หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท

วงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซทเป็นวงจรที่พัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมโยงเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท ทำให้สามารถเก็บบันทึก (Save) ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ลงบนเทปคาสเซท และยังสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้ป้อนกลับ (Load) ไปยังเครื่องวิเคราะห์หลายช่องได้อีก วงจรนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ วงจรเชื่อมโยงกับเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง (MCA Interface) วงจรเชื่อมโยงกับเครื่องไทรพิมพ์ (TTY Interface) วงจรโมเดม (Modem) วงจรควบคุม (Control Circuit) และแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า (Power Supply) ซึ่งระบบการทำงานภาคต่าง ๆ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยง ดังแสดงในรูป 2.1

2.1 วงจรเชื่อมโยงกับเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง (MCA Interface Circuit)

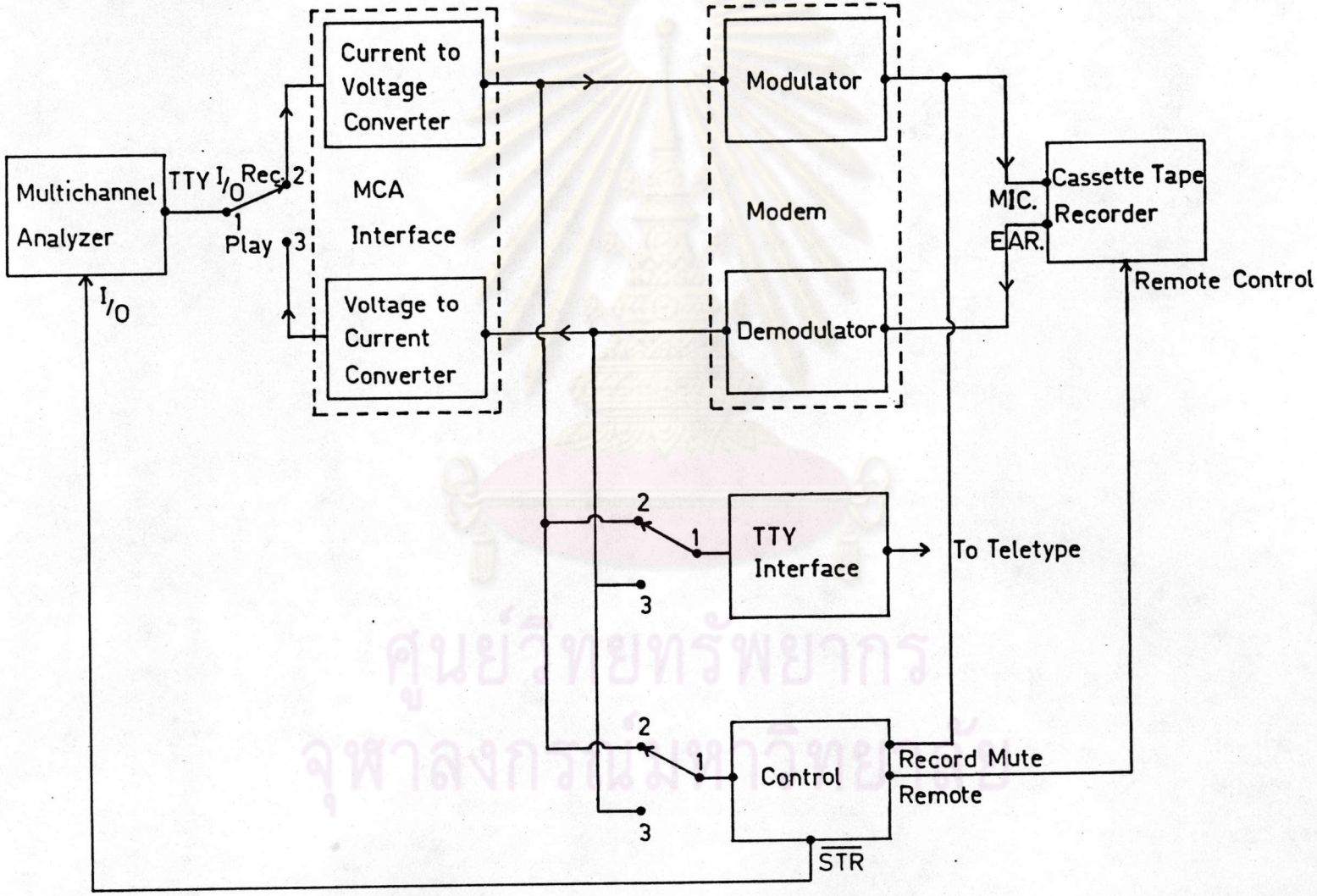
เนื่องจากสัญญาณที่เครื่องวิเคราะห์หลายช่องใช้รับและส่งข้อมูล จะอยู่ในรูปของสัญญาณกระแส 20 mA ฉะนั้นการที่จะต่อวงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท ซึ่งต้องการสัญญาณในรูปรหัสของไบนารี เข้ากับเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง จำเป็นจะต้องมีวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณให้เหมาะสมเสียก่อน วงจรนี้ประกอบด้วย ส่วนสำคัญคือ

