บทที่ 2

อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์

อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ เป็นอุปกรณ์นิวเคลียร์ซึ่งทำหน้าที่วิเคราะห์ระดับพลังงานของอนุภาคนิวเคลียร์ ในรูปของการวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ที่เทียบเท่าระดับพลังงาน อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว และอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง

2.1 <u>อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว</u> (SCA - Single Channel Analyzer)

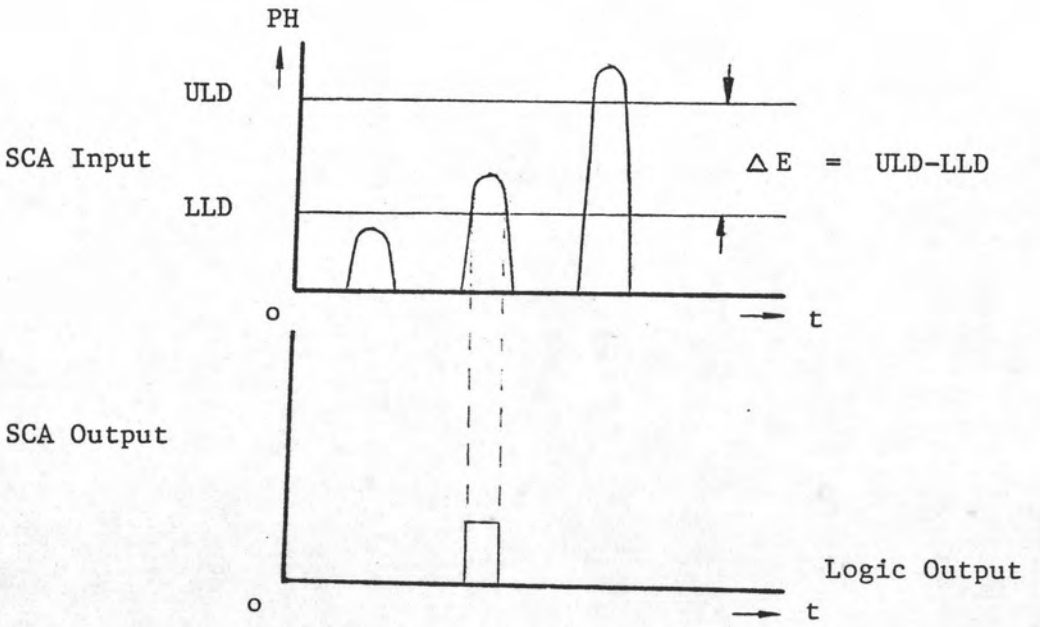
อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ต่ำ เนื่องจากวิเคราะห์ได้ครั้งละ 1 ช่องสเกลของระดับพลังงานด้วยการหมุนเลื่อนช่องของหน้าต่าง (ΔE) ซึ่งตั้งจากผลต่างของดิสคริมิเนเตอร์ 2 ระดับ คือ ULD - LLD เพื่อทำการแยกจำนวนนับที่แต่ละระดับความสูงของพัลส์ในเวลาเท่า ๆ กันทุกจุด แล้วนำข้อมูลจำนวนนับที่ระดับความสูงของพัลส์ต่าง ๆ มาพลอตเป็นกราฟของสเปคตรัมที่วัดได้ จะเห็นว่าจะต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นานเท่ากับจำนวนช่องสเกลที่เลื่อนต่อ เนื่องคูณด้วยเวลาที่ตั้งนับแต่ละจุด จึงไม่เหมาะสำหรับวิเคราะห์เชิงคุณภาพของไอโซโทปที่มีครึ่งชีวิตสั้น

อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว ประกอบด้วยส่วนสำคัญหลัก 2 ส่วน คือ

ก. ดิสคริมิเนเตอร์ 2 ระดับ Upper และ Lower Level Discriminator (ULD และ LLD)

ข. วงจรแอนติโคอินซิเดนซ์ (Anticoincidence)

