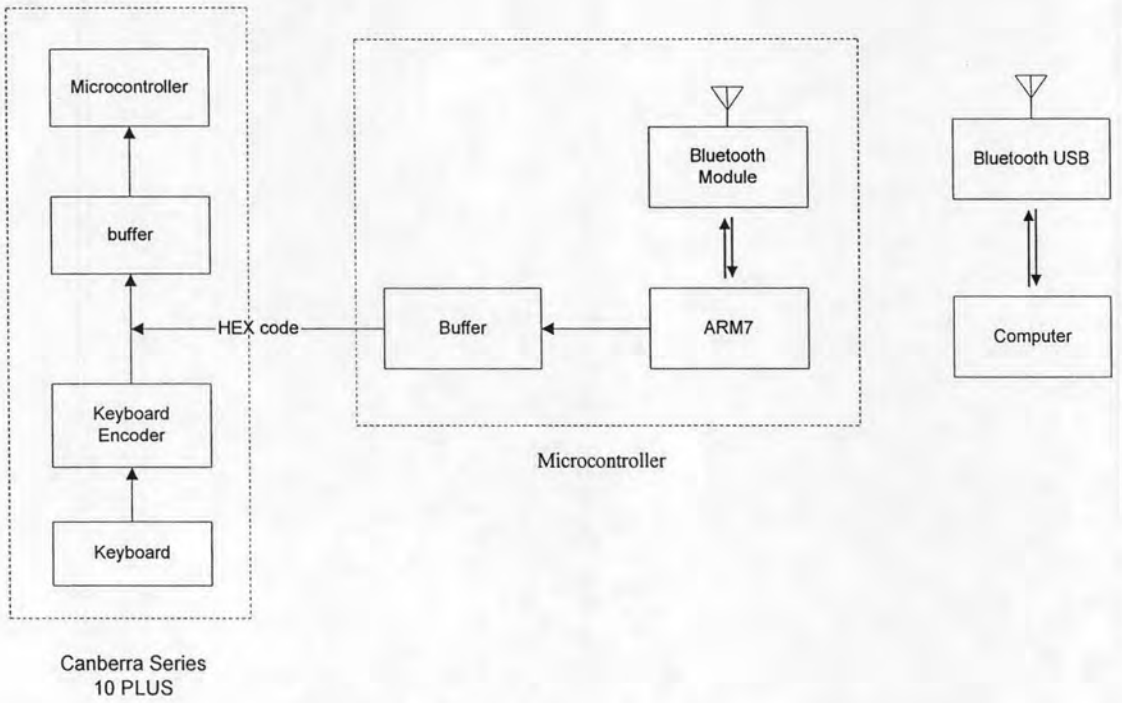
สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การพัฒนาระบบวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องผ่านบลูทูธ

3.1 การออกแบบระบบควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องผ่านบลูทูธ

โครงสร้างระบบควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแสดงดังรูปที่ 3.1

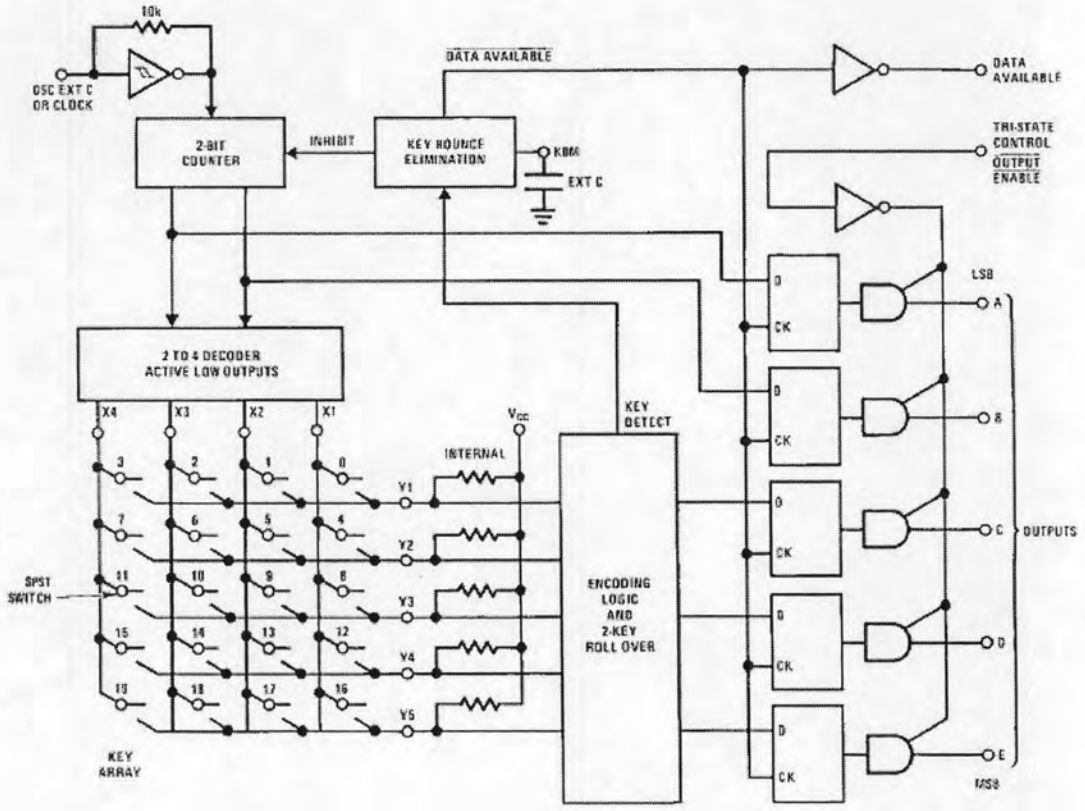


รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงระบบควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

จากแผนภาพมีหลักการทำงานโดยย่อดังนี้ ปกติเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องของ Canberra Series 10 Plus จะถูกควบคุมการกดปุ่มบนแผงควบคุมหน้าเครื่อง สัญญาณที่ได้จากการควบคุมจะผ่านวงจรเข้ารหัส (Keyboard Encoder) แล้วแปลงเป็นเลขฐานสองก่อนที่จะไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นหน่วยประมวลผลหลักในการทำงานของเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้ระบบควบคุมที่ออกแบบขึ้นประกอบด้วย บัฟเฟอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ บลูทูธโมดูล USB บลูทูธ และโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยการส่งรหัสควบคุมที่อยู่ในรูปเลขฐานสองแทนการกดปุ่มบนแผงควบคุมหน้าเครื่อง ซึ่งโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการส่งรหัสมาควบคุมเครื่องวิคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

3.1.1 วงจรเข้ารหัส

วงจรเข้ารหัสเป็นวงจรที่ใช้ IC เบอร์ MM74C923 มีแผนภาพการทำงานดังรูป 3.2 เมื่อทำการกดแผงแป้นอักขระผ่านวงจรเข้ารหัสก็จะได้รหัสเลขฐานสองออกมาดังตารางที่ 3.1



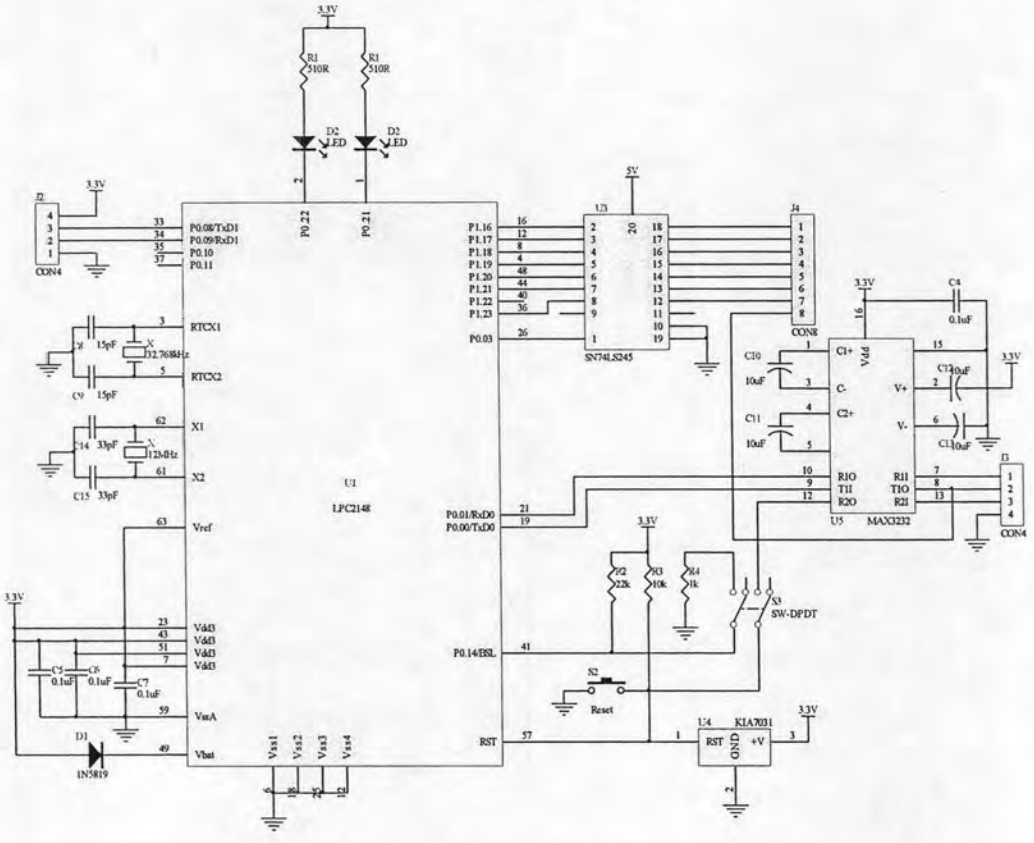
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงการทำงานของวงจรเข้ารหัส

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่ารหัสเลขฐานสองที่ได้จากการกดแผงแป้นอักขระ