2.1.1 วงจรแปลงกระแสให้เป็นศักดาไฟฟ้า (Current to Voltage Converter)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณในรูปของกระแส 20 mA ที่ออกมาจากเอาท์พุทของเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง ให้เป็นสัญญาณศักดาไฟฟ้าในรูปรหัสของไบนารี เพื่อส่งต่อไปให้วงจรบอดดูเลเตอร์ วงจรควบคุมและวงจรเชื่อมโยงกับเครื่องไทรพิมพ์ ต่อไป

2.1.2 วงจรแปลงศักดาไฟฟ้าให้เป็นกระแส (Voltage to Current Converter)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณศักดาไฟฟ้าในรูปรหัสของไบนารี ที่ออกมาจากเอาท์พุทของวงจรดีมอดดูเลเตอร์ ให้อยู่ในรูปของสัญญาณกระแส 20 mA โดยใช้ ออพโต-คัพเปลอร์ (Opto Coupler) เพื่อส่งต่อให้กับเครื่องวิเคราะห์หลายช่องทางอินพุทสำหรับ



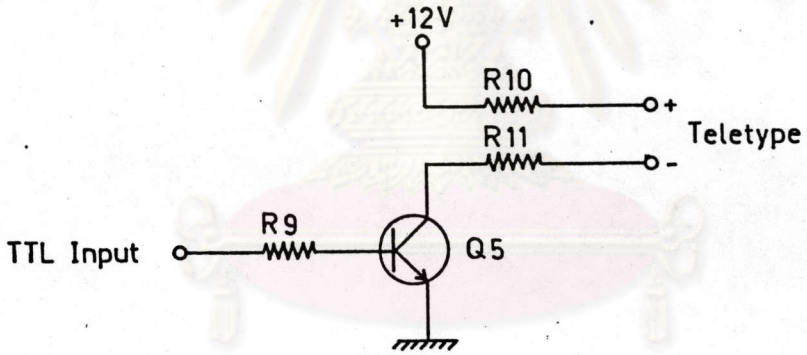
รูป 2.1 แผนภาพการทำงานของวงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรพิมพ์ (TTY Input) ต่อไป

2.2 วงจรเชื่อมโยงกับเครื่องโทรพิมพ์ (Teletype Interface Circuit)

ถ้าต่อเครื่องโทรพิมพ์ขนานเข้ากับเครื่องวิเคราะห์หลายช่องโดยตรงพร้อมกับวงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท สัญญาณกระแสเพียง 20 mA ไม่เพียงพอที่จะทำให้เครื่องโทรพิมพ์ทำงานไปพร้อมกันได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรเชื่อมโยงกับเครื่องโทรพิมพ์เพิ่มเข้ามา เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณศักดาไฟฟ้าที่ได้จากวงจรแปลงกระแสให้เป็นศักดาไฟฟ้าในกรณีบันทึกข้อมูล และจากวงจรดีมอดดูเลเตอร์ในกรณีป้อนข้อมูล ให้อยู่ในรูปของสัญญาณกระแส 20 mA เพื่อส่งต่อให้กับเครื่องโทรพิมพ์ต่อไป ทำให้เครื่องโทรพิมพ์สามารถทำงานไปพร้อม ๆ กับวงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซทได้ ลักษณะของวงจรเชื่อมโยงกับเครื่องโทรพิมพ์มีรายละเอียดดังแสดงในรูป 2.2