วิธีการแยกระดับความสูงของพัลส์ในเอสซีเอ (SCA) อาศัยหลักการเปรียบเทียบศักดาไฟฟ้าระหว่างความสูงของพัลส์กับค่าศักดาไฟฟ้า อ้างอิง ซึ่งปรับค่าได้ 0 - 10 โวลท์ ระดับของศักดาไฟฟ้าที่ปรับค่าได้เป็นของดิสคริมิเนเตอร์ 2 ระดับ คือ ULD และ LLD ผลต่างของระดับศักดาไฟฟ้าทั้งสองคือ ULD - LLD มีค่าเท่ากับ ΔE เรียกว่าหน้าต่าง เป็นช่องที่ทำหน้าที่เสมือนช่องแยกจำนวนอนุภาคที่ระดับความสูงของพัลส์ค่าต่าง ๆ ให้กับอุปกรณ์นับ (Scaler) ในรูปของสัญญาณลอจิก ซึ่งการแยกนับโดยวิธีนี้เรียกว่า ดิฟเฟอเรนเชียล ดิสคริมิเนเตอร์ (Differential Discriminator) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ลอจิกเอาท์พุทจะส่งเข้าอุปกรณ์นับเฉพาะพัลส์ ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วงของ ΔE เท่านั้น

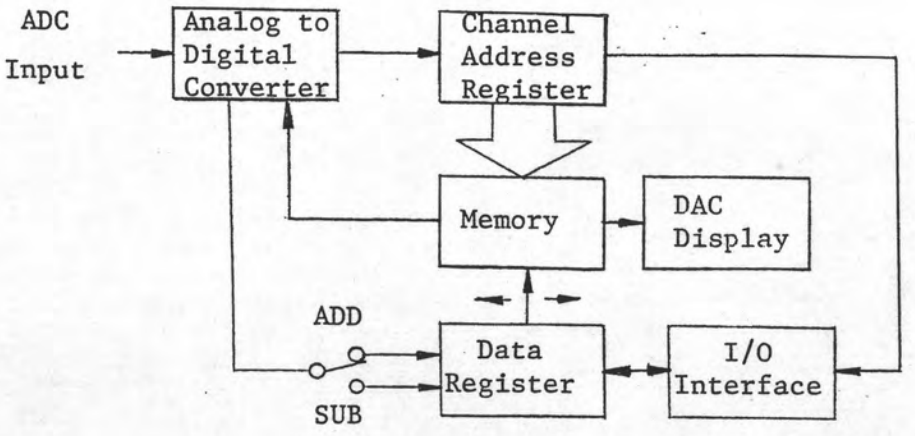


รูป 2.1 แสดงหลักการแยกระดับของพัลส์ด้วยผลต่าง
ของดิสคริมิเนเตอร์ 2 ระดับ

2.2 <u>อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง</u> (MCA - Multichannel Analyzer)

เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์สูงด้วยวิธีเก็บข้อมูลจำนวนนับอนุภาคแต่ละระดับพลังงานที่ สุ่ม (Random) เข้ามาโดยอัตโนมัติในช่วงเวลาอันสั้น ระดับความสูงของพัลส์ที่เทียบเท่าพลังงานแต่ละระดับที่ถูกวิเคราะห์ จะถูกเปลี่ยนเป็นรหัสดิจิตัลไปบันทึกในหน่วยความจำที่ชันแนลแอดเดรส (Channel Address) ซึ่งสัมพันธ์กับความสูงของพัลส์ สะสมเป็นการกระจายข้อมูลของพลังงานในรูปของสเปคตรัม

อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง มีส่วนประกอบในการวิเคราะห์และเก็บข้อมูล รวมทั้งการสื่อสารกับอุปกรณ์แสดงผลภายนอกที่สำคัญ 6 ส่วน ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งแสดงถึงการเชื่อมโยงทางสัญญาณไฟฟ้าระหว่างวงจรต่าง ๆ ทั้งที่เป็นอนาลอกและดิจิตัล



