บทที่ 3

การพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย

เครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สายที่ต้องการพัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบส่งและรับคลื่นวิทยุด้วยความถี่ 27.125 MHz โดยการแปลงสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลขแบบอนุกรมเพื่อส่งข้อมูลตามมาตรฐานสากลและสร้างสัญญาณแบบฟรีเควนซีชิพคีย์ (FSK) ผสมสัญญาณกับคลื่นวิทยุแบบฟรีเควนซีมอดูเลชันออกอากาศด้วยกำลังส่งประมาณ 1 วัตต์ ในส่วนการรับสัญญาณเป็นแบบซูเปอร์เฮตเตอร์โรไดน์ รับสัญญาณคลื่นผสมและแปลงสัญญาณฟรีเควนซีชิพคีย์เป็นข้อมูลอันดับตามมาตรฐานสากล ส่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ประมวลข้อมูลสเปกตรัมนิวเคลียร์เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยด้านเทคโนโลยีนิวเคลียร์ต่อไป งานวิจัยนี้เลือกใช้วงจรไมโครขนาดสเกลใหญ่ (LSI) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเป็นส่วนใหญ่เพื่อลดความซับซ้อนในการประกอบและบำรุงรักษา มีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

<u>ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสร้าง</u>

1. ในส่วนของระบบส่งสัญญาณ ใช้เครื่องส่งสัญญาณในย่านความถี่ 27.125 MHz กำลังส่ง 1 วัตต์ ผสมสัญญาณออกอากาศแบบฟรีเควนซีมอดูเลชัน (FM)

2. ในส่วนของระบบรับสัญญาณ ใช้เครื่องรับในย่านความถี่เดียวกันโดยมีความถี่ไอ.เอฟ. เท่ากับ 455 kHz โดยใช้วงจรไมโครเบอร์ MC 3361

3. สามารถรับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ที่มีขนาดความสูงสัญญาณ 0 ถึง 10 โวลต์และมีรูปสัญญาณแบบยูนิโพลาร์ (unipolar) ซึ่งมีความกว้างของพัลส์ 0.5 μs-10 μs ด้วยอัตรานับพัลส์ 600 cpm. (count per minute)

4. การแปลงสัญญาณพัลส์เป็นสัญญาณเป็นเชิงตัวเลขจะต้องมีความละเอียด 10 บิต และ ส่งข้อมูลเชิงตัวเลขแบบอนุกรม

5. มาตรฐานของการส่งข้อมูลเชิงตัวเลขแบบอนุกรม ทั้งด้านระบบส่งและรับเป็นแบบ RS-232C

6. การผสมสัญญาณเชิงตัวเลขก่อนผสมคลื่นวิทยุ ใช้การผสมแบบ ฟรีเควนซีชิพคีย์ (FSK)

7. ระบบควบคุมขั้นตอนการส่งข้อมูลวัดส่วนหน้า ควบคุมการทำงานด้วยไมโคร-คอนโทรลเลอร์ พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสแซมบลี

8. ระบบรับสัญญาณควบคุมการรับด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ พัฒนาโปรแกรมควบคุมและประมวลสัญญาณด้วยภาษา TURBO PASCAL และ ภาษา C

การออกแบบเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย

การออกแบบและสร้างเครื่องส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ระบบไร้สาย แบ่งการออกแบบและพัฒนาเป็น 2 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ hardware แบ่งออกเป็นส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

ก.1 ระบบส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ ประกอบด้วย วงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลข วงจรแปลงสัญญาณพัลส์เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข และวงจรเชื่อมโยงสัญญาณควบคุมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น CP/AT-32 ซึ่งใช้ microprocessor เบอร์ 80C154

ก.2 ระบบรับสัญญาณคลื่นวิทยุประกอบด้วยวงจรรับคลื่นวิทยุ วงจรดีเทกเตอร์ วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวน วงจรถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลข และวงจรเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเครื่องที่มีสมรรถนะเทียบเคียงกัน

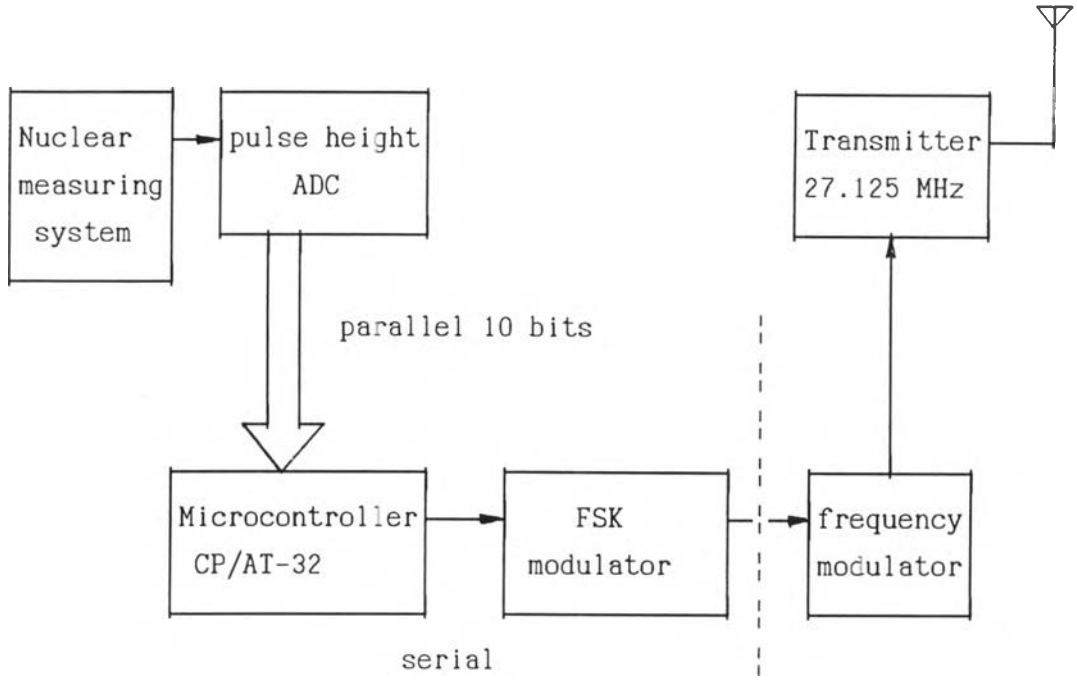
ข. การออกแบบส่วนของซอร์ฟแวร์ (Software) แบ่งออกเป็นส่วนย่อย 2 ส่วน คือ

ข.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ ซึ่งจะทำหน้าที่จัดการรูปแบบการส่งข้อมูลรวมทั้งลำดับขั้นการผสมสัญญาณออกอากาศ

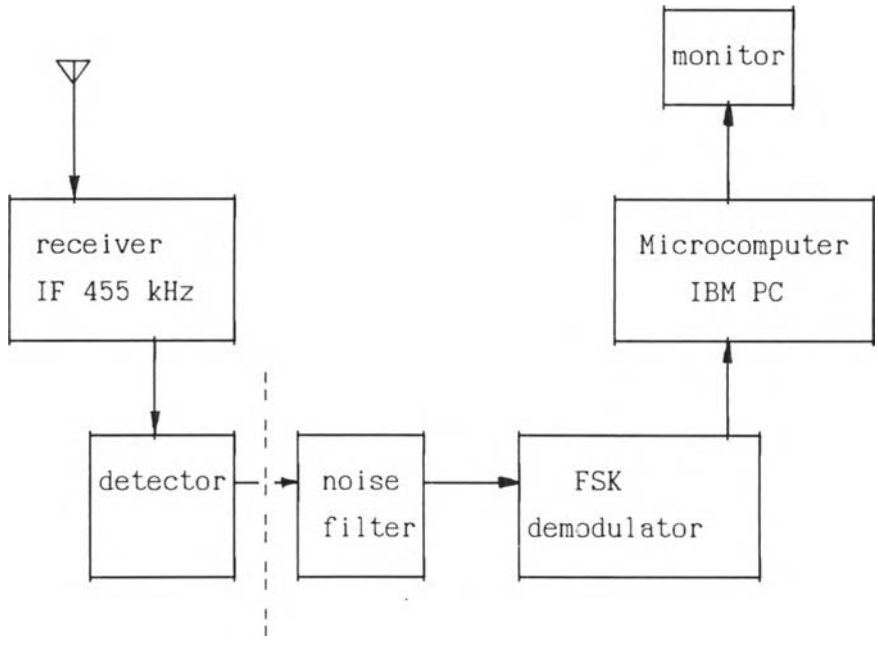
ข.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบรับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ จะทำหน้าที่จัดการการแสดงผลในรูปของสเปกตรัม และควบคุมการรับข้อมูลอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232C