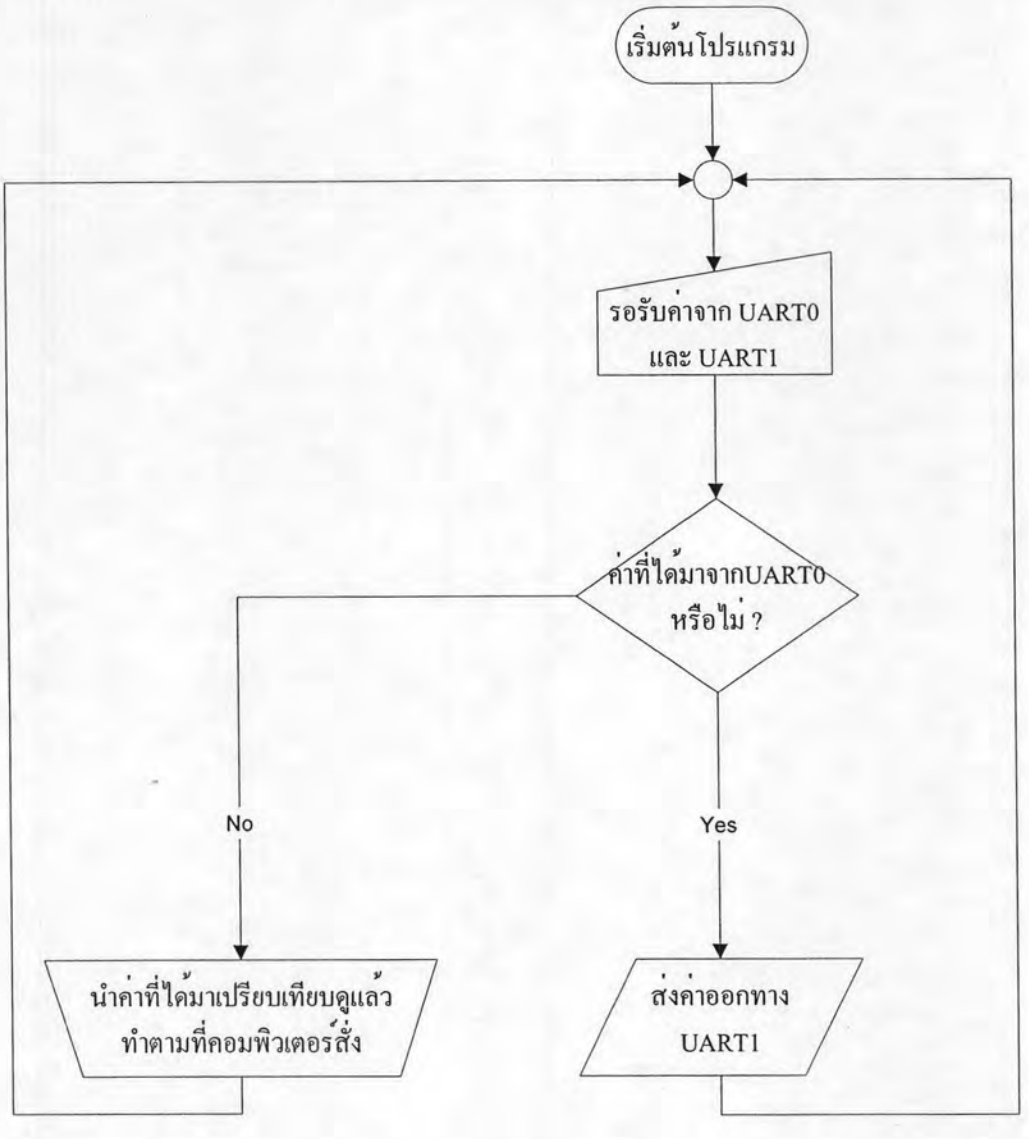
Switch Position		0 Y1,X1	1 Y1,X2	2 Y1,X3	3 Y1,X4	4 Y2,X1	5 Y2,X2	6 Y2,X3	7 Y2,X4	8 Y3,X1	9 Y3,X2	10 Y3,X3	11 Y3,X4	12 Y4,X1	13 Y4,X2	14 Y4,X3	15 Y4,X4	16 Y5*,X1	17 Y5*,X2	18 Y5*,X3	19 Y5*,X4
D																					
A	A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
T	B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
A	C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
O	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
U	E*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
T																					

3.1.2 วงจรควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

เนื่องจากการควบคุมแบบไร้สายนั้นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวขึ้นมา มีวงจรแสดงดังรูปที่ 3.3 โดยใช้ไอซีเบอร์ LPC2148 เป็นตระกูลคอนโทรลเลอร์ที่บันทึกโปรแกรมการทำงานได้ การทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 3.4 โดยการทำงานของโปรแกรมที่บรรจุอยู่ใน LPC2148 เริ่มจากการรับข้อมูลจาก UART0 และ UART1 เพื่อนำข้อมูลนั้นมาตรวจสอบว่าจะทำงานอะไรต่อไป ถ้าเป็นการรับมาจาก UART1 เป็นการรับคำสั่งมาจากไมโครคอมพิเตอร์จะนำข้อมูลนั้นส่งเป็นรหัสเลขฐานสองไปควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลัง งานแบบหลายช่อง แต่ถ้ารับมาจาก UART0 คือรับมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องก็จะนำข้อมูลนั้นส่งไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลอีกทีหนึ่งและจะมีการทำงานในลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ รายละเอียดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแสดงในภาคผนวก ก.



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง



รูป3.4 แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมภายใน LPC2148

3.1.2.1 ระบบควบคุมที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 [5]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ข้อดีคือจะมีหน่วยความจำภายในขนาด 8 kB ถึง 40 kB ส่วนหน่วยความจำโปรแกรมจะมีขนาด 32 kB ถึง 512 kB อยู่ภายในชิปส่วน การประมวลผลเป็นแบบ 16/32 บิตแล้วยังมีข้อดีในเรื่องสถาปัตยกรรมที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการผลิตชิปและชิปมีขนาดเล็กกินพลังงานน้อย โดยที่ยังคงมี สมรรถนะที่สูง

ในยุคแรกซีพียู ARM เป็นซีพียู RISC (Reduced Instruction Set Computer) ขนาด 32 บิต การทำงานจำเป็นจะต้องต่อกับหน่วยความจำและอุปกรณ์ภายนอก เมื่อมีบริษัท ผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวนมากได้นำลิขสิทธ์ของซีพียู ARM ไปพัฒนาต่อได้มีการเพิ่มหน่วยความจำภายในทั้ง ROM และ RAM และเพิ่มโมดูลอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ เช่น วงจรสื่อสารแบบ

อนุกรมวงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อก เป็นต้น ทำให้กลายเป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ 32 บิตที่สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าต่ำ สามารถทำงานได้โดยใช้ชิปไอซี เพียงตัวเดียวโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมภายนอก

สรุปคุณสมบัติต่างๆ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ได้ดังนี้

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 16/32 บิต ในตัวถัง LQFP 64 ขา
- หน่วยความจำ Static RAM ขนาด 8 kB – 40 kB โดย LPC2148 มีขนาด 32 kB
- หน่วยความจำ Flash Program Memory ขนาด 32 kB – 512 kB อยู่ภายในชิป ที่สามารถลบและเขียนซ้ำได้ถึง 10,000 ครั้ง ถ้าเป็น LPC2148 มีขนาด 512 kB
- โปรแกรมชิปได้ทันทีผ่าน In-System Programming (ISP) และ In-Application Programming (IAP) โดยใช้ซอฟต์แวร์ boot-loader ที่อยู่ภายในชิป
- ตัวควบคุมอุปกรณ์ USB 2.0 Full-speed โดยมี RAM สำหรับ endpoint ขนาด 2 kB ถ้าเป็น
- วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลความละเอียด 10 บิตจำนวน 2 ชุด ที่รับอินพุตได้ถึง 14 อินพุต โดยมีเวลาในการแปลงค่าต่ำถึง 2.44 us
- วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อกความละเอียด 10 บิต 1 ตัว
- วงจรไทเมอร์ขนาด 32 บิต 2 ชุด
- Pulse width modulation (PWM) 6 เอาท์พุต
- โมดูลนาฬิกาเวลาจริง (Real Time Clock) ที่สามารถต่อกับคริสตัลความถี่ 32 kHz และรับแบตเตอรี่ภายนอกได้และมีวอชดอกซ์ (Watchdog)
- มีวงจร Phase Lock Loop ภายในเพื่อคูณค่าให้สัญญาณนาฬิกาภายใน ทำงานที่ความถี่สูงสุดถึง 60 MHz
- ใช้กับแหล่งจ่ายไฟชุดเดียวขนาด 3.0 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์
- มี I/O pin อเนกประสงค์ที่สามารถใช้กับระดับแรงดัน 5 โวลต์ได้สูงสุด 45 ขาโดยสามารถจัดเป็นขาอินเตอร์รัพต์จากภายนอกได้สูงสุด 21 ขา
- มีโหมดประหยัดพลังงาน 2 โหมดได้แก่ Idle และ Power-down