รูปที่ 2.2 แผนภาพการทำงานเบื้องต้นของ MCA

หน้าที่ของวงจรต่าง ๆ ในแผนภาพมีดังนี้

ภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตัล (ADC) เป็นส่วนสำคัญซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกพัลส์ (Analog Pulse) ที่มีความสูงเทียบเท่าระดับพลังงานต่าง ๆ ของอนุภาคนิวเคลียร์ให้เป็นสัญญาณดิจิตัล โดยอาศัยเทคนิคของการเปลี่ยนความสูงของพัลส์เป็นช่วงเวลาและ รหัสดิจิตัลตามลำดับ

ภาคเลือกชันแนลแอดเดรส (Channel Address Register) ทำหน้าที่รับรหัสดิจิตัลพัลส์จากภาคเอดีซี แล้วเลือกชันแนลแอดเดรสในหน่วยความจำที่ตรงกับ รหัส ของพัลส์ เพื่อให้ภาคบันทึกข้อมูล (Data Register) บวกจำนวนครั้งของพัลส์ที่มี รหัส ตรงแอดเดรสช่องใด ๆ ครั้งละ 1 หน่วยนับ หรือเมื่อคำสั่งเป็นการลบการทำงานของภาคบันทึกข้อมูล ก็จะลบเอาจำนวนนับที่มีอยู่เดิมในแอดเดรสที่ตรงกับ รหัส ของพัลส์ออกครั้งละ 1 หน่วยนับ เป็นต้น

ภาคบันทึกข้อมูล (Data Register) ส่วนนี้จะทำหน้าที่บวกเพิ่มหรือลบเอาข้อมูลเดิมในหน่วยความจำตามแอดเดรสต่าง ๆ เข้าหรือออก 1 หน่วยนับ เมื่อมีพัลส์ที่มี รหัส ตรงกับแอดเดรสนั้น ๆ เข้ามาแต่ละครั้ง

หน่วยความจำ (Memory) ทำหน้าที่บันทึกจำนวนนับอนุภาคที่แต่ละชันแนลแอดเดรส (แต่ละระดับพลังงาน) ในรูปของ รหัสไบนารี และมีความจุของชันแนลแอดเดรส ตามค่า 2^n ช่อง ขึ้นอยู่กับเครื่องแต่ละเครื่อง จำนวนช่องนี้จะสัมพันธ์กับขีดความสามารถของภาค เอดีซี เช่น 2^9 , 2^{10} ... เท่ากับ 512 , 1024 ... ช่อง เทียบเท่าระดับพลังงานที่ปรับเทียบไว้ ซึ่งหมายถึงความละเอียดของสเกลระดับพลังงานด้วย

ส่วนแสดงผล (Data Display) ทำหน้าที่แสดงผลของข้อมูลที่บันทึกได้ ในหน่วยความจำบนจอภาพ (Cathode Ray Tube) ด้วยการส่งผ่าน รหัสดิจิตัลในหน่วยความจำที่แอดเดรส (ช่อง) ต่าง ๆ ผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิตัลเป็นอนาลอกในรูปของสเปคตรัม

ส่วนเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายนอก (Input / Output Interface) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่สื่อสารเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ภายนอก อันได้แก่ เครื่องเขียนกราฟ (Plotter) เครื่องโทรพิมพ์ (TTY) เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องบันทึกเทป (Tape - Recorder) และคีย์บอร์ดอื่น ๆ กับส่วนเก็บข้อมูลในอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง (MCA) เพื่อการทำงานที่ประสานกันทั้งส่งข้อมูลเข้า และรับข้อมูลออก

ในรูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพเบื้องต้นของ MCA แบบ 16 ช่อง ในรูปแสดงถึงส่วนสำคัญ 3 ส่วนของ MCA คือ 1. เอดีซี (ADC) 2. หน่วยความจำ 3. ภาคแสดงผลซึ่งประกอบกันเป็นส่วนที่ทำการสร้างกระบวนการสัญญาณที่วัดได้ มีขั้นตอนทำงานดังนี้