1. โครงสร้างของเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์แบบไร้สาย

เครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์แบบไร้สายที่ออกแบบขึ้น เลือกใช้ย่านความถี่ของการรับส่งคลื่นวิทยุในย่าน citizen band ความถี่ 27.125 MHz เนื่องจากเป็นย่านความถี่ที่ทางกรมไปรษณีย์โทรเลข อนุญาตให้ใช้กับการสื่อสารของประชาชนทั่วไป เครื่องเล่นของเด็กและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทั่วไป แต่ต้องไม่มีกำลังส่งสูงจนกระทั่งเกิดการรบกวนกัน หรือมีฮาร์มอนิกของความถี่ (harmonic frequency) ไปรบกวนระบบสื่อสารย่านอื่น ชุดเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์แบบไร้สายประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญหลัก 2 ส่วนคือ เครื่องส่งสัญญาณ และเครื่องรับสัญญาณพัลส์ตามลำดับ ซึ่งควบคุมการทำงานในระบบเชิงตัวเลข ดังแสดงในแผนภาพรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 แผนภาพของเครื่องส่งสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

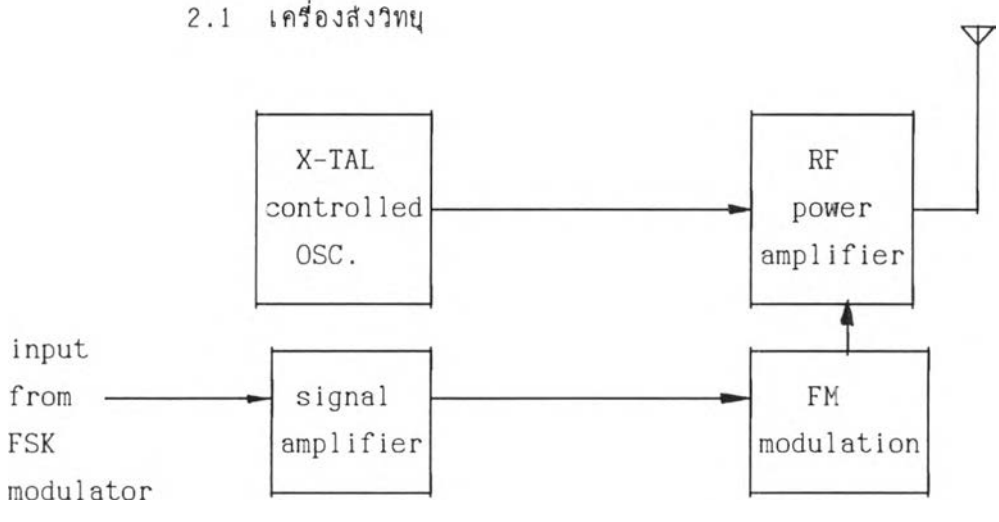


รูปที่ 3.2 แผนภาพของเครื่องรับสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ในรูปที่ 3.1 สัญญาณยูนิโพลาร์พัลส์จากระบบวัดนิวเคลียร์จะถูกแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขขนาด 10 บิต ด้วย ADC แบบ successive approximation โดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลที่แปลงได้จะผ่านเข้าทางระบบเชื่อมโยงสัญญาณ และแปลงเป็นข้อมูลแบบอนุกรมมาตรฐาน RS-232C ส่งให้วงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลขแบบ FSK สัญญาณเชิงตัวเลขจะนำเข้าผสมกับคลื่นวิทยุ ในแบบฟรีเควนซีมอดูชัน โดยคลื่นวิทยุจะเป็นพาหะนำออกอากาศไปสู่เครื่องรับ ซึ่งอาจจะมีเครื่องรับมากกว่า 1 ชุด แผนภาพของเครื่องรับสัญญาณวิทยุในรูป 3.2 จะเริ่มทำงานจากการรับสัญญาณด้วยระบบซุปเปอร์เฮตเตอร์โรไดน์ได้ความถี่ปานกลาง IF 455 kHz ซึ่งมีสัญญาณเชิงตัวเลขผสมอยู่ ส่งสัญญาณผ่านวงจรดีเทกเตอร์เพื่อแยกสัญญาณข้อมูลจากคลื่นวิทยุ จากนั้นจึงส่งให้วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวนกรองสัญญาณผสมเชิงตัวเลขให้บริสุทธิ์และนำไปเข้ากระบวนการถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลขเพื่อให้ได้สัญญาณเชิงตัวเลขแบบอนุกรมมาตรฐาน RS-232C ตามที่ทางต้นทางส่งมาให้กับ ไมโครคอมพิวเตอร์ประมวลผลสเปกตรัมนิวเคลียร์ต่อไป

2. ระบบส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ

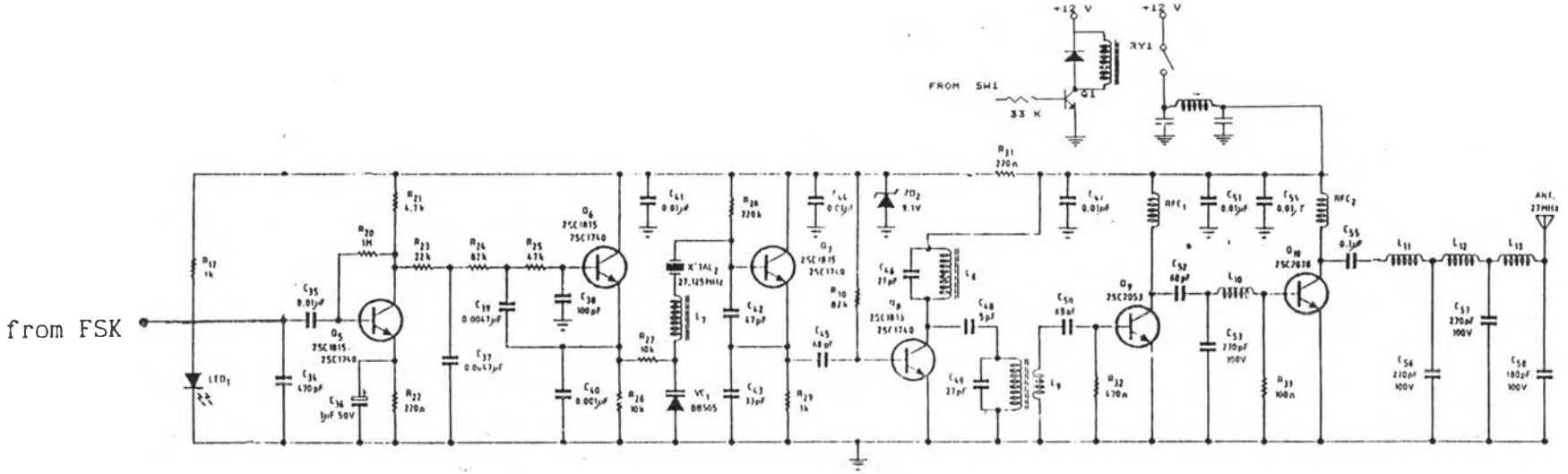
2.1 เครื่องส่งวิทยุ



รูปที่ 3.3 แผนภาพของวงจรเครื่องส่งวิทยุ

เครื่องส่งวิทยุที่นำมาใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ เป็นเครื่องส่ง CB ขนาดกำลังส่ง 1 วัตต์ ใช้ความถี่คลื่นวิทยุขนาด 27.125 MHz มีแผนภาพการทำงานดังรูป 3.3 และวงจรในรูปที่ 3.4 ทรานซิสเตอร์ Q_7 เป็นวงจรกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุ ด้วยผลึกควบคุมความถี่ $X\text{-}TAL_2$ โดยกำเนิดความถี่ 27.125/3 = 9.0416 MHz R_{26}, R_{27} เป็นวงจรไบอัสของวาแรกเตอร์(varactor) VC1 ซึ่งทำหน้าที่รับการมอดูเลตโดยตรง (direct modulation) แบบ FM Q_5 และ Q_6 เป็นภาคขยายสัญญาณจากวงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลขแบบ FSK เมื่อวงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลขคลับปลิงผ่าน C_{35} สัญญาณจะถูกขยายและควบคุม