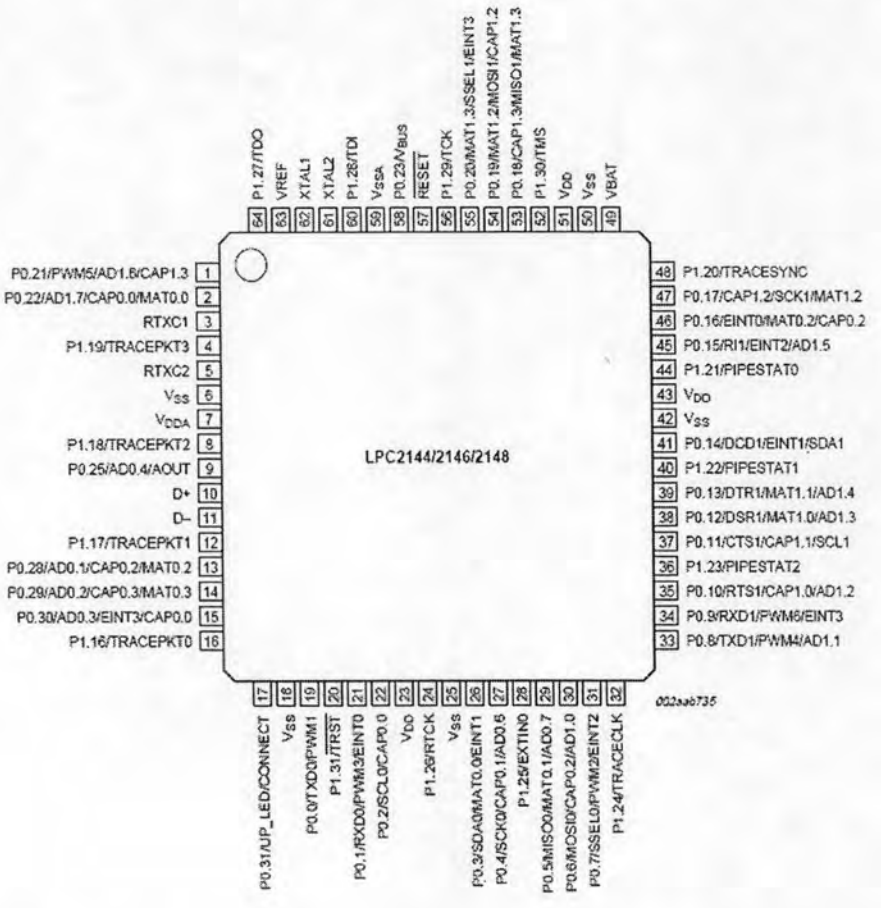
สถาปัตยกรรมซีพียู ARM7

สถาปัตกรรมของ ARM7 เป็นซีพียูแบบ RISC ขนาด 32 บิต ภายในมีบัสขนาด 32 บิตตัวเดียวที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลและคำสั่ง ชุดคำสั่งจะมีขนาด 32 บิตคงที่ ในขณะที่ข้อมูลสามารถเลือกได้ว่าจะมีขนาด 8, 16, หรือ 32 บิต โครงสร้างของ ARM7 จะเป็นแบบที่เรียบง่ายมีชุดคำสั่งไม่มากนักประหยัดพื้นที่สารกึ่งตัวนำที่ใช้สร้างและประหยัดพลังงาน

สถาปัตยกรรมของ ARM7 จะเป็นแบบ load-and-store ในการประมวลผลข้อมูลใดๆ ต้องกระทำผ่านทางรีจิสเตอร์เริ่มต้นด้วยการโหลดค่าจากหน่วยความจำเก็บ ในรีจิสเตอร์นำค่ามาประมวลผลเสร็จแล้วจะเขียนค่าเก็บในหน่วยความจำดังเดิม

การจัดวางขาของ LPC2148

ไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 อยู่ในตัวถังแบบ plastic low profile quad flat package (LQFP64) ที่มีขาต่อจำนวน 64 ขาโดยมีการจัดขาแสดงได้ในรูปที่ 3.5



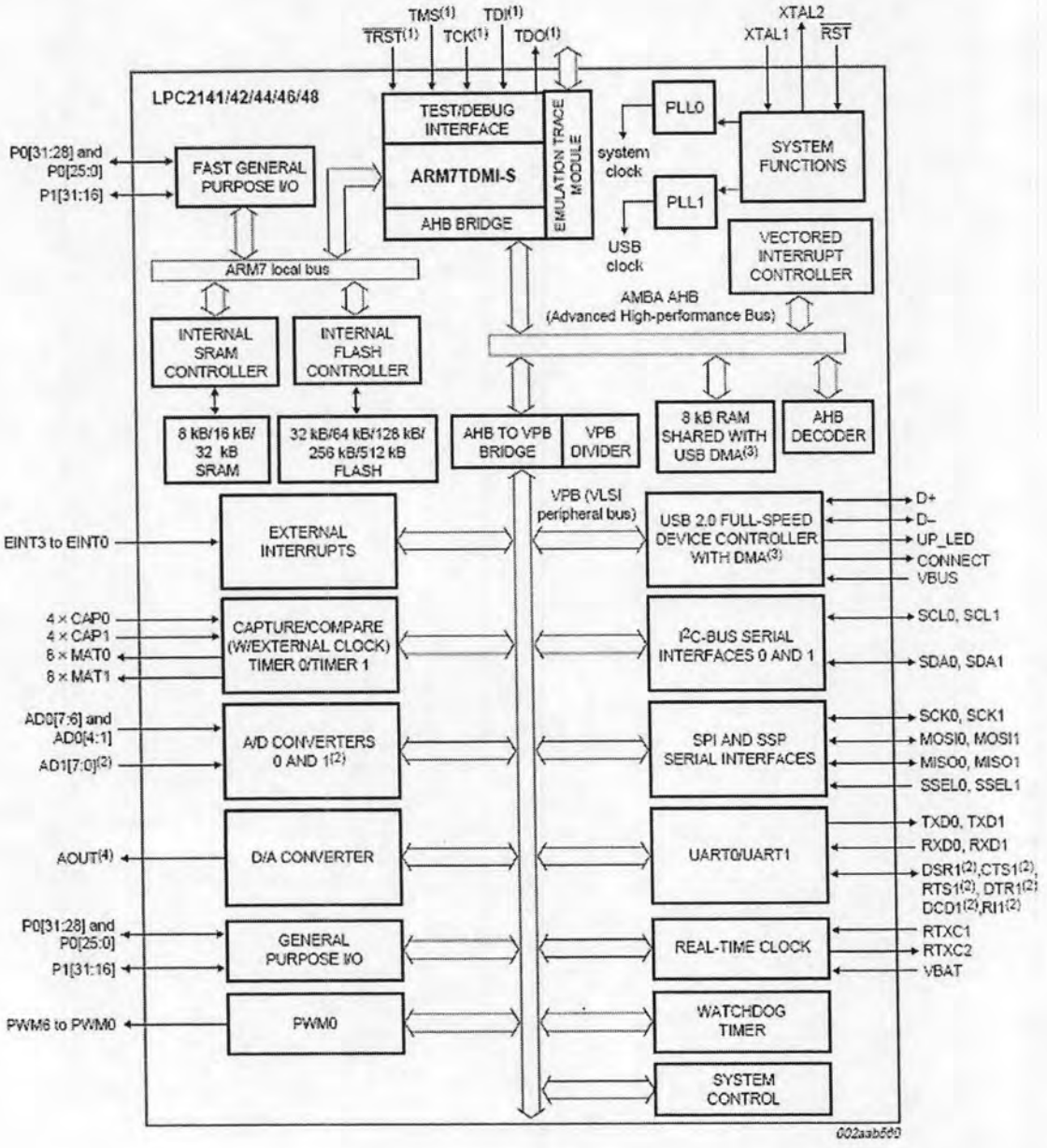
รูปที่ 3.5 แสดงการจัดขาของ LPC2148

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากเกิดการรีเซ็ตขาพอร์ตทั้งหมดจะถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นอินพุต ขาแต่ละขาจะมีหน้าที่การทำงานหลายหน้าที่ ถ้าเป็นพอร์ตอินพุตจะเรียกว่าเป็น อินพุต เอาต์พุตอเนกประสงค์ (General Purpose Input Output: GPIO)

บล็อกไดอะแกรมของ LPC2148

บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 แสดงได้ดังรูป 3.6

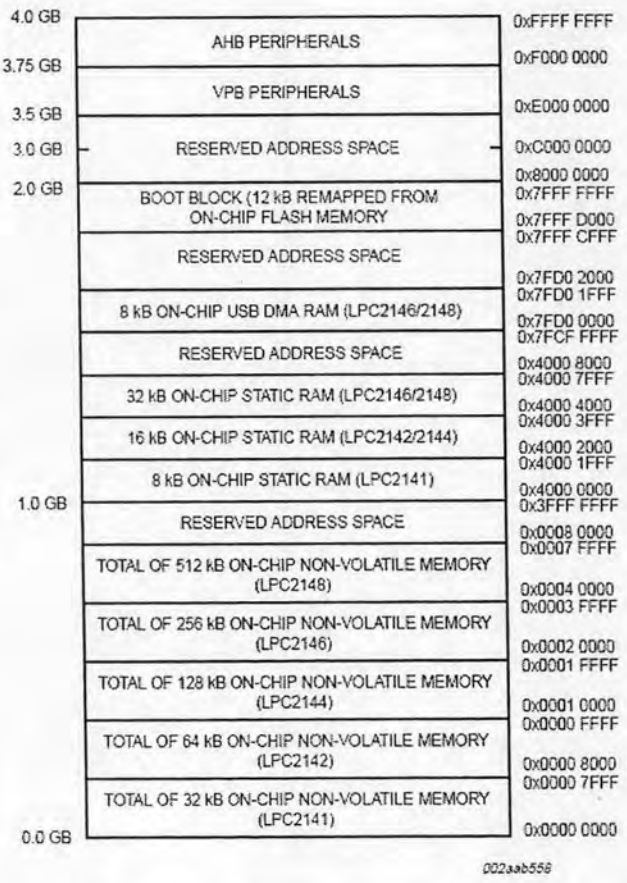


รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148

จากรูปที่ 3.6 ส่วนบนเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7TMI-S ซึ่งเป็นหัวใจหลักด้านซ้ายมือที่เป็นส่วนของ ARM7 Local Bus ที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำแบบ Flash ที่ใช้เก็บโปรแกรม และหน่วยความจำ SRAM ที่ใช้เก็บข้อมูล ส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายในนอกมีการติดต่อผ่านบัส AMBA AHB (Advanced High-performance Bus)