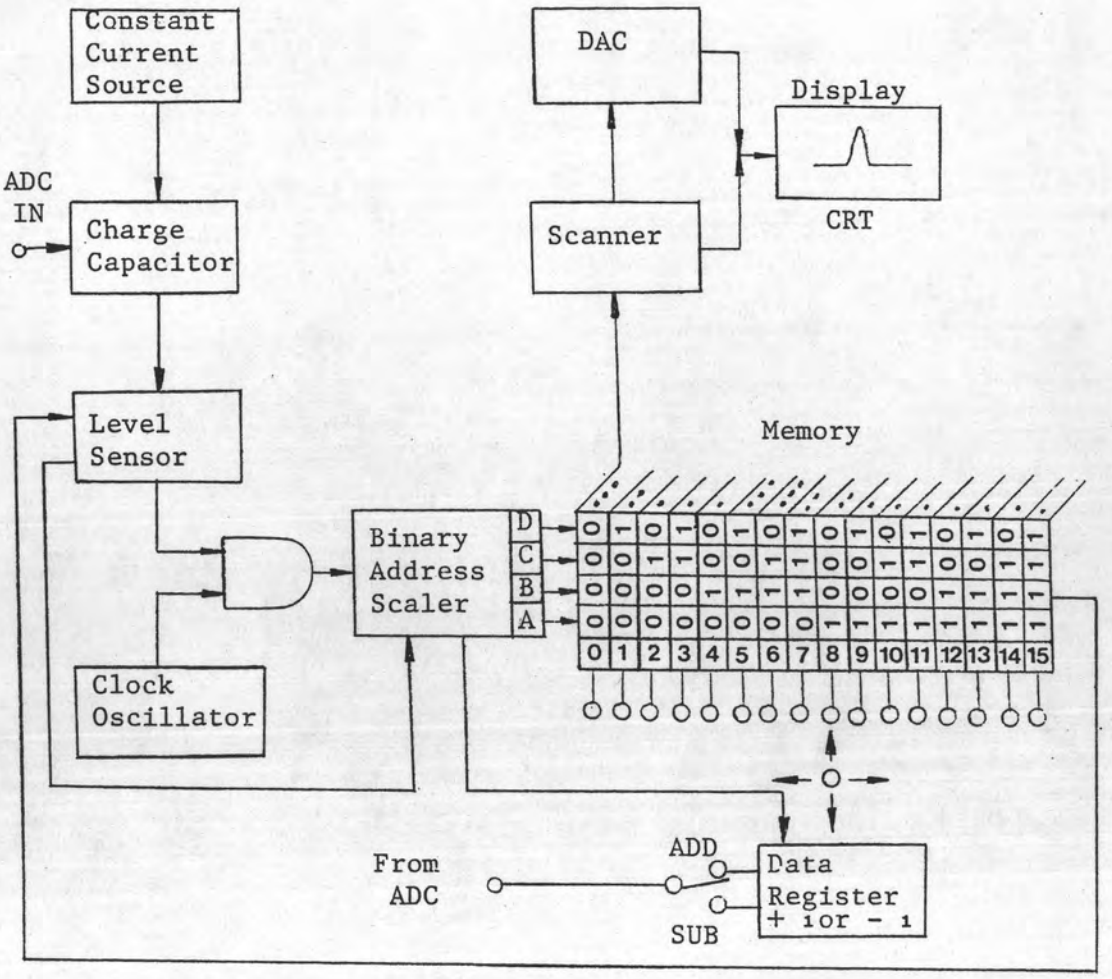
ก. สัญญาณเอาท์พุทภาคขยายหลัก ซึ่งมีระดับความสูงของพัลส์ในช่วง 0 - 10 โวลท์ ป้อนเข้าที่ ADC Input ของ MCA ช่วง 0 - 10 โวลท์ ของระดับความสูงของพัลส์นี้ จะเป็นสัดส่วนกับ 0 - 15 ช่องบนชันแนลแอดเดรส ของหน่วยความจำตามแผนภาพในรูปที่ 2.3 แอดเดรสของหน่วยความจำใน รหัส ไบนารี จะมี 4 หลักคือ A. B. C และ D