ไบอัส VC1 ให้เปลี่ยนแปลงเป็นผลให้ความถี่ของเครื่องส่งสวิง (swing) ตามความถี่ของสัญญาณเชิงตัวเลข ความถี่วิทยุที่กำเนิดขนาด 9.0416 MHz จะมีฮาร์โมนิค f_1 = 9.0416, f_2 = 18.0832 และ f_3 = 27.125 MHz ตามลำดับ Q_9 , L_9 และ C_{46} จะเป็นวงจรทวีคูณความถี่ 3 เท่า คลัปปลิง (coupling) เฉพาะความถี่ 27.125 MHz ผ่าน L_9 และขยายความถี่วิทยุให้มีกำลังส่งสูงขึ้นด้วย Q_9 และ C_{49} ส่งความถี่วิทยุที่ผสมสัญญาณเชิงตัวเลขทางสายอากาศ Q_1 และ Ry_1 เป็นวงจรสวิตช์ควบคุมการส่งสัญญาณเชิงตัวเลขเป็นช่วงๆ ด้วยการควบคุมจากพอร์ต PA1 ด้วยสัญญาณ SWT จากไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.4 วงจรเครื่องส่งวิทยุความถี่ 27.125 MHz

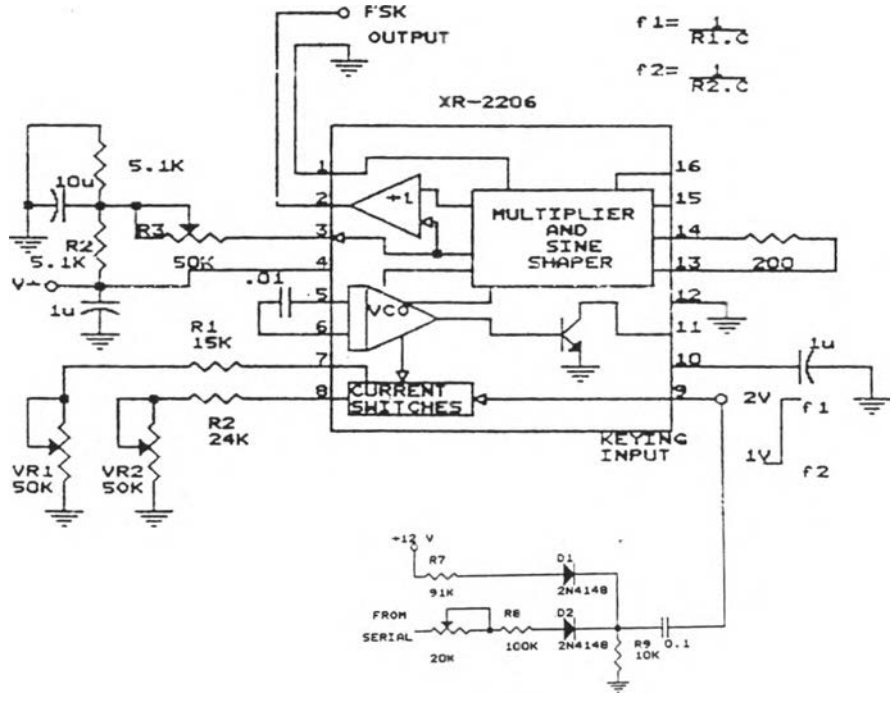
2.2 วงจร FSK ทาง modulator

วงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลข ออกแบบให้ทำงานแบบฟรีเควนซีชิพคีย์ โดยเลือกใช้วงจรไมโคร Monolithic Functicn generator เบอร์ XR-2206 โดยจัดวงจรดังรูปที่ 3.5 และการออกแบบวงจรในภาคผนวก ก.1 สัญญาณเชิงตัวเลขทาง-เข้าแบบอนุกรมชนิดไบโพลาร์ จะถูกแปลงให้เป็นความถี่รูปคลื่นไซน์ 2 ความถี่ดังนี้

1. สัญญาณลอจิก 1 ถูกจัดให้มีระดับสัญญาณ 2 โวลต์ควบคุม FSK input ให้กำเนิดความถี่ 3 kHz

2. สัญญาณลอจิก 0 ถูกจัดให้มีระดับสัญญาณ 1 โวลต์ ควบคุม FSK input ให้กำเนิดความถี่ 2.4 kHz

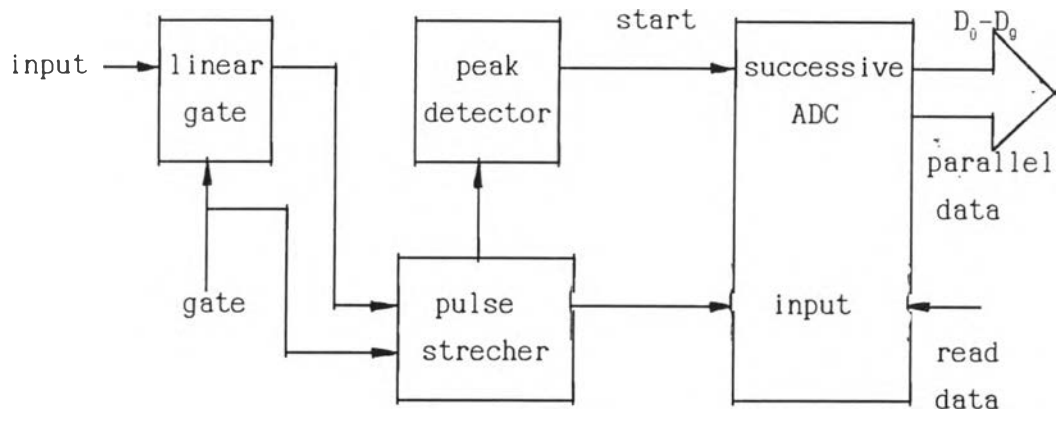
ระดับสัญญาณลอจิกดังกล่าวถูกจัดระดับสัญญาณโดย R_7, R_8, R_9 และไดโอด D_1, D_2 ดังรูป 3.5 และความถี่ FSK output จะถูกส่งไปผสมความถี่ที่วงจรมอดูเลเตอร์ของภาคส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.5 วงจร modulator แบบ FSK