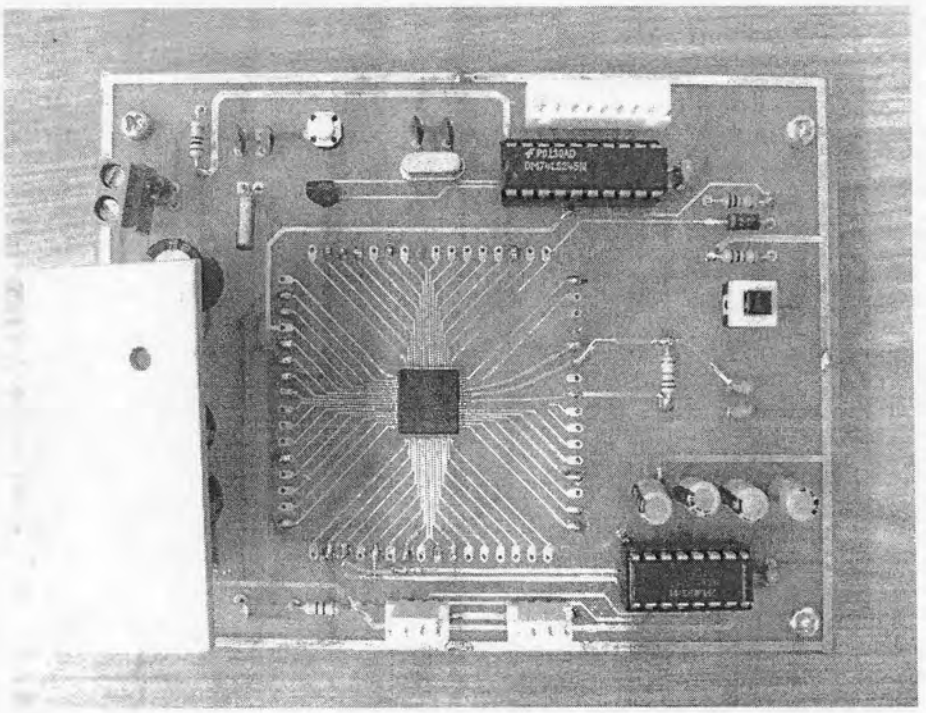
การจัดหน่วยความจำของ LPC2148

เนื่องจาก ARM7 เป็นซีพียูขนาด 32 บิต ที่มีขนาดแอดเดรสต่อกับหน่วยความจำ จำนวน 32 เส้น ทำให้สามารถอ้างหน่วยความจำได้ถึง 4 GB (2^{32} = 4 GB) ตัวแกนหลัก ของ ARM7TDMI จะมีสถาปัตยกรรมแบบ Von Neumann ที่ใช้บัสขนาด 32 บิต ชุดเดียวกันสำหรับตัวคำสั่งของ โปรแกรม และข้อมูล โดยมีแค่คำสั่ง load, store และ swap เท่านั้นที่ใช้คำสั่งเดียวกันกับการ ใช้คำสั่งจัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำ การติดต่อกับพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุตก็จะใช้คำสั่งเดียวกันกับการใช้คำสั่งจัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 ได้จัดสรร หน่วยความจำโดยรวมดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดงหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148

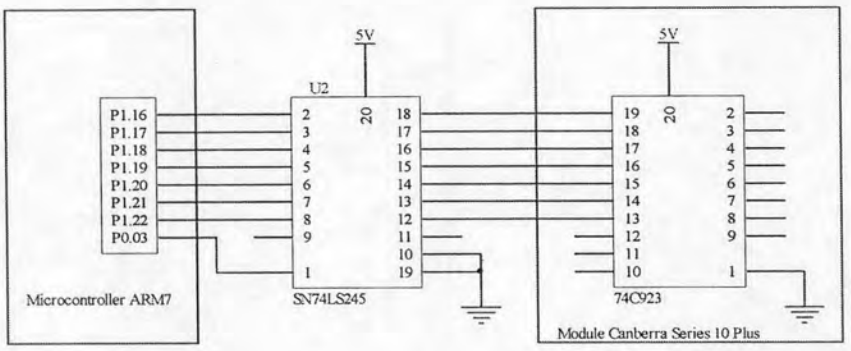
JX-2148 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล ARM7 ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ 16/32-Bit ขนาด 64 Pin แบบใช้พลังงานต่ำเป็น CPU ประจำบอร์ด ซึ่งบอร์ดนี้เลือกใช้ CPU เบอร์ LPC2148 ของ Philips โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องการจัดวางบอร์ดให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยได้นำ CPU มาจัดวงจรร่วมกับอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นและจัดขาออกมาให้ใช้งานภายนอก ซึ่งการจัดเรียงขาสัญญาณจะทำการจัดเรียงสายสัญญาณอย่างเป็นระเบียบเพื่อให้สามารถต่อใช้งานได้โดยสะดวก ตัวบอร์ดใช้ไฟ +3.3V สามารถรองรับ I/O ที่เป็นสัญญาณ 5V ได้ตัวบอร์ดมี Connector UART (RS-232) จำนวน 2 Port สำหรับทำการ Download Hex File หรือ ใช้งานในการสื่อสาร RS232 ในโปรแกรม Application ที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 3.8 แสดงการจัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของชุดควบคุม

3.1.3 วงจรบัฟเฟอร์

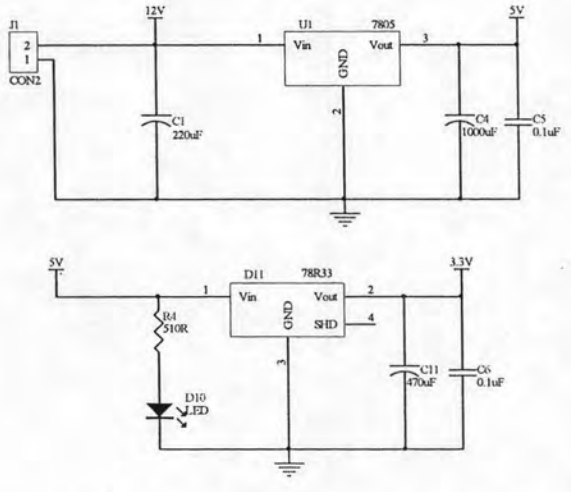
วงจรบัฟเฟอร์จะใช้ไอซีเบอร์ SN74LS245 เป็นวงจรที่กันสัญญาณระหว่างวงจรในเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับวงจรควบคุมไม่ให้สัญญาณกวนกันและเป็นตัวขยายสัญญาณเอาต์พุตให้มีขนาดเท่ากันกับที่ใช้กับ Canberra Series 10 Plus มีขาสัญญาณเข้าและสัญญาณออก 8 บิต ทำงานโดยควบคุมที่ขา 1 ให้เป็นอินพุต เอาต์พุต ซึ่งในการควบคุมแบบนี้สามารถเลือกได้ว่าจะควบคุมจากแผงแป้นอักขระหน้าเครื่องหรือควบคุมจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 3.9 วงจรบัฟเฟอร์ที่ต่อใช้งาน

3.1.4 วงจรจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุม

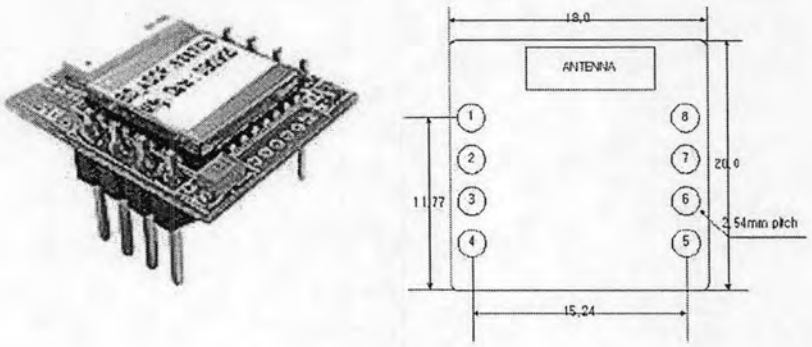
ในวงจรควบคุมนั้นเนื่องจากใช้ไอซีเบอร์ LPC2148 เป็นตัวประมวลผลหลักใช้ไฟเลี้ยง 3.3V และบัฟเฟอร์เบอร์ DM74LS245 ใช้ไฟเลี้ยง 5V จึงต้องมีการออกแบบวงจรจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เหล่านี้ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรจ่ายไฟสำหรับวงจรควบคุม

3.1.5 บลูทูธโมดูล

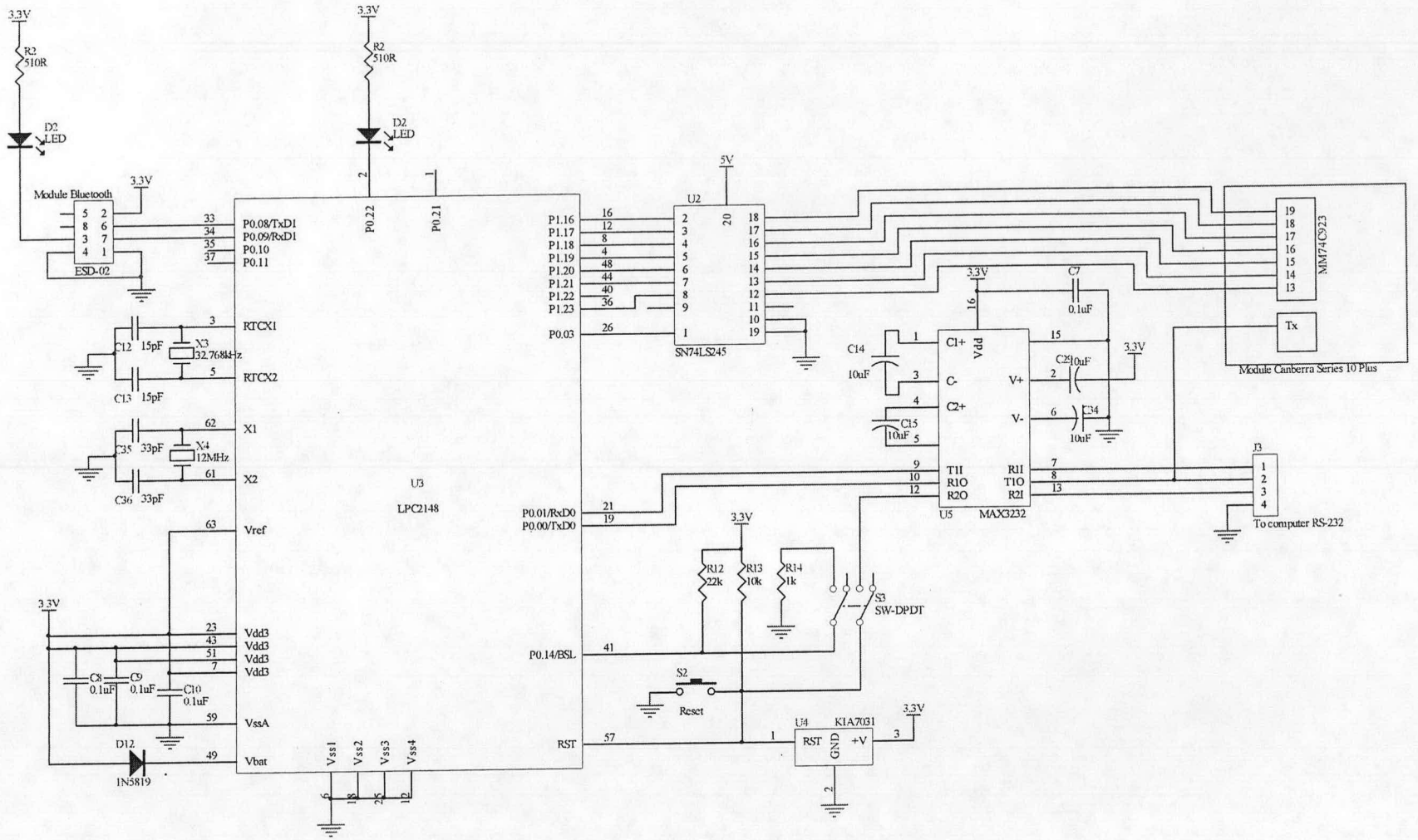
บลูทูธโมดูลเป็นอุปกรณ์ที่รับส่งสัญญาณแบบอนุกรมผ่าน RS-232 แต่ต้องใช้การจับคู่กันระหว่างบลูทูธสองตัวก่อนถึงจะรับส่งข้อมูลกันได้ และยังสามารถตั้งอัตราการรับส่งข้อมูลได้เหมือน RS-232 แตกต่างกันตรงที่ไม่ต้องใช้สาย โดยการใช้งานนั้นก็ต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.11 โมดูลบลูทูธ ESD-02 และตำแหน่งของขาอุปกรณ์