ข. เอดีซี จะตรวจสอบระดับยอดของความสูงของอนาลอกพัลส์ ครั้งละลูกแล้วเปลี่ยนระดับยอดของพัลส์เป็นไบนารีแอดเดรส (A. B. C และ D) โดยที่วงจรนับ (Binary - Counter) จะนับสัญญาณนาฬิกา (Clock Pulse) ที่ได้รับการเปิดเกท (Gate) เป็นผลมาจากเวลาคายประจุ (Rundown Time) คาปาซิเตอร์ร่วมกับตัวต้านทานและสัญญาณนาฬิกา ที่ความถี่คงที่ เช่น ยอดพัลส์ (Peak Pulse) 5 โวลท์ จะหมายถึงรหัส 0101 ยอดพัลส์ 7 โวลท์จะหมายถึงรหัส 0111 เป็นต้น

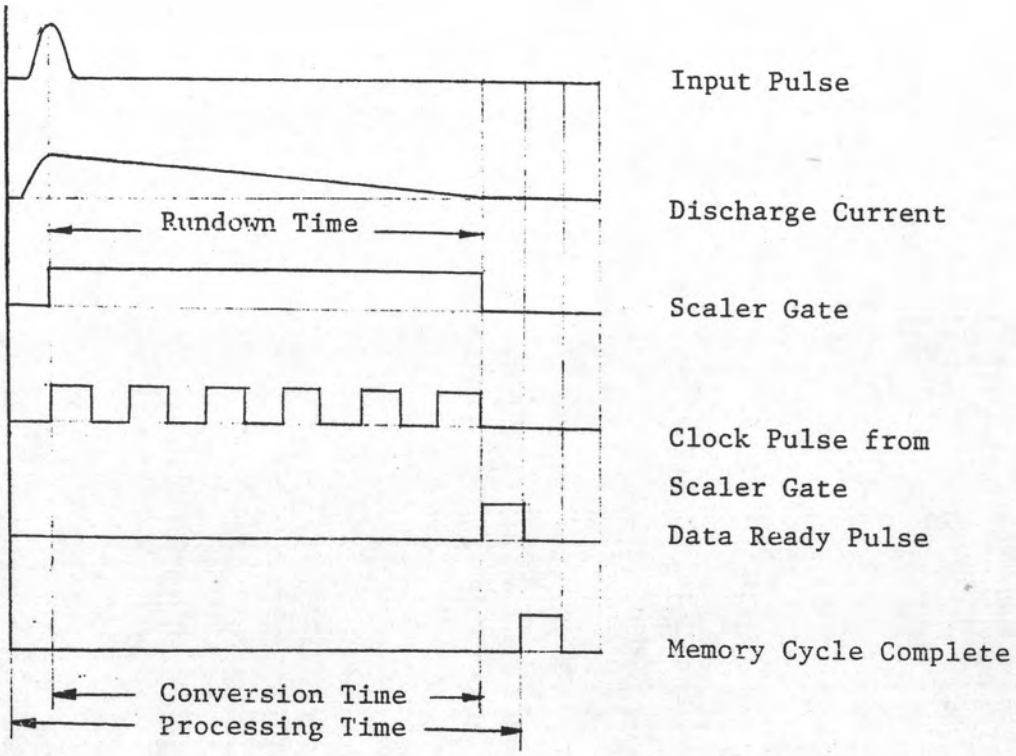
ค. ที่หน่วยความจำก็จะมีรหัส ประจำแอดเดรสทั้ง 16 ช่อง เป็น รหัสไบนารี เมื่อมีไบนารีแอดเดรสจากภาค เอดีซี ไปเกาะที่ซันแนลแอดเดรสใด ดาต้ารีจิสเตอร์ (Data - Registor) จะเลือกบวกข้อมูลในช่องนั้นทีละ 1 หน่วยนับซึ่งหมายถึงการเก็บข้อมูล ซึ่งช่วงนี้จะเกิดขึ้นหลังจากจบช่วงเวลาคายประจุ