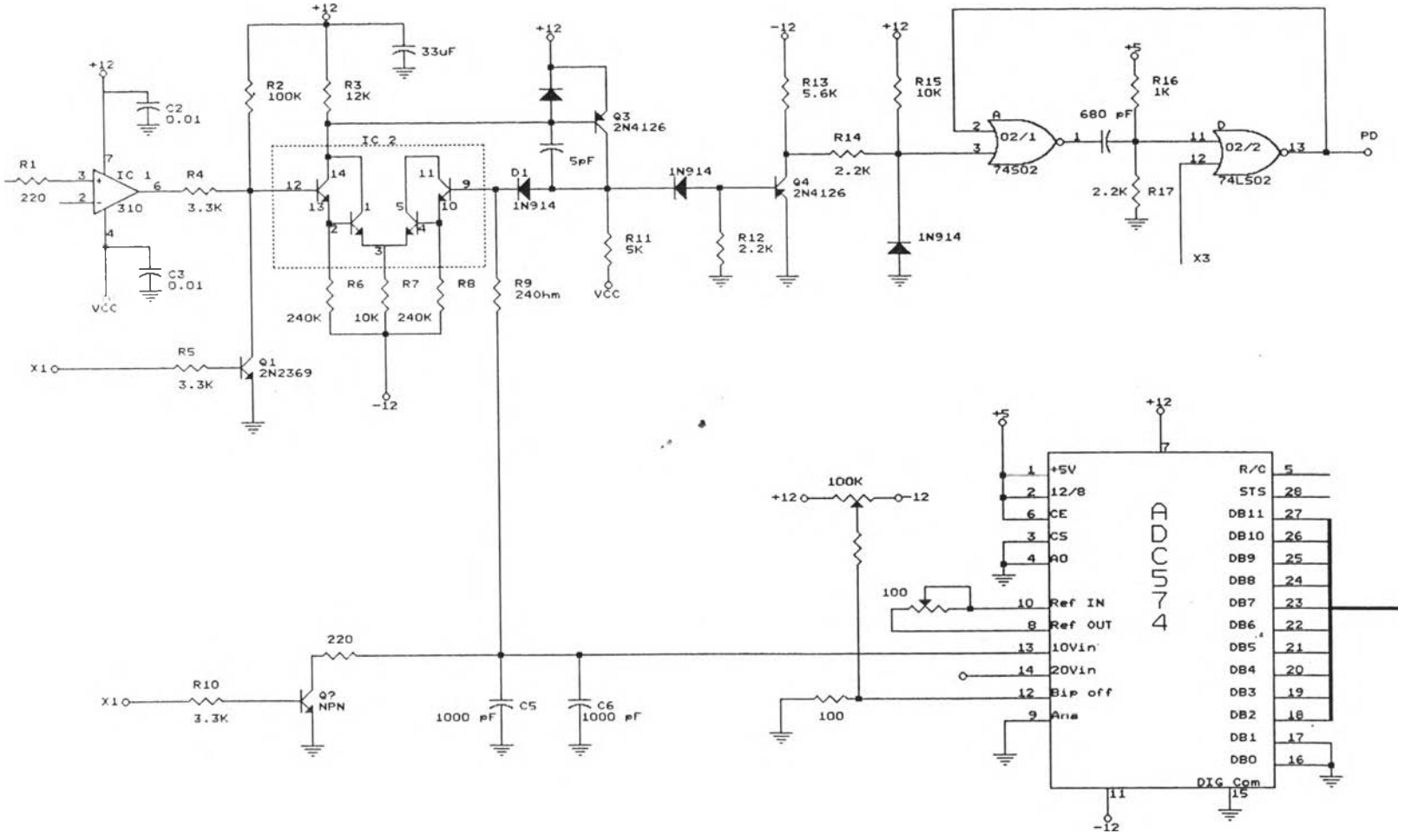
ความถี่ของสัญญาณลอจิก 0 สามารถปรับค่าให้ได้ 2.4 kHz ด้วย VR_1 และสัญญาณลอจิก 1 สามารถปรับค่าความถี่ให้ได้ 3 kHz ด้วย VR_2 โดยการปรับระดับศักดาที่ควบคุม VC_0 ในวงจรไมโคร ส่วน VR_3 สำหรับปรับขนาดของ FSK output ให้-เหมาะกับการมอดูเลตสัญญาณที่วงจรเครื่องส่ง

2.3 วงจร pulse height ADC



รูปที่ 3.6 แผนภาพของวงจร pulse height ADC

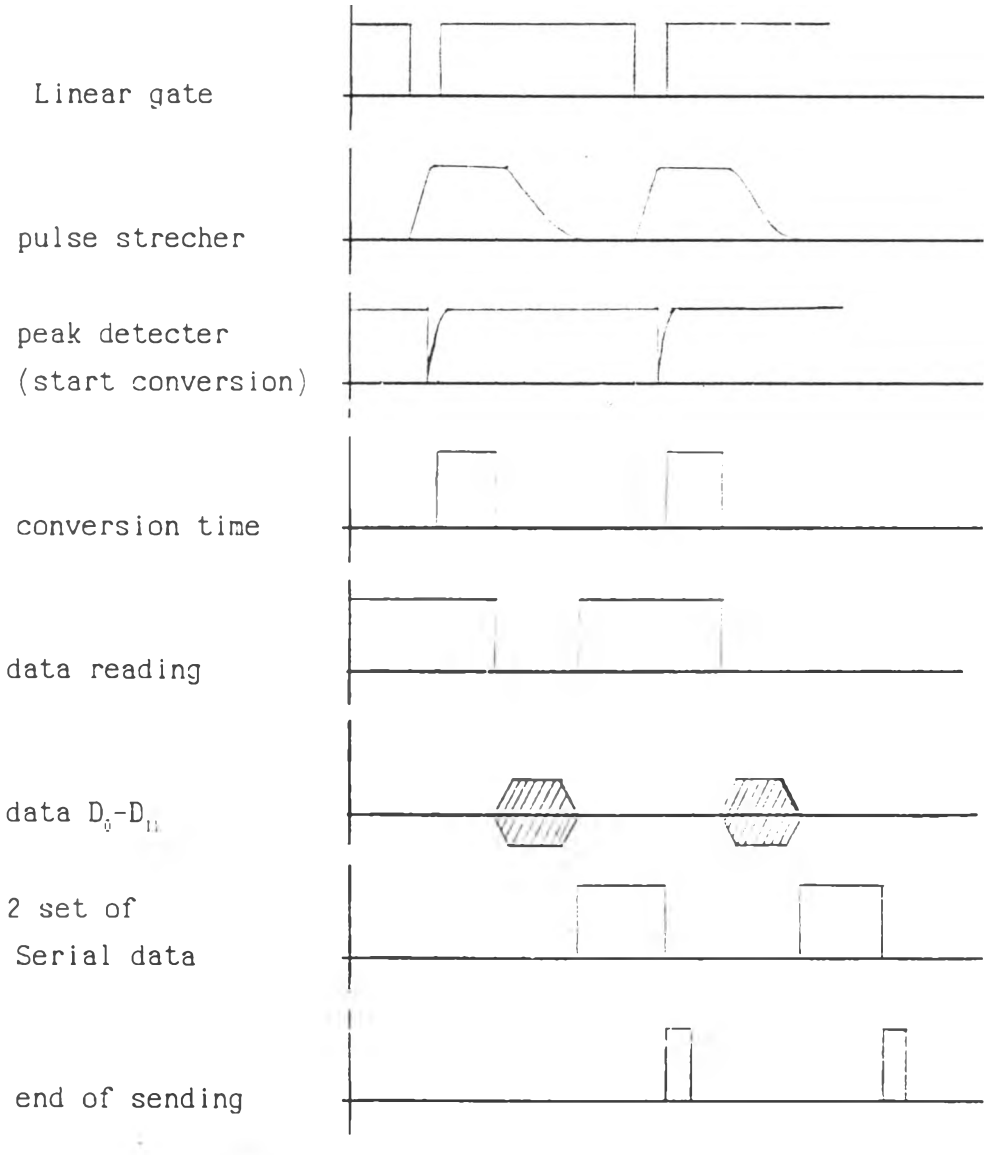
วงจรแปลงสัญญาณพัลส์อนาลอกเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขประกอบด้วยวงจรสำคัญ 4 ส่วนดังนี้ วงจรลิเนียร์เกต (linear gate) วงจรยืดพัลส์ (pulse strecher) วงจรพีคดีเทกเตอร์ (peak detecter) และวงจร ADC แบบ successive approximation การทำงานของวงจรแสดงในแผนภาพรูปที่ 3.6 และ วงจรรูปที่ 3.7 สัญญาณพัลส์รูปยูนิโพลาร์จะส่งผ่าน IC_1 ซึ่งเป็น buffer amplifier มายังวงจรลิเนียร์เกต ซึ่งทำงานโดย Q_1 สัญญาณพัลส์จะได้รับการยืดเวลาช่วงพีคด้วย C_5, C_6, IC_2, Q_3 และ D_1 ซึ่งประกอบกันเป็นวงจร pulse strecher ขณะที่สัญญาณอยู่ระดับพีคสัญญาณจาก Q_3 จะเปลี่ยนสภาวะลอจิกเนื่องจากพีคที่ถูกประจุบน C_5, C_6 และสัญญาณพัลส์ที่เข้ามาแตกต่างกันที่ระดับพีค สภาวะลอจิกนี้จะกระตุ้น Q_4 และวงจรโมโนสเตเบิล (IC_3A และ IC_3B) ของวงจรพีคดีเทกเตอร์ให้สร้างสัญญาณ ลอจิกทางออก เพื่อเริ่มแปลงความสูงของพัลส์อนาลอกด้วยวงจรไมโครเบอร์ ADC574 (IC_4) ซึ่งแปลงสัญญาณแบบ successive approximation สัญญาณพีคที่ยืดเวลาไว้จะป้อนทาง input ของวงจร ADC ผ่าน IC_5 ซึ่งเป็นวงจร buffer วงจรไมโคร IC_4 จะใช้เวลาในการแปลงข้อมูล 25 µs. ได้ข้อมูลเชิงตัวเลขแบบขนาน D_0-D_{11} ทาง output แต่การออกแบบใช้เพียง 10 บิต ดังนั้นจึงใช้เพียงบิตที่ 10 เป็น MSB bit เพื่อส่งต่อไปให้ไมโครคอนโทลเลอร์ทำการแปลงข้อมูลแบบอันดับมาตรฐาน RS-232C ต่อไป ขณะที่ทำการแปลงสัญญาณนั้นลิเนียร์เกตจะปิดจนกระทั่งสิ้นสุดการแปลงข้อมูล ประจุบน C_5, C_6 จะถูก discharge ด้วย Q_2 พร้อมทั้งเกต Q_1 จะเปิดรับพัลส์ลูกใหม่