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดแต่ละขาของโมดูลบลูทูธ

Pin number	Pin name	Direction	Description	Signal Level
1	GND	I	Power Ground	Ground
2	VDD	I	DC input (3.0 ~ 3.3V input)	Power
3	STATUS	O	Status	TTL
4	/RST	I	Reset (Active low)	TTL
5	CTS	I	UART Clear to Send	TTL
6	RTS	O	UART Ready to Send	TTL
7	TXD	O	UART data out	TTL
8	RXD	I	UART data input	TTL



รูปที่ 13.12 วงจรควบคุมระบบทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น

3.2 โปรแกรมควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องผ่านบลูทูธ

การวิเคราะห์สเปกตรัมพลังงานของธาตุกัมมันตรังสีโดยใช้เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องที่ถูกควบคุมจากไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Visual Basic จะส่งข้อมูลไปควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักที่จะทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลในการติดต่อระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับไมโครคอมพิวเตอร์

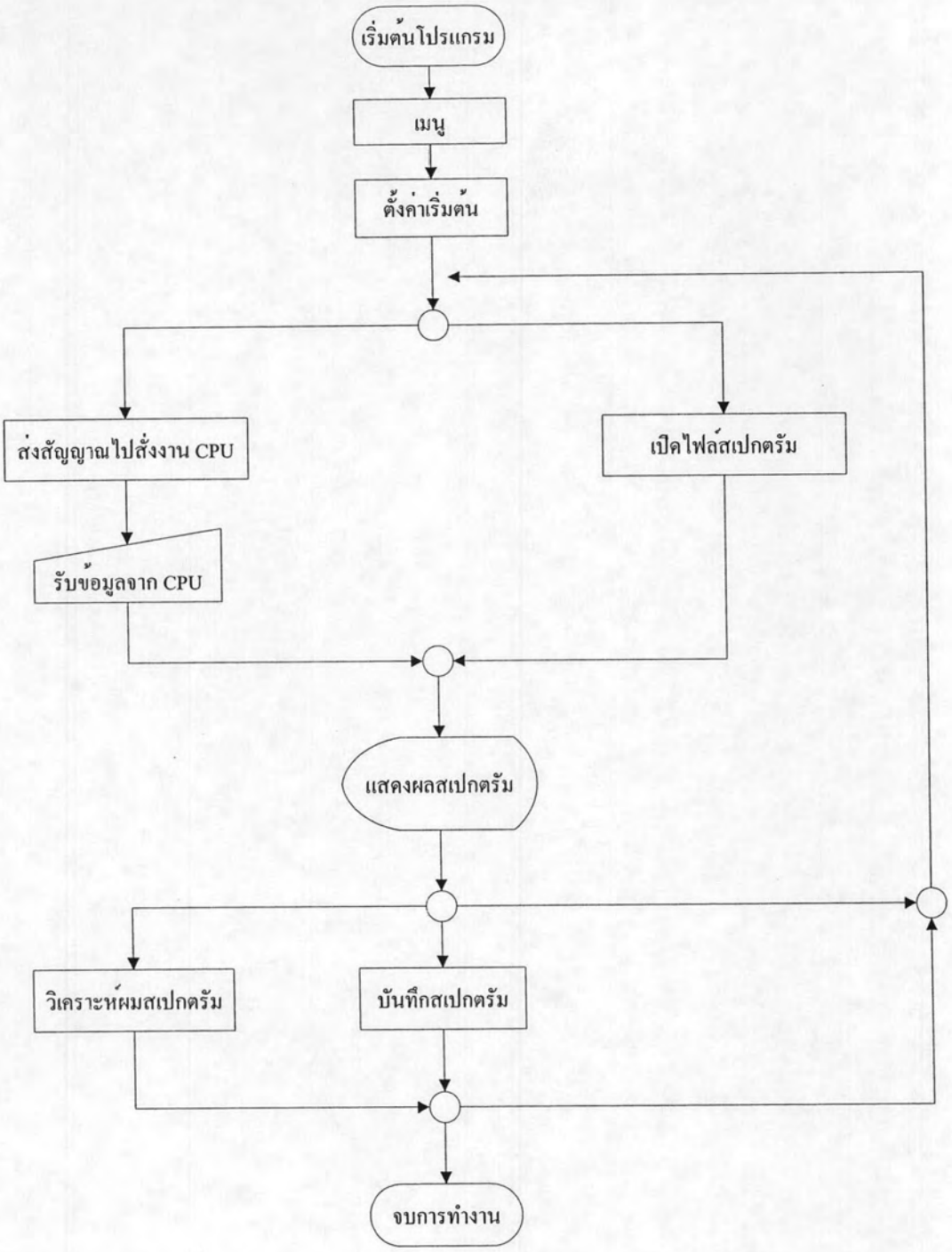
โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยโปรแกรมที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนของการควบคุมและสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง
2. ส่วนของการแสดงผลและการวิเคราะห์ผลจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น
3. ส่วนของการบันทึกข้อมูล

เมื่อพิจารณาตามลำดับการทำงานของโปรแกรมโดยเริ่มจากส่วนของการควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งชุดคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านบลูทูธแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะตรวจสอบคำสั่งที่ได้รับจากนั้นจะทำการแปลงเป็นเลขฐานสองเพื่อควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องต่อไป สำหรับการติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องนั้นจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหน่วยประมวลผลหลัก โดยเริ่มต้นจะรอรับคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์ที่ส่งมาผ่านบลูทูธแล้วไปควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องจนมีคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ให้เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องส่งข้อมูลสเปกตรัมที่ได้ผ่านพอร์ตอนุกรมไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแล้วส่งต่อไปยังไมโครคอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงผลสเปกตรัมที่ได้ออกมาบนหน้าจอ ซึ่งแผนภาพการทำงานของโปรแกรมแสดงในรูปที่ 3.13

ในส่วนของการแสดงผล โปรแกรมสามารถแสดงสเปกตรัมโดยตรงหลังจากที่ได้รับข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง หรือแสดงผลจากไฟล์สเปกตรัมที่บันทึกไว้ สามารถขยายสเปกตรัมและเลื่อนตำแหน่งของสเปกตรัมเพื่อดูสเปกตรัมตำแหน่งอื่น ๆ รวมถึงการหาตำแหน่งพีค จำนวนนับรวมของพีค พื้นที่สุทธิใต้พีค จุดกึ่งกลางพีคและค่า FWHM

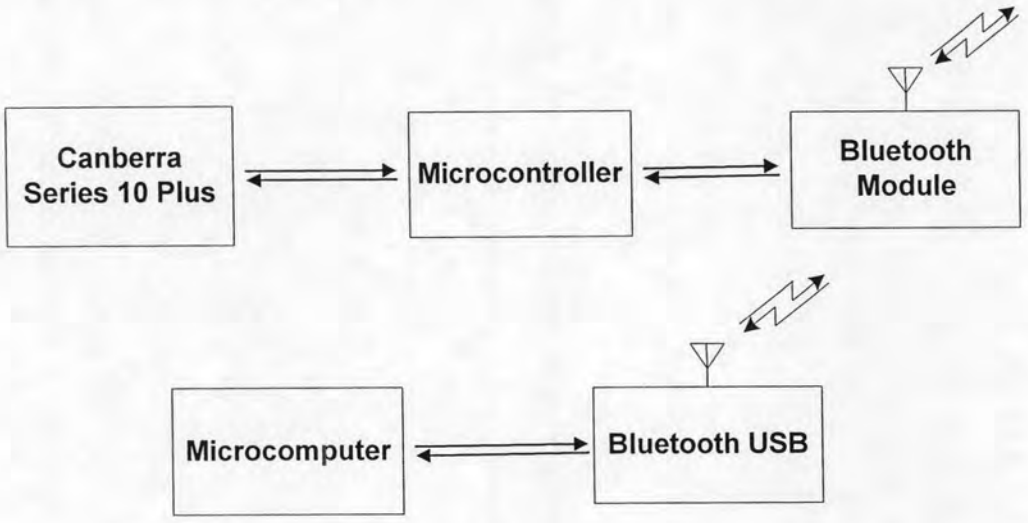
ในส่วนของการบันทึกข้อมูล จะบันทึกข้อมูลเป็น Text File ที่สามารถนำไปใช้งานกับโปรแกรม Microsoft Excel หรือจะเลือกเป็นชนิดที่ใช้กับโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมอื่น ๆ ได้ เช่น GENIE 2000, WinQXAS, GANAAS



