บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ความสำคัญของเรื่อง

เครื่องวิเคราะห์หลายช่อง (multichannel analyzer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดรังสี โดยทั่วไปจะมีราคาค่อนข้างสูงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ อีกทั้งอุปกรณ์ยังเสียหายได้ง่าย เพราะการขนส่งและสภาพภูมิอากาศผิดแผกไปจากประเทศผู้ผลิต ทำให้ต้องเสียค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซมสูงกว่าปกติ จึงเป็นเหตุให้มีการสร้างเครื่องมือประเภทเดียวกันนี้ โดยให้มีคุณภาพทัดเทียมกัน แต่ใช้ต้นทุนการสร้างด้วยราคาที่ต่ำกว่า ซึ่งเครื่องมือนี้คือ เครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง อันประกอบด้วยวงจรอิเลคทรอนิคส์ ที่สำคัญ 4 ชุด คือ

ก. ชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (analog to digital converter)

ข. ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ (memory and counter unit)

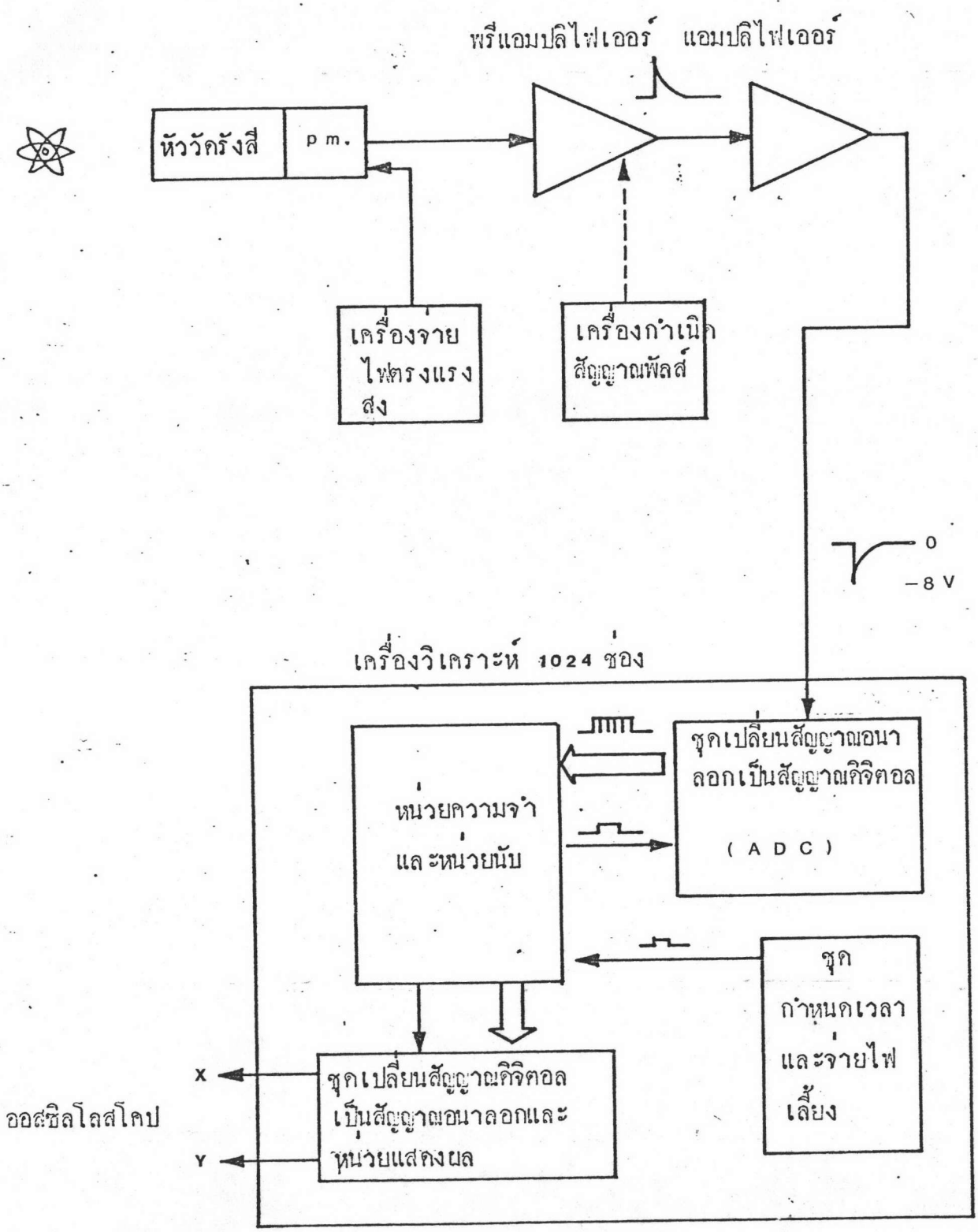
ค. ชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและหน่วยแสดงผล (digital to analog converter and display unit)

ง. ชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง (program timer and power regulator unit)

หลักการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง สามารถแบ่งตามชุดของวงจรได้เป็น 4 ชุดที่สำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ซึ่งมีดังนี้

1.1 ชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล อาศัยหลักการที่ให้ตัวเก็บประจุคายประจุด้วยกระแสคงที่ ซึ่งช่วงเวลาการคายประจุนี้ จะเป็นสัดส่วนกับขนาดความสูงของสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาประจุในตอนแรก

เมื่อสัญญาณอนาลอกจากชุดแอมปลิไฟเออร์ (amplifier) เข้ามาจะถูกคัดเลือกตามขนาดความสูงของสัญญาณโดยวงจรโลเวอร์ เลเวล ดีสคริมิเนเตอร์ (lower level discriminator) ถ้าสัญญาณมีขนาดความสูงมากกว่าระดับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้ จะทำให้ลิเนียร์เกท (linear gate)



รูปที่ 1.1 แผนภาพของระบบวิเคราะห์สัญญาณรังสีและชุดประกอบของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง

เปิด ยอมให้สัญญาณอีกส่วนหนึ่งของสัญญาณนี้ที่มาจากตัวหน่วงเวลา (delay line) สามารถผ่านเข้าไปในวงจรพีคดีเทคเตอร์ (peak detector) เพื่อไปประจุแก่ตัวเก็บประจุ จนถึงแรงดันสูงสุดของสัญญาณ วงจรออสซิลเลเตอร์ (oscillator) ซึ่งเป็นตัวกำเนิดสัญญาณความถี่คงที่ที่ 56 เมกะเฮิรตซ์จะป้อนสัญญาณนี้ไปยังวงจรนับไบนารี แอดเดรส (binary address scaler) ซึ่งอยู่ในชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ วงจรนับไบนารีแอดเดรสจะเริ่มนับพร้อมกับตัวเก็บประจุเริ่มคายประจุ โดยมีวงจรจ่ายกระแสคงที่ (constant current generator) ทำหน้าที่ควบคุมให้ตัวเก็บประจุมีอัตราการคายประจุเป็นแบบเชิงเส้น (linearity) เมื่อช่วงเวลาการคายประจุเสร็จสิ้นลง จะทำให้วงจรนับไบนารี แอดเดรส หยุดนับ และให้เอาท์พุท (output) ออกมาเป็นรหัสไบนารีขนาด 10 บิท (bit) ซึ่งเป็นจำนวนช่อง (channel number) หรือ แอดเดรส (address)

1.2 <u>ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ</u> เมื่อวงจรนับไบนารีแอดเดรสให้แอดเดรส เพื่อกำกับตำแหน่งความจำแก่วงจรแรม (RAM) แล้ว วงจรเมนโหมดคอนโทรล(main mode control) จะถูกทริก (triggered) ให้ทำงาน โดยส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานทั้งหมดของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับดังนี้คือ ให้วงจรแรมอ่านข้อมูล (data) ออกมาโดยส่วนหนึ่งนำไปแสดงผล และอีกส่วนหนึ่งป้อนเข้าวงจรหน่วยนับ (counter unit) ข้อมูลที่เข้าวงจรหน่วยนับจะถูกบวกเพิ่มขึ้นอีกหนึ่ง ได้เป็นข้อมูลใหม่ และข้อมูลใหม่นี้จะถูกป้อนกลับไปเก็บไว้ในตำแหน่งความจำเดิมของวงจรแรม เมื่อขบวนการทำงานในชุดหน่วยความจำและหน่วยนับเสร็จสิ้นลงซึ่งใช้เวลา 0.72 ไมโครวินาทีจะมีสัญญาณพัลส์ (pulse) ส่งกลับไปรีเซท (reset) ชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้พร้อมที่จะรับสัญญาณอนาลอกตัวใหม่ต่อไป

1.3 <u>ชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและหน่วยแสดงผล</u> เมื่อชุดหน่วยความจำและหน่วยนับนำข้อมูลที่เก็บไว้ออกมาส่วนหนึ่งจะถูกนำมาแสดงผล ข้อมูลนี้ คือจำนวนนับต่อช่อง (count per channel number) ซึ่งเป็นรหัสบีซีดี (BCD) ขนาด 24 บิท สามารถนำไปแสดงผลด้วยตัวเลข 6 หลัก โดยใช้วิธีมัลติเพลกซ์ (multiplexer) ส่วนจำนวนช่องนั้นสามารถแสดงผลด้วยตัวเลข 4 หลัก โดยการนำข้อมูลแอดเดรสซึ่งเป็นรหัสไบนารี มาเปลี่ยนเป็นรหัสบีซีดี เพื่อให้วงจรถอดรหัส (decoder) สามารถนำไปถอดรหัสเป็นตัวเลขได้