รูปที่ 3.7 วงจร pulse height ADC

3. วงจรควบคุมการส่งสัญญาณพัลส์

การส่งสัญญาณพัลส์จะต้องควบคุมลำดับการทำงาน 2 ส่วนคือ กระบวนการแปลงสัญญาณที่ pulse height ADC และการอ่านสัญญาณเชิงตัวเลขแบบขนานเพื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขแบบอนุกรมมาตรฐาน RS-232C การควบคุมกระบวนการทำงานเลือกใช้ไมโครคอลโทลเลอร์ซึ่งใช้ µ-processor chip เบอร์ 80C154 ซึ่งออกแบบโปรแกรมควบคุม และกำหนดพอร์ต ควบคุมตามแผนภาพเวลาในรูปที่ 3.8 เริ่มจากลิเนียร์เกตเปิดให้สัญญาณพัลส์เข้าสู่วงจร pulse strecher วงจรพีคดีเทกเตอร์ จะส่งสัญญาณเริ่มแปลงข้อมูลให้ ADC574 ซึ่งใช้เวลา 25 µs ในการแปลงข้อมูล ไมโครคอนโทลเลอร์จะอ่านข้อมูลขนานไปเก็บใน RAM ซึ่งมีขนาดข้อมูล 10 บิต



รูปที่ 3.8 แผนภาพเวลาของการส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์

เนื่องจากสัญญาณอันดับมาตรฐาน RS-232C สามารถบรรจุข้อมูลได้เต็มที่ 8 บิต ดังนั้นจึงต้องส่งข้อมูล 2 ชุด และจัดลำดับนัยสำคัญของข้อมูลที่ปลายทาง สำหรับการประมวลสเปกตรัม จากแผนภาพเวลาจะเห็นว่าไมโครคอนโทลเลอร์จะต้องอ่านสัญญาณทางพอร์ตทางเข้าและส่งสัญญาณทางพอร์ตทางออก ดังตารางที่ 3.1 โดยพอร์ตชุดที่ 1 เป็นชุดอ่านข้อมูลและสถานะ พอร์ตชุดที่ 2 ส่งสัญญาณควบคุมลำดับขั้นทำงานของ ADC ข้อมูลที่ส่งออกแบบอนุกรมมีความเร็ว 1200 bps

ตารางที่ 3.1 แสดงพอร์ตควบคุมที่กำหนดขึ้นจากแผนภาพเวลา

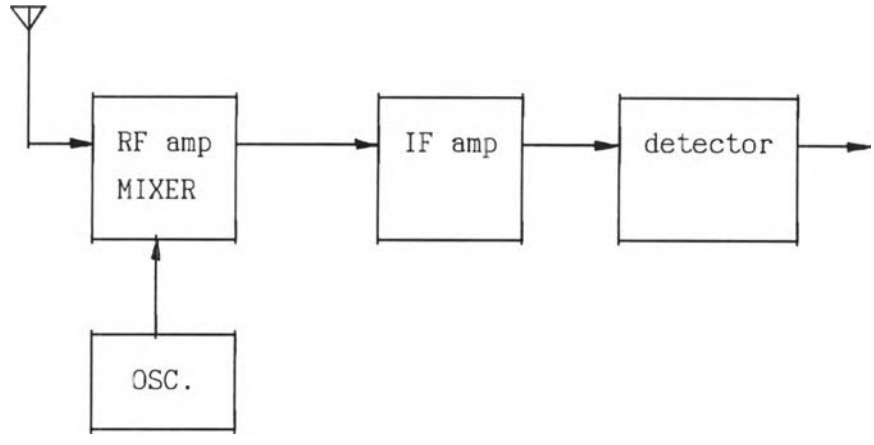
PORT1	DATA BIT No.
PA0	0
PA1	1
PA2	2
PA3	3
PA4	4
PA5	5
PA6	6
PA7	7
PB0	8
PB1	9
PB2	10
PB3	11
PC2	PD
PC3	STATUS

PORT2	USE
PA0	NC
PA1	NC
PA2	R/$\overline{C}$
PA3	NC
PA4	NC
PA5	X1-X3
PA6	NC
PA7	SWT

D_0 - D_{11} เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขจาก ADC
PD สัญญาณพีคจากวงจรพีคดีเทกเตอร์
Status ขาบอกสภาวะการแปลงข้อมูลเรียบร้อยของ ADC
R/$\overline{C}$ ขาควบคุมการอ่านและเขียนสัญญาณของ ADC
X_1-X_3 จุดควบคุมการทำงานของวงจรพีคดีเทกเตอร์
SWT สวิตช์ควบคุมการส่งสัญญาณของเครื่องส่ง