รูป3.13 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

3.3 การควบคุมและสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

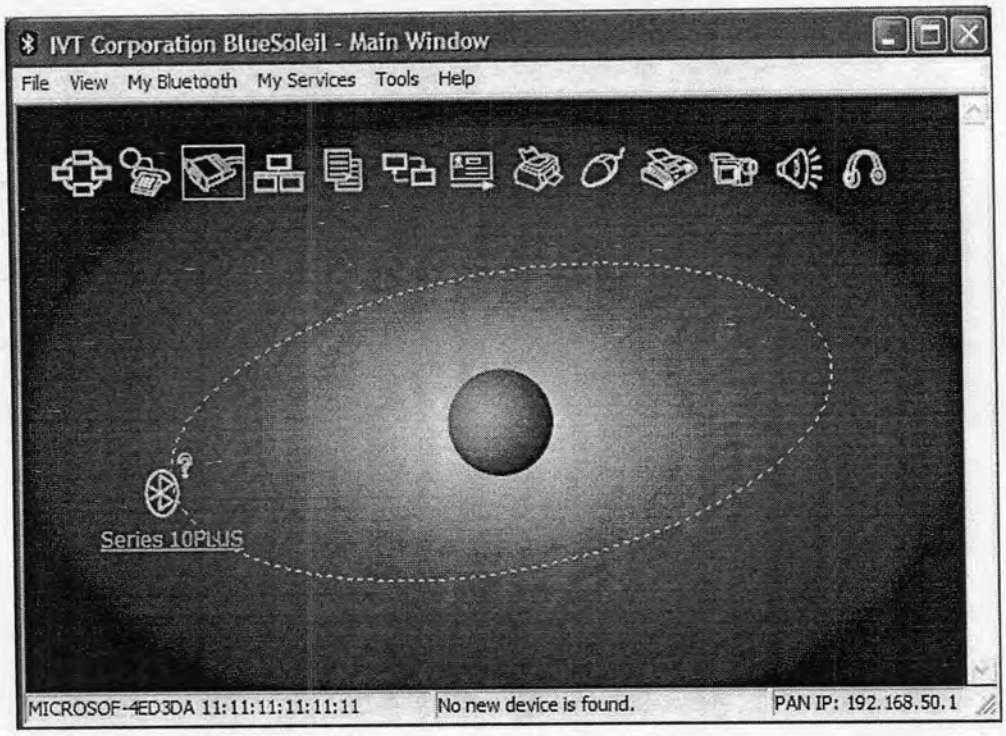
ในการพัฒนาการควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง แบบไร้สายโดยใช้บลูทูธ สัญญาณที่รับส่งกันจะเป็นแบบอะซิงโครนัสผ่านพอร์ตอนุกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องผ่านบลูทูธ ดังแสดงในรูป 3.14



รูปที่3.14 ภาพการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับไมโครคอมพิวเตอร์

3.3.1 วิธีการควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

ในการใช้งานจะต้องทำการจับคู่กันระหว่างบลูทูธโมดูลกับบลูทูธ USB ก่อน เมื่อมีการเชื่อมต่อกันระหว่างบลูทูธโมดูลกับบลูทูธ USB แล้ว ทำให้สามารถควบคุมเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องได้ตามเมนูของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ก่อนเริ่มใช้งานจะต้องทำการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรมก่อน ในส่วนของการควบคุมจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกจะทำการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง ได้แก่ True Time, Amplifier, ADC, High Voltage, Memory ส่วนที่สองจะทำการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสี

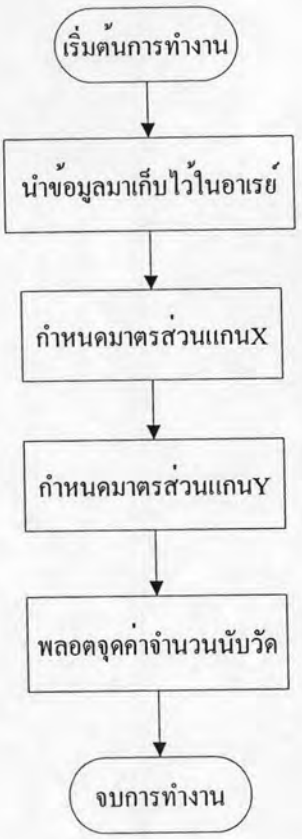


รูป3.15 ภาพแสดงการจับคู่กันระหว่างบลูทูธโดยโปรแกรมของบริษัทผู้ผลิต

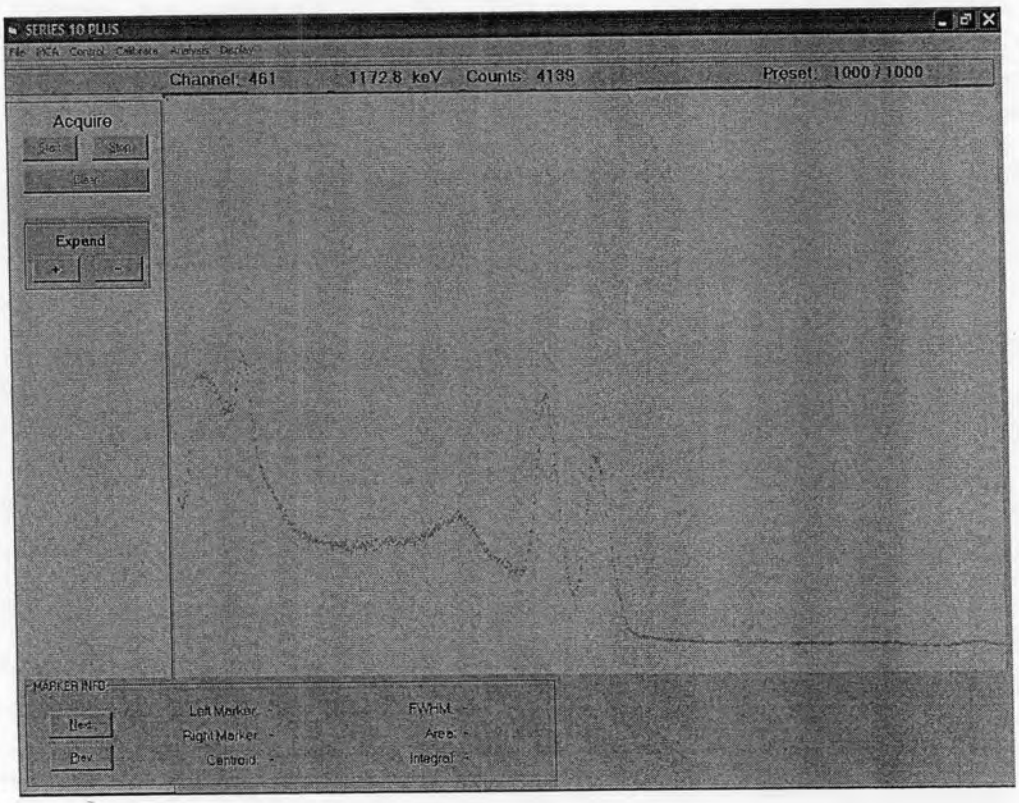
3.4 การแสดงผลและการวิเคราะห์ผลบนไมโครคอมพิวเตอร์

3.4.1 การแสดงผล

การแสดงผลจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แสดงผลจากไฟล์ที่บันทึกไว้และแสดงผลการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องซึ่งมีขั้นตอนการทำงานแสดงในรูป 3.16 โดยโปรแกรมจะเริ่มจากการนำค่าที่อ่านมาจากไฟล์หรือรับมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องมาเก็บไว้ในตัวแปรอาเรย์ก่อน จากนั้นก็จะนำข้อมูลที่อยู่ในตัวแปรอาเรย์ไปพล็อตจุดบน Picture Box ของโปรแกรมโดยกำหนดมาตราส่วนบนแกน X และ แกน Y ให้เหมาะสม



รูปที่ 3.16 แผนภาพขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัม



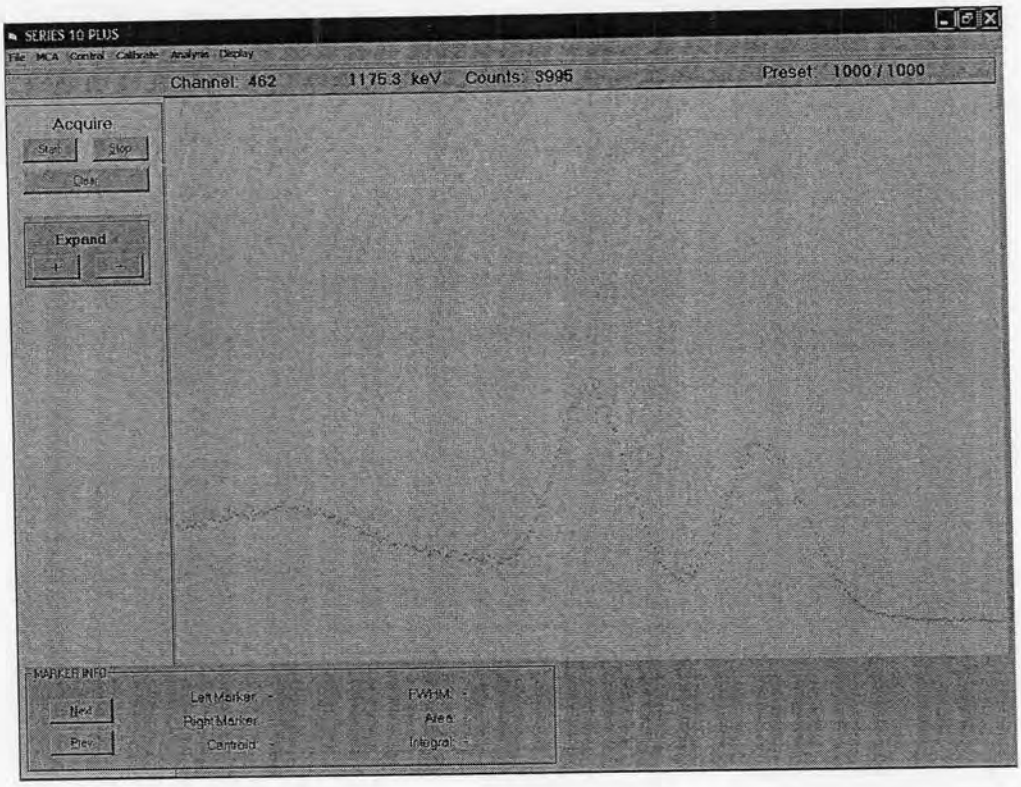
รูปที่ 3.17 ภาพแสดงสเปกตรัมบนหน้าจอของโปรแกรม