ง. เมื่อหน่วยความจำบันทึกข้อมูลจบ ส่วนของชุดหน่วยความจำก็จะส่งลอจิกพัลส์ ไปให้เอดีซีทำการตรวจสอบพัลส์ลูกใหม่ต่อไป ข้อมูลของพัลส์ที่ได้จากการวัดรังสี จะถูกสะสมบนซันแนลแอดเดรสต่าง ๆ ตามจำนวนนับที่ความสูงของพัลส์เกิด เป็นการกระจายข้อมูลของพลังงาน

จ. ภาคแสดงผล จะกวาดข้อมูลที่บรรจุในหน่วยความจำในรูป รหัสดิจิตัล ให้ออกมาเป็นสัญญาณในระดับปริมาณต่าง ๆ แสดงบน ซีอาร์ที (CRT)

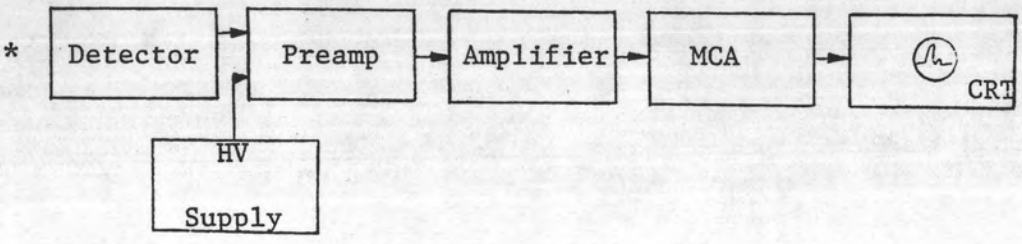


รูปที่ 2.3 แผนภาพเบื้องต้นของ MCA แบบ 16 ช่อง



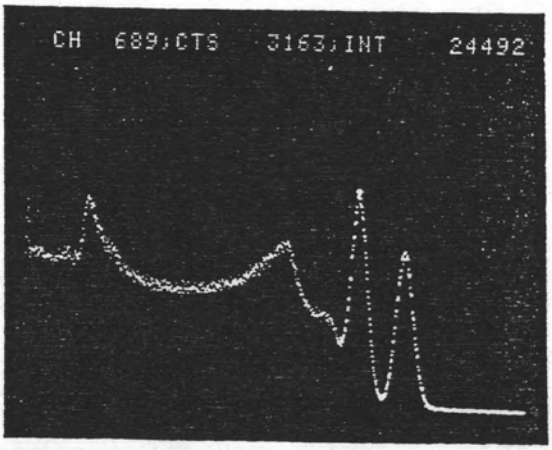
รูปที่ 2.4 แผนภาพของเวลาในการวิเคราะห์พัลส์

อุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ เป็นอุปกรณ์หลักในการจัดระบบวิเคราะห์ระดับพลังงาน ซึ่งประกอบด้วย หัววัดรังสีและแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง ส่วนขยายสัญญาณ อุปกรณ์นับผลและแสดงผลข้อมูล ผลของการวิเคราะห์พลังงานจะแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนนับที่เปลี่ยนไป เทียบกับระดับพลังงานค่าต่าง ๆ หรือสเปคตรัม การจัดระบบนับแบบนี้แสดงในแผนภาพรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงการจัดระบบวิเคราะห์ระดับพลังงาน

ในรูปที่ 2.6 แสดงสเปคตรัมของ Co^{60} จากเครื่องวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ TN - 1705 CRT



รูปที่ 2.6 สเปคตรัมของ Co^{60} จากเครื่องวิเคราะห์ความสูงของพัลส์ TN - 1705 CRT.

CH = แชนแนล , INT = ผลรวมของจำนวนนับภายใต้ย่านวัดที่สนใจ