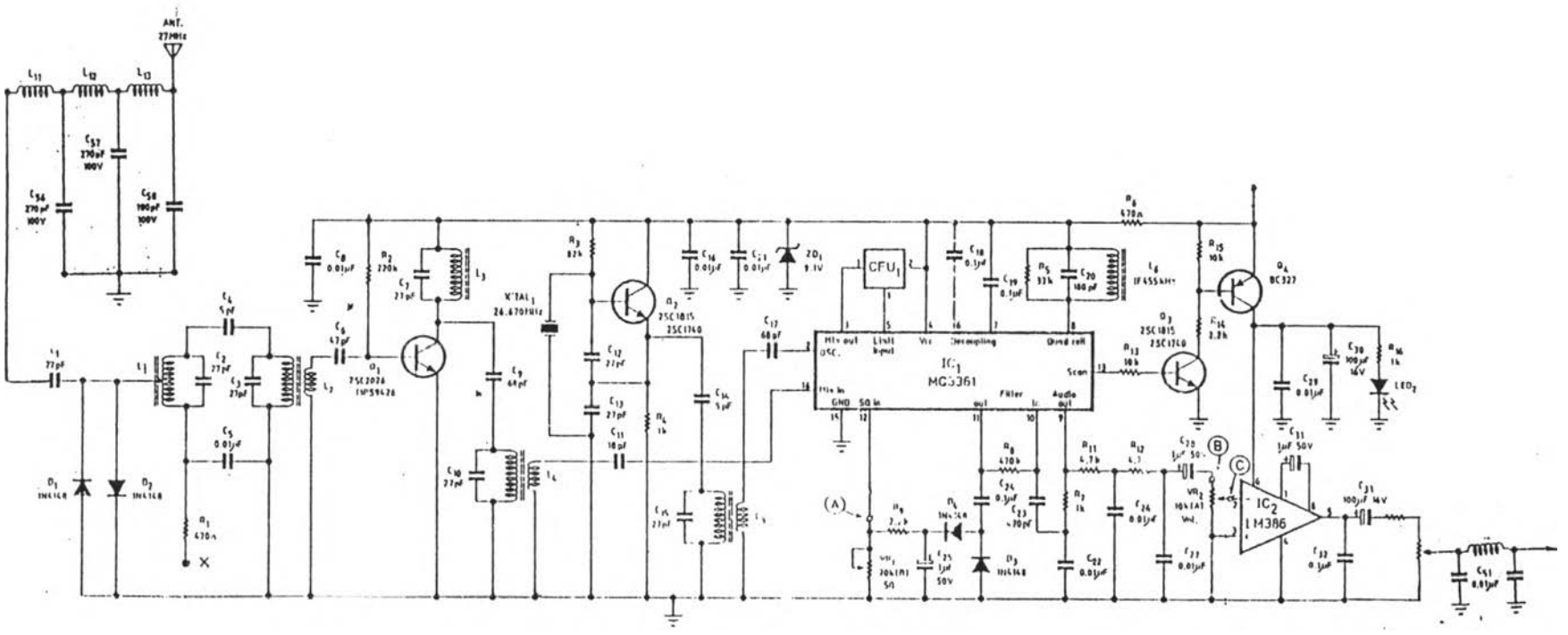
4. ระบบรับสัญญาณคลื่นวิทยุ

4.1 เครื่องรับวิทยุ



รูปที่ 3.9 แผนภาพของวงจรเครื่องรับวิทยุ

เครื่องรับวิทยุที่พัฒนาขึ้น เป็นการทำงานแบบซุปเปอร์เฮตเตอร์โรไดน์ มีการทำงานดังแผนภาพรูปที่ 3.9 และวงจรในรูปที่ 3.10 เป็นวงจรที่ออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณย่านความถี่ 27.125 MHz โดยเลือกใช้วงจรไมโครเบอร์ MC3361BP (IC_1) ซึ่งมีวงจรผสมความถี่ (mixer) วงจรขยายความถี่ปานกลาง และวงจรดีเทกเตอร์แบบควอเดรเจอร์ (quardrature) ในตัว จากวงจร Q_2 ทำหน้าที่ผลิตความถี่โลคอล (local oscillator) ด้วยการควบคุมของผลึกความถี่ 26.670 ส่งให้กับขา 2 ของ IC_1 สัญญาณรับคลื่นวิทยุจากสายอากาศจะผ่านวงจรจูน L_1, C_2 เข้าวงจรขยายสัญญาณป้อนให้กับขา 16 ของ IC_1 ความถี่ทั้ง 2 จะเข้ากระบวนการผสมสัญญาณได้ความถี่ปานกลางเท่ากับ 27.125 - 26.670 = 455 kHz ส่งสัญญาณ IF ผ่านให้อุปกรณ์กรองความถี่แบบเซรามิก CFU_1 เพื่อให้มีแบนวิดธ์เพียงพอแก่ความถี่ปานกลางที่ผสมคลื่นสัญญาณ สัญญาณ IF จะถูกป้อนเข้าทางขา 5 ของ IC_1 ผ่านเข้าวงจรดีเทกเตอร์แบบ quardrature โดยมี C_{18}, C_{19} เป็นคาปาซิเตอร์ดีคัปปลิง และ L_6 กับ C_{20} เป็นชุดวงจร quardrature คลื่นสัญญาณผสมเชิงตัวเลข จะส่งออกมายังขา 9 ผ่านวงจรขยายสัญญาณ IC_2 เพื่อนำไปกรองสัญญาณความถี่รบกวนก่อนทำการแยกสัญญาณเชิงตัวเลขในวงจรดีมอดูเลเตอร์



รูปที่ 3.10 วงจรเครื่องรับวิทยุ

4.2 วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวน

การรับสัญญาณผสมเชิงตัวเลขทางภาครับวิทยุ จะมีสัญญาณความถี่รบกวนจากคลื่นวิทยุข้างเคียง หรือสัญญาณที่ติดมากับการผสมสัญญาณทางเครื่องส่ง ดังนั้นเพื่อขจัดสัญญาณรบกวนออกจากสัญญาณผสมเชิงตัวเลข หลังวงจรดีเทกเตอร์ จึงจำเป็นต้องจัดวงจรกรองความถี่รบกวน โดยให้รับเฉพาะผ่านความถี่ของสัญญาณผสม (band pass filter) คือ 2.4 kHz ถึง 3 kHz ดังวงจรในรูปที่ 3.11 และการออกแบบในภาคผนวก ก.3 ประกอบด้วยการทำงานของ IC_1,C_1,C_2 และ R_1

วงจรที่ออกแบบขึ้นเป็นวงจรแบบ dual feedback band pass filter มี f_0 = 2.7 kHz, f_H = 3 kHz และ f_L = 2.4 kHz ตามลำดับ

4.3 วงจรถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลข

สัญญาณผสมเชิงตัวเลขหลังจากกรองความถี่รบกวนแล้วจะนำมาถอดสัญญาณเชิงตัวเลขด้วยวงจรไมโครเบอร์ XR-2211(IC_2) ซึ่งทำหน้าที่เป็น FSK demodulator โดยจัดวงจรดังรูปที่ 3.11 และออกแบบวงจรในภาคผนวก ก.2 สัญญาณผสมตัวเลขรูปคลื่นไซน์ 2 ความถี่ จะถูกแยกออกเป็นสัญญาณเชิงระดับด้วยวงจร PLL ภายในวงจรไมโคร (IC_2)- ได้สัญญาณลอจิกแบบ TTL ทางขา 6, 7 ของ IC_2 นำเข้าวงจรแปลงสัญญาณให้เป็นไบโพลาร์ด้วย IC_3 เพื่อส่งสัญญาณเชิงตัวเลขแบบอันดับมาตรฐาน RS-232C ไปยังไมโครคอมพิวเตอร์

<u>การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ</u>

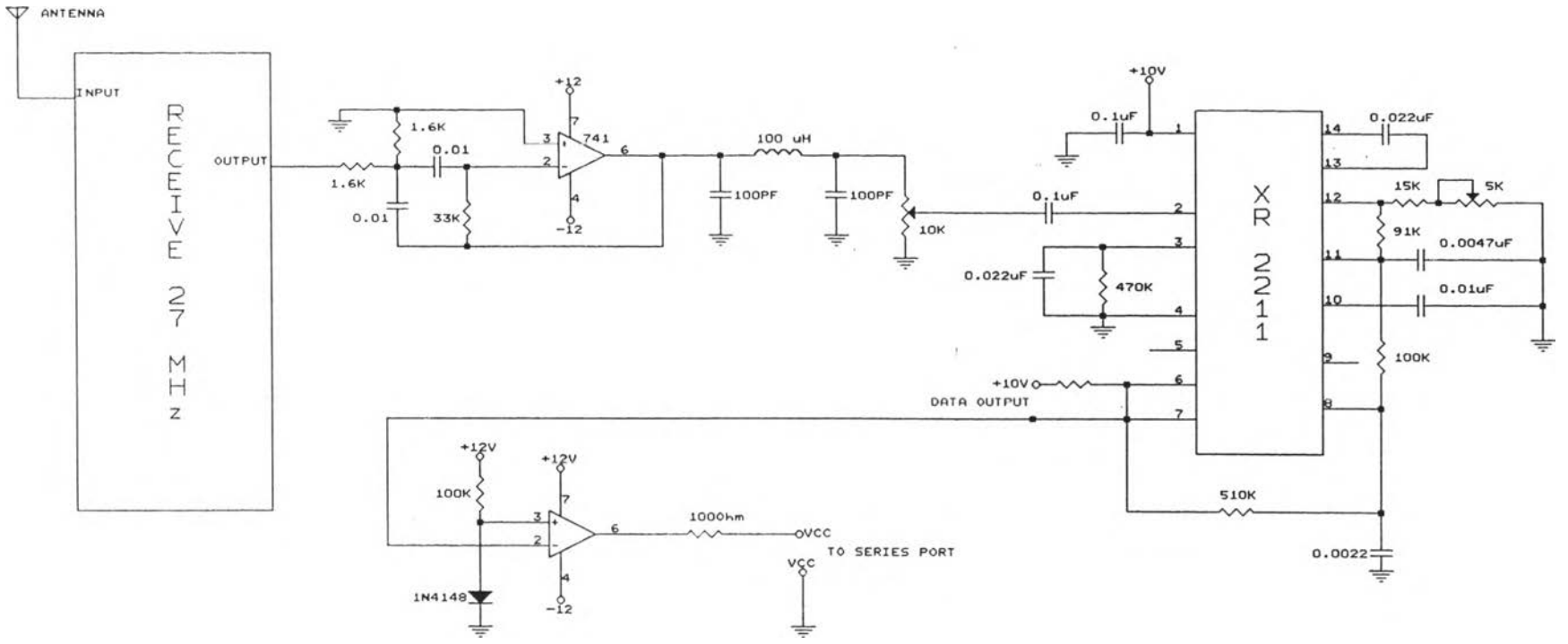
การควบคุมการทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนควบคุมการส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ และส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเพื่อประมวลผลการวัด

1. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบส่งสัญญาณพัลส์

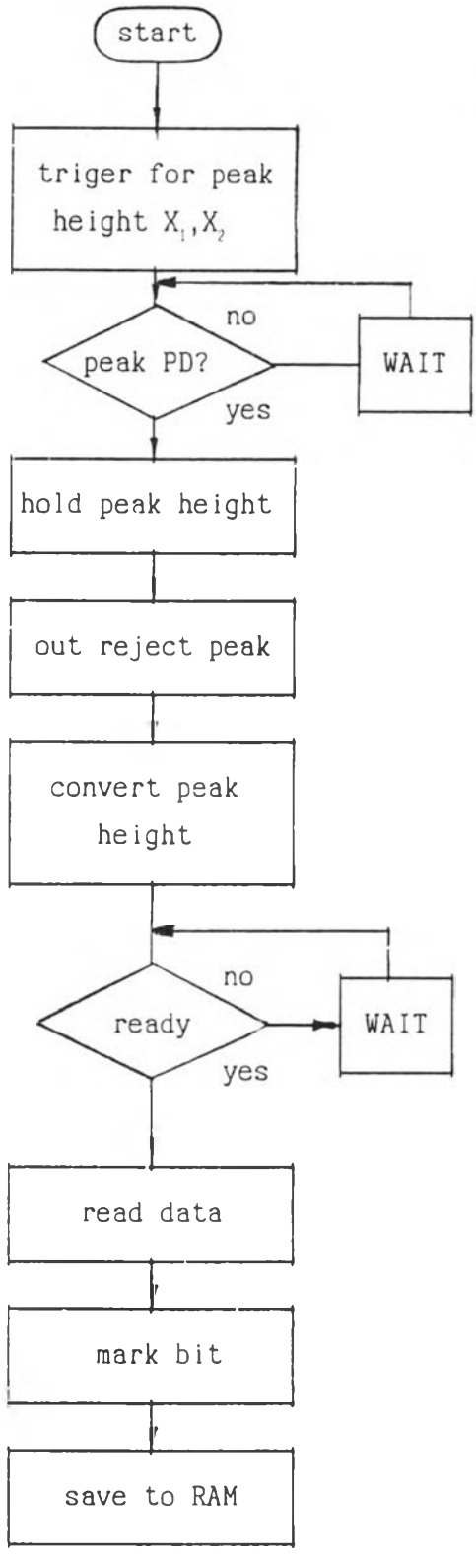
ทางด้านเครื่องส่งเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการส่งสัญญาณโดยสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ จะต้องแปลงเป็นสัญญาณเชิงตัวเลขก่อนแล้วนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นจึงจัดลำดับขั้นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งจะต้องมีการกำหนดพอร์ตต่าง ๆ ที่จะส่งและรับสัญญาณ ตามข้อ 2.3

ก. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบแปลงสัญญาณพัลส์

ขั้นตอนควบคุมการแปลงสัญญาณแสดงในในโฟลวชาร์ต รูปที่ 3.12 และโปรแกรมในภาคผนวก ค. มีลำดับดังนี้



รูปที่ 3.11 วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวนและถอดสัญญาณผสมความถี่



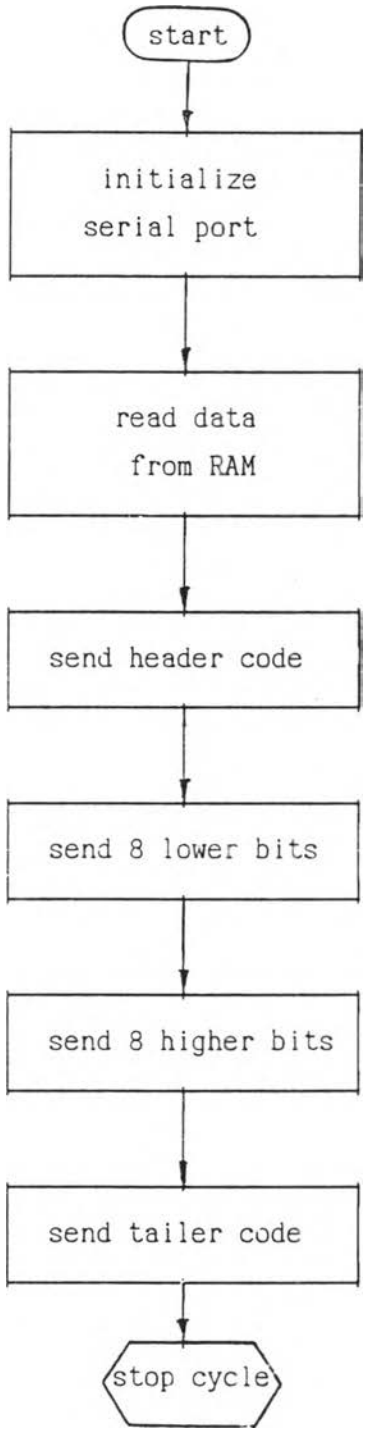
รูปที่ 3.12 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมการแปลงสัญญาณพัลส์

ข. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบส่งสัญญาณฟิลส์นิวเคลียร์

การส่งสัญญาณฟิลส์นิวเคลียร์นั้น ก่อนที่โปรแกรมจะทำการส่งจะต้องทำการกำหนดอัตราความเร็ว ซึ่งในที่นี้กำหนดไว้ที่ 1200 bps และ initialize serial port ของไมโครคอนโทรลเลอร์เสียก่อนซึ่งโปรแกรมของการ initialize serial port มีดังนี้

```
;**********************
:INITIAL SERIAL PORT
;
INIT:  MOV SCON,#50H
       MOV TMOD,#20H
       MOV TH1,#0E8H       ;set baud rate for 1200 bps
       SETB TR1
       CLR ET1
       CLR ES
;**********************
```

หลังจากที่มีการ initialize serial port เรียบร้อยแล้วจะมีการส่งสัญญาณข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม ตามขั้นตอนในโฟลวชาร์ตรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการส่งสัญญาณพัลส์

การประกอบเครื่องต้นแบบ

วงจรที่ออกแบบทดสอบการทำงานแล้ว ได้นำจัดประกอบลงบนโครงเครื่อง 2 ส่วน คือส่วนของเครื่องและส่วนของเครื่องรับ ดังแสดงในการวางแผนรูปที่ 3.14

