน (Pulse High) แบบคงที่ = 5 V

5.1.4 บันทึกข้อมูลกราฟระหว่าง Channel number กับ Time โดยเริ่มบันทึกค่า Channel number ที่ Time = 30 นาที แล้วบันทึกค่า Channel number ทุก 30 นาที 8 ครั้ง

5.1.5 ทำซ้ำข้อ 2.1.4 และ 2.1.5

5.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบความเป็นเชิงเส้นเป็นไปตามเส้นกราฟความสัมพันธ์ของเวลา และช่องพลังงาน ในรูปที่ 16



รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาและช่องพลังงาน

Reference

- DSA 2000A manual, Canberra Inc.