3.4.2 การวิเคราะห์ผล

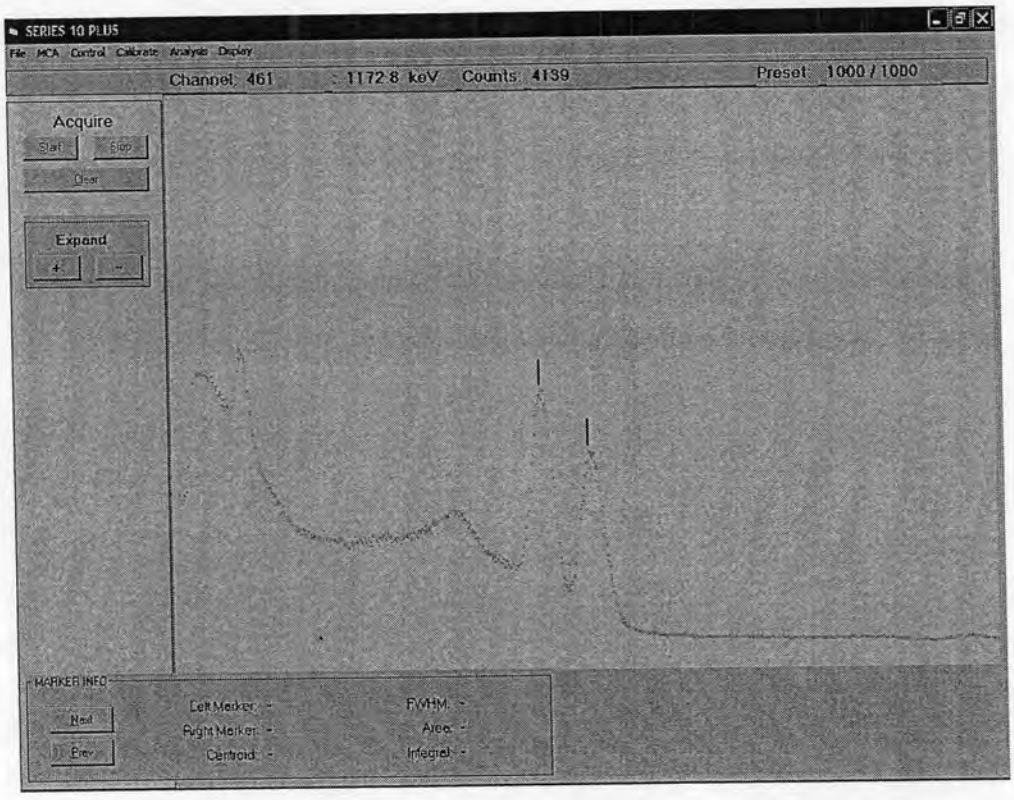
ในการวิเคราะห์ผลที่ได้นั้น โปรแกรมสามารถค้นหาตำแหน่งพีค หาจุดกึ่งกลางพีค หาพื้นที่สุทธิใต้พีค และหาค่า FWHM ได้

3.4.2.1 การหาพีคของสเปกตรัมรังสี (Peak Search)

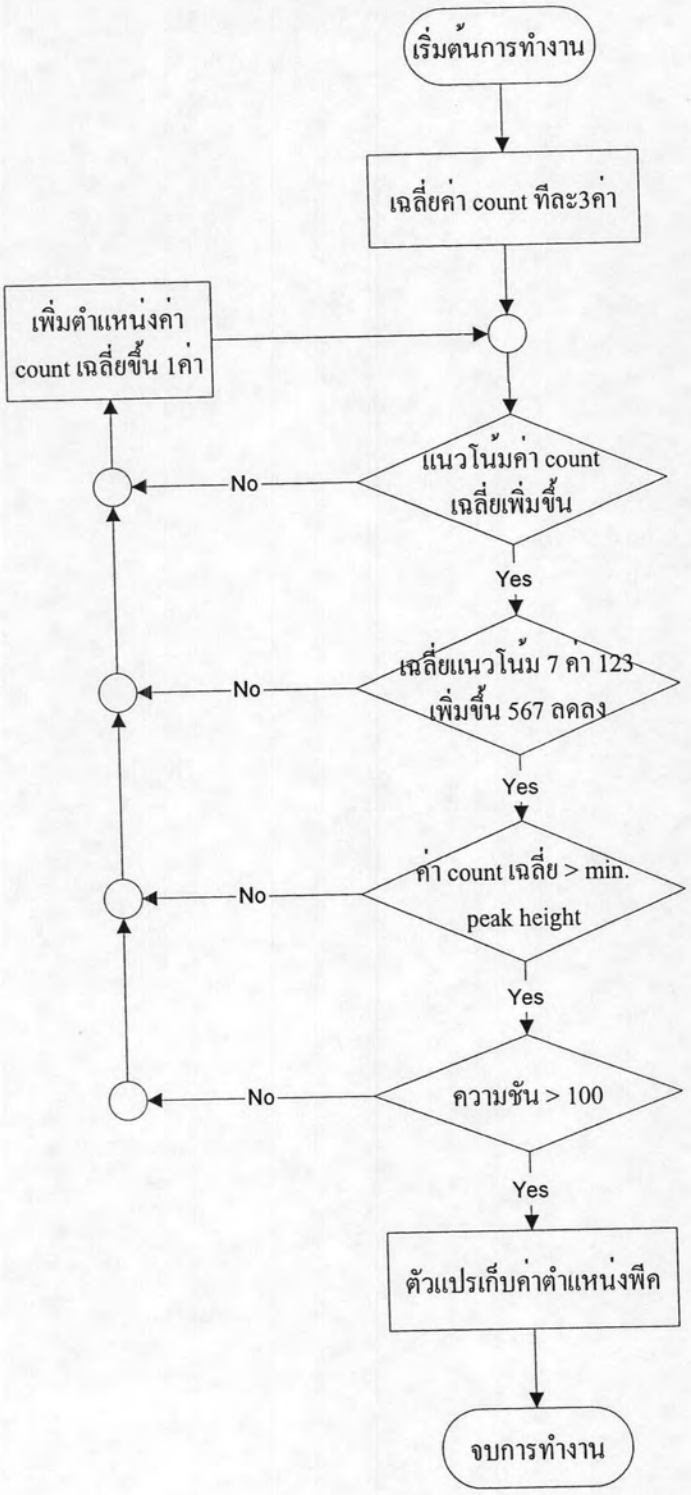
การหาตำแหน่งพีคของสเปกตรัมรังสีนั้นสามารถหาได้สองวิธี วิธีแรกผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งพีคได้เองโดยใช้เมาส์หรือแผงแป้นอักขระเลือกตำแหน่งพีคได้ตามต้องการและสามารถขยายสเปกตรัมเพื่อให้เห็นสเปกตรัมชัดเจนขึ้น วิธีที่สองเลือกตำแหน่งของพีคโดยใช้โปรแกรมจะทำการค้นหาตำแหน่งของพีคโดยอัตโนมัติ ซึ่งขั้นตอ นการทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 3.19 เริ่มจากโปรแกรมจะทำการเฉลี่ยค่านับวัดทีละ 3 ค่า ของช่องสัญญาณที่ติดกัน 3 ช่องมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเก็บค่าเฉลี่ยนั้นไว้ที่ตัวแปรอาเรย์ 1 มิติ จากนั้นก็เปรียบเทียบแนวโน้มค่านับวัดเฉลี่ยทีละ 7 ค่า ของช่องสัญญาณที่ติดกันโดยเปรียบเทียบลักษณะค่านับวัดเฉลี่ยตำแหน่งที่ 1, 2, 3 เพิ่มขึ้นตามลำดับจนมีค่าสูงสุด ณ ตำแหน่งค่านับวัดเฉลี่ยตำแหน่งที่ 5, 6 และ 7 ตามลำดับหากสอดคล้องตามที่กำหนดจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนด โปรแกรมจะวนรอบโดยเพิ่มตำแหน่งค่านับวัดที่เฉลี่ยทีละ 1 ค่า เมื่อได้ค่านับวัดเฉลี่ยตำแหน่งที่ 4 แล้วจะนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่า Minimum Peak Height หากมีค่ามากกว่าจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนดโปรแกรมจะวนรอบโดยเพิ่มตำแหน่งค่านับวัดเฉลี่ยทีละ 1 แล้วเริ่มขั้นตอนแรกใหม่ จากนั้นก็จะทำการเปรียบเทียบค่าความชัน โดยจะนำค่านับวัดเฉลี่ย ณ ตำแหน่งที่ 4 มาหาความชันโดยเทียบกับค่านับวัดเฉลี่ย ณ ตำแหน่งที่ 3 หากค่าความชันมีค่ามากกว่า 100 จะเก็บค่าตำแหน่งช่องสัญญาณไว้ที่ตัวแปรอาเรย์ โดยกำหนดดังกล่าวเป็นตำแหน่งพีคที่พบ หากมีค่ามากกว่าจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนดโปรแกรมจะวนรอบ โดยเพิ่มตำแหน่งค่านับวัด เฉลี่ยทีละ 1 แล้วเริ่มเปรียบเทียบแนวโน้มค่านับวัดเฉลี่ยใหม่



รูป 3.18 ภาพขยายสเปกตรัม



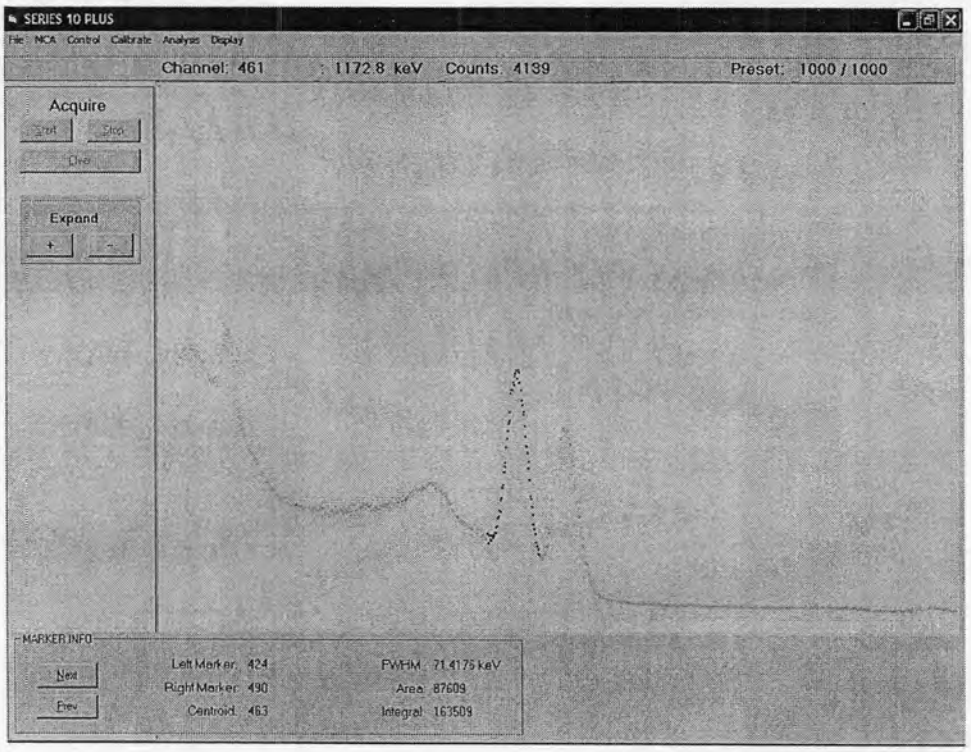
รูปที่ 3.19 ภาพแสดงผลจากการหาตำแหน่งพีคโดยใช้โปรแกรม