ก. ส่วนของเครื่องส่งสัญญาณพัลส์

ก.1 แผ่นวงจรเครื่องส่งวิทยุ

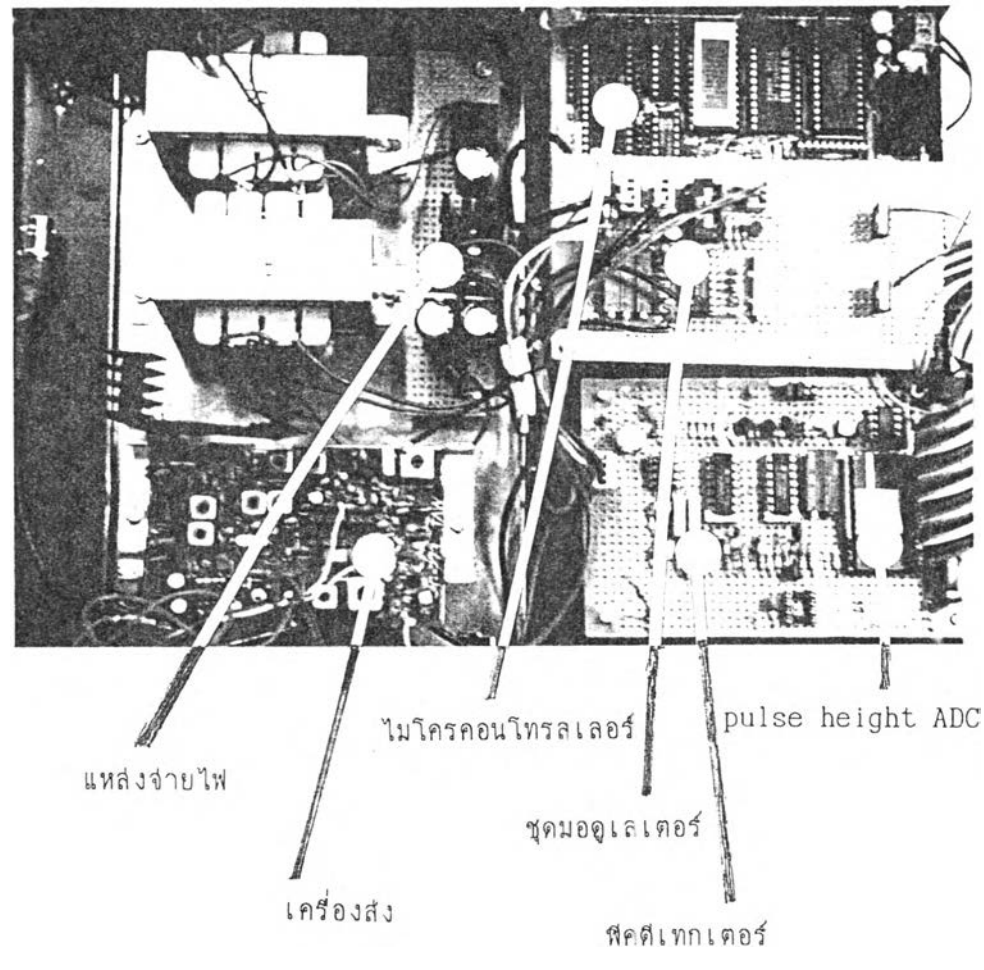
ก.2 แผ่นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ก.3 แผ่นวงจรแปลงสัญญาณและผสมสัญญาณเชิงตัวเลข

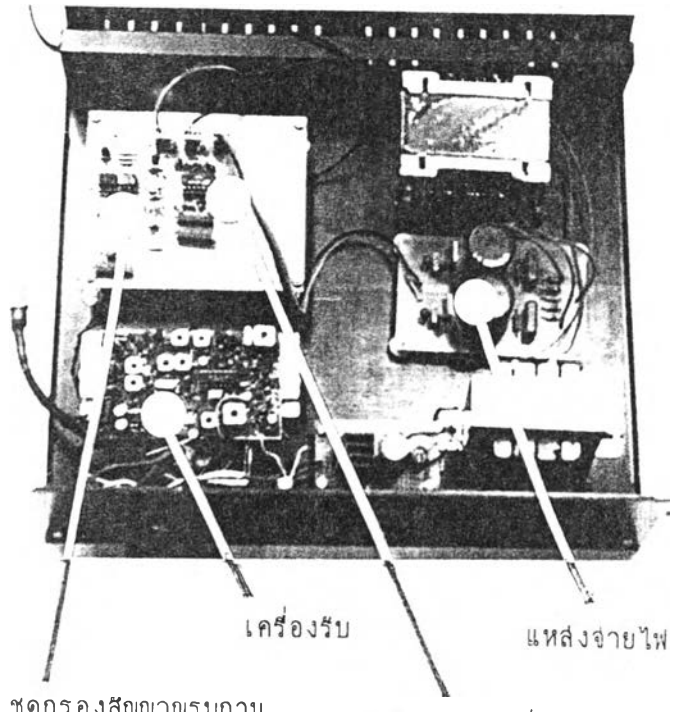
ข. ส่วนของสัญญาณวิทยุ

ข.1 แผ่นวงจรเครื่องรับวิทยุ

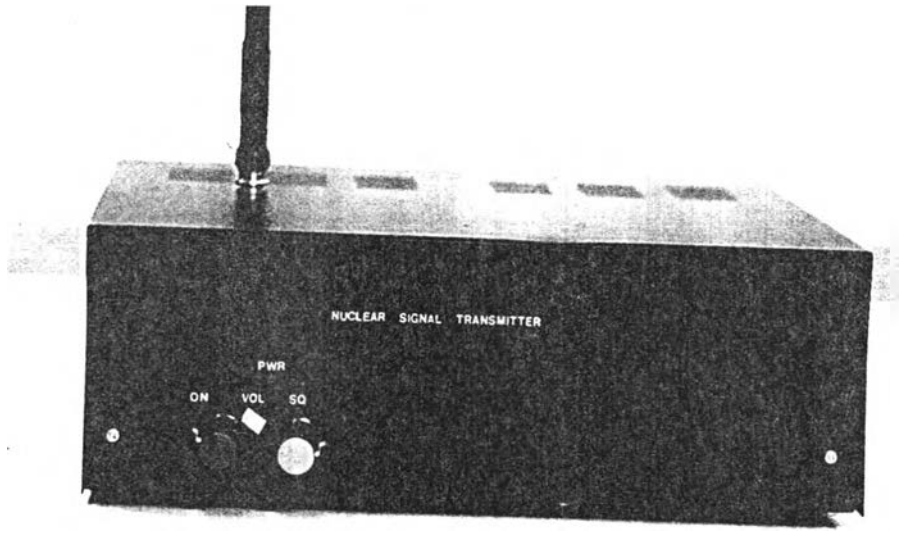
ข.2 แผ่นวงจรกรองความถี่และถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลข



รูปที่ 3.14 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโครงเครื่อง(เครื่องส่ง)

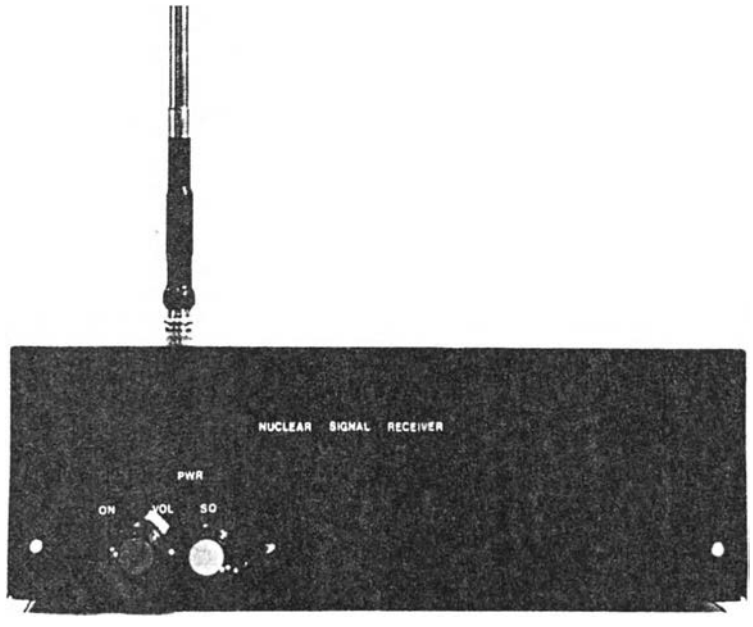


รูปที่ 3.15 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโครงเครื่อง(เครื่องรับ)



รูปที่ 3.16 ชุดเครื่องส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์

I16915759



รูปที่ 3.17 ชุดเครื่องรับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์