สำหรับการแสดงผลด้วยภาพสามารถแสดงได้โดยนำข้อมูลจำนวนนับต่อช่อง และข้อมูลแอดเดรสมาเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอก โดยใช้วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก แล้วป้อนไปที่แกนแนวตั้ง และแกนแนวนอนของออสซิลโลสโคป (oscilloscope) ตามลำดับ จะได้ภาพสเปคตรัม (spectrum) อยู่ที่จอภาพ สำหรับข้อมูลจำนวนนับต่อช่องก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอกนั้นต้องนำไปเข้าวงจรชิฟท์รีจิสเตอร์ (shift register)ก่อนเพื่อทำการเลื่อนข้อมูลจนได้บิทที่มีนัยสำคัญมากที่สุด (most significant bit) เพียง 12 บิท เพื่อให้สอดคล้องกับวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก สำหรับการแสดงภาพสเปคตรัมนี้สามารถเลือกแสดงเป็นแบบเชิงเส้น (linear)หรือแบบลอการิทซึมิค (logarithmic) ได้

1.4 ชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง ในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง เช่น การวิเคราะห์สัญญาณ การแสดงผลข้อมูล และการเคลียร์ (clear) จะถูกควบคุมโดยวงจรควบคุมระบบ (system control) สำหรับวงจรตั้งเวลา (timer preset)มีไว้เพื่อกำหนดช่วงระยะเวลาของการวิเคราะห์สัญญาณ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ เครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่องนี้จะหยุดวิเคราะห์สัญญาณ แล้วเปลี่ยนมาทำหน้าที่แสดงผลของข้อมูลได้เองโดยอัตโนมัติ เนื่องจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ต่าง ๆของเครื่องนี้มีจำนวนมาก และบางวงจรใช้แรงดันไฟตรงที่มีค่าแตกต่างกัน จึงใช้วงจรเรกูเลเตอร์(regulator) มาทำหน้าที่จ่ายกระแสให้เพียงพอและได้แรงดันที่ต้องการ

2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการวัดรังสีได้สะดวก และรวดเร็วพร้อมทั้งมีประสิทธิภาพสูง โดยการออกแบบและพัฒนาวงจรอิเลคทรอนิคส์ในชุดต่าง ๆ ดังนี้คือ

(1). เพื่อพัฒนาชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เช่น ออกแบบลิเนียร์เกท โดยใช้จำนวนอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์น้อยลง

(2) ออกแบบชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ ให้มีวงรอบการทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

(3) ออกแบบชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและหน่วยแสดงผล ให้สามารถแสดงผลเป็นตัวเลข และแสดงผลด้วยภาพบนจอของออสซิลโลสโคปได้

(4) ออกแบบชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง ให้สามารถควบคุมการทำงานของวงจรอิเลคทรอนิคส์ทั้งระบบและตั้งเวลาในการวัดรังสีได้

3. ขอบเขตของการวิจัย

(1) ในการวิจัยนี้เป็นการออกแบบและการสร้างเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง ดังนั้นจึงได้กำหนดคุณสมบัติที่สำคัญในการสร้างเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง ดังนี้ คือ มีขนาดจำนวนช่องสูงสุด 1024 ช่อง สามารถแสดงผลด้วยตัวเลขและภาพจากจอภาพของออสซิลโลสโคป มีจำนวนนับต่อช่องสูงสุด $10^6 - 1$ สามารถตั้งเวลาการวัดรังสีได้ ฯลฯ.

(2) การคำนวณค่าความไม่เป็นเชิงเส้นแบบดิฟเฟอเรนเชียน (differential non - linearity) ของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่องโดยใช้วิธีวัดพลังงานของรังสีแกมมา

4. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

(1) ออกแบบวงจรอิเลคทรอนิคส์ต่าง ๆ โดยใช้วิธีการศึกษาทดลองการทำงานของวงจรแต่ละส่วน เช่น วงจรถอดรหัส วงจรนับ วงจรชิฟท์รีจิสเตอร์ ฯลฯ แล้วนำมาประกอบเป็นวงจรใหญ่ขึ้น เช่น ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ

(2) ทำแผ่นวงจรพิมพ์แล้วติดตั้งชิ้นส่วนอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ทดสอบการทำงานของวงจรทีละชุด เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น แล้วประกอบเป็นชุดสมบูรณ์ พร้อมทั้งทดสอบการทำงานทั้งระบบ

(3) ทดลองการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง ด้วยวิธีการวัดกัมมันตภาพรังสีแกมมา โดยใช้หัววัดโซเดียมไอโอไดด์ (ทาลเลียม) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

(1) เครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่องนี้สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดรังสี

(2) เป็นการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงการทำงานของเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง เช่น ชุด

หน่วยความจำและหน่วยนับให้มีวงรอบการทำงานรวดเร็วขึ้น และยังลดจำนวนอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์ให้น้อยลง

(3) วงจรอิเลคทรอนิคส์แต่ละส่วนของเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง นี้ สามารถนำไปดัดแปลงสร้างเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อีก เช่น วงจรกำหนดเวลา วงจรแสดงผล วงจรหน่วยความจำ ฯลฯ

(4) เป็นแนวทางการสร้างเครื่องมือประเภทเดียวกันนี้ขึ้นไว้ใช้ในประเทศแทนการซื้อจากต่างประเทศ