รูปที่3.20 แผนภาพแสดงขั้นตอนการหาตำแหน่งพีค

3.4.2.2 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของสเปกตรัมรังสี

ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดช่วงสเปกตรัมรังสีที่ต้องการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัม โดยกำหนดของเขตทางด้านซ้ายและขวา โปรแกรมจะเปลี่ยนพื้นที่บริเวณที่ผู้ใช้งานเลือกเป็นสีมพู จากนั้นจะคำนวณค่าตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีค จำนวนนับรวมของพีค พื้นที่สุทธิใต้พีคและ ค่า FWHM โดยใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตัวอย่างผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.21

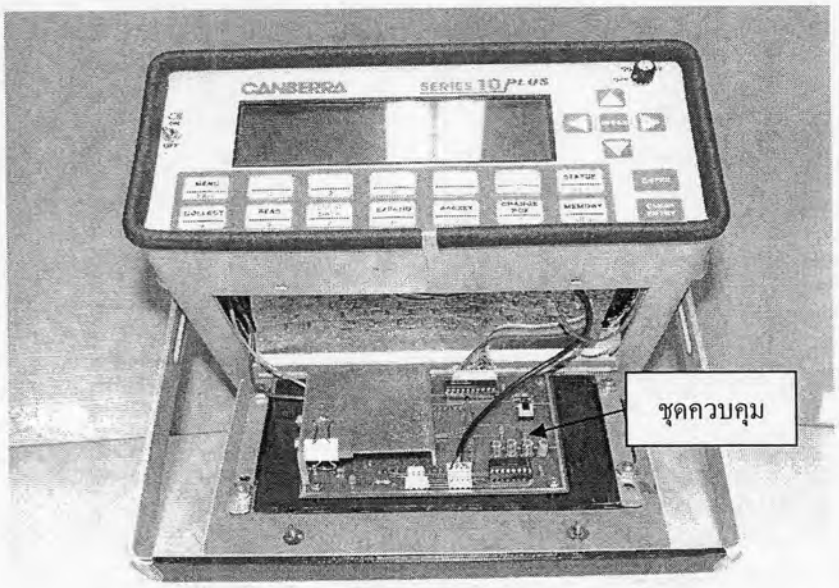


รูปที่ 3.21 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

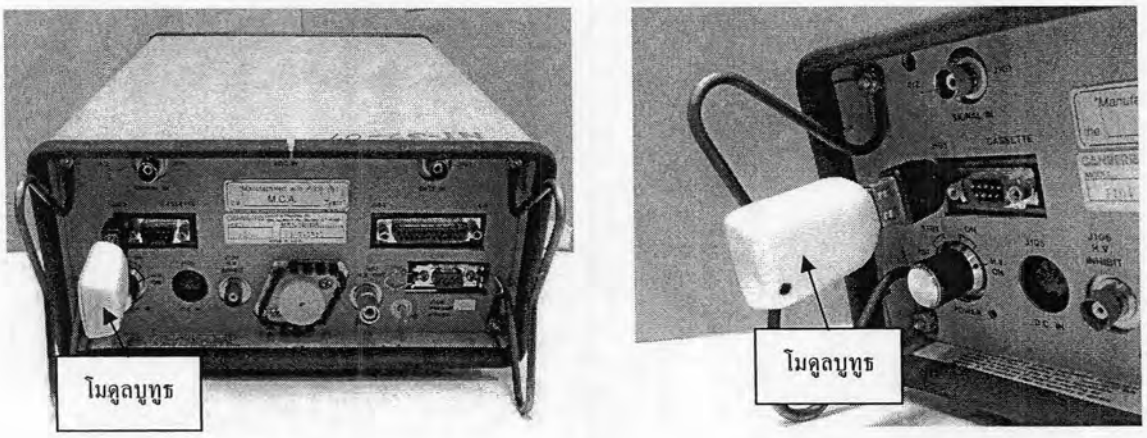
3.5 การบันทึกผล

หลังจากที่โปรแกรมทำการวัดสเปกตรัมรังสีแล้วทำการแสดงผลที่ได้บนหน้าจอเสร็จแล้วถ้าผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูลของสเปกตรัมก็สามารถเลือกได้ว่าจะบันทึกเป็นแบบ Text File ที่ใช้กับโปรแกรม Microsoft Excel แล้วก็ใช้เปิดจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น หรือจะบันทึกเป็นชนิดที่ใช้กับโปรแกรมอื่น เช่น Genie 2000, WinQXAS, Ganass ได้ โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมนั้นก็จะนำข้อมูลที่อยู่ในตัวแปรอาเรย์ มาเขียนใส่ไฟล์โดยกำหนดเป็นรูปแบบต่าง ๆ ตามที่โปรแกรมข้างต้นใช้เปิด

I24538310

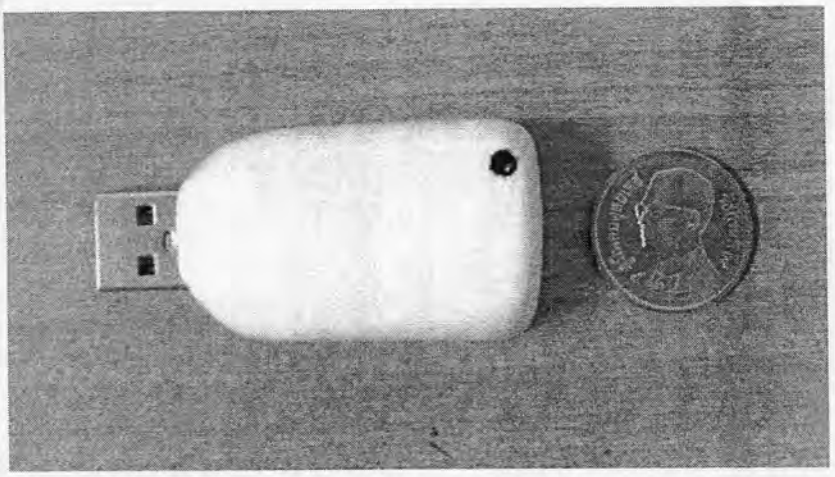


ก. ชุดควบคุมที่ประกอบเข้ากับเครื่อง Canberra Series 10 Plus

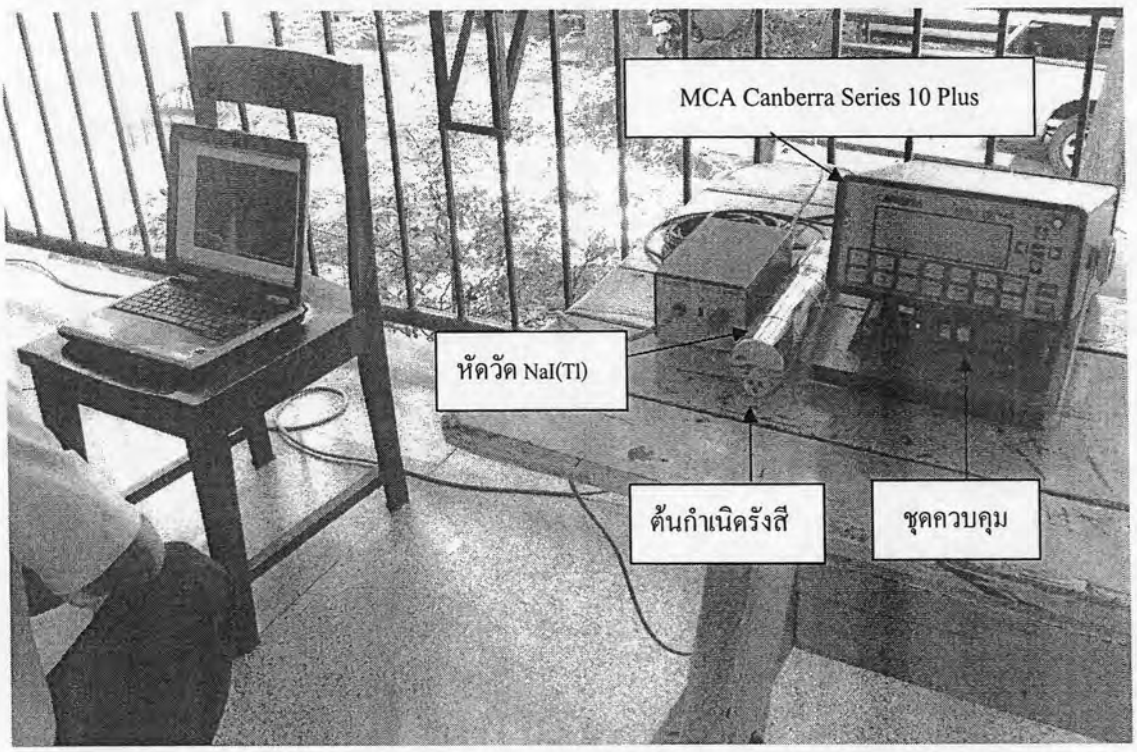


ข. โมดูลบลูทูธที่ประกอบเข้ากับเครื่อง Canberra Series 10 Plus

รูปที่ 3.22 แสดงระบบควบคุมที่ประกอบเข้ากับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง



รูปที่ 3.23 บลูทูธโมดูลที่ประกอบพร้อมใช้งาน



รูปที่ 3.24 แสดงการใช้งานระบบควบคุมที่ประกอบเสร็จเรียบร้อย