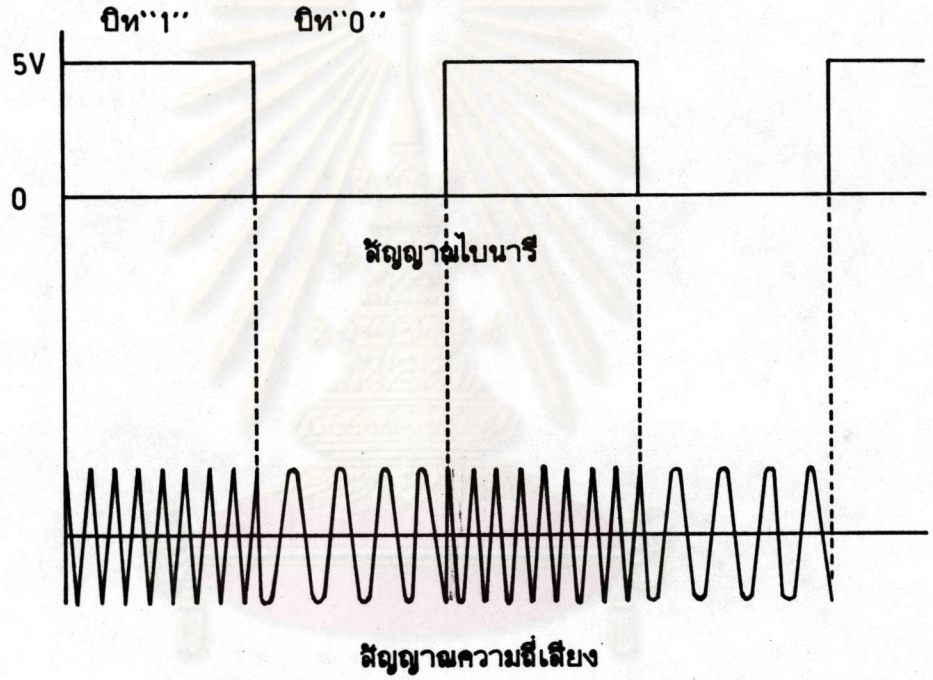


รูป 2.2 ลักษณะของวงจรเชื่อมโยงกับเครื่องโทรพิมพ์

2.3 วงจรโมเดม (Modem)

เป็นวงจรหลักของวงจรเชื่อมโยงระหว่างเครื่องวิเคราะห์หลายช่องกับเทปคาสเซท ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณในรูปรหัสของไบนารีให้เป็นสัญญาณความถี่เสียง และเปลี่ยนสัญญาณความถี่เสียงให้กลับเป็นสัญญาณในรูปรหัสของไบนารีดังเดิม ซึ่งการเปลี่ยนสัญญาณนี้ยึดหลักตามมาตรฐาน Kansas City Standard และใช้เทคนิคของ Frequency Shift Keying และ

Double Frequency Modem โดยจะเปลี่ยนข้อมูลไบนารีให้เป็นความถี่เสียง บิท " 1 " จะแทนด้วยความถี่ 2400 Hz และบิท " 0 " จะแทนด้วยความถี่ 1200 Hz[1] การที่ต้องเปลี่ยนสัญญาณไบนารีให้เป็นสัญญาณความถี่เสียงก่อนทำการบันทึกลงบนเทปคาสเซท ก็เพราะเทปแม่เหล็กจะให้ผลตอบสนองต่อสัญญาณความถี่เสียงได้ดีกว่าสัญญาณไบนารี ฉะนั้นการบันทึกโดยใช้สัญญาณความถี่เสียงจะมีความผิดเพี้ยนน้อยกว่าการบันทึกโดยใช้สัญญาณไบนารี ลักษณะของสัญญาณไบนารีและสัญญาณความถี่เสียง ดังแสดงในรูป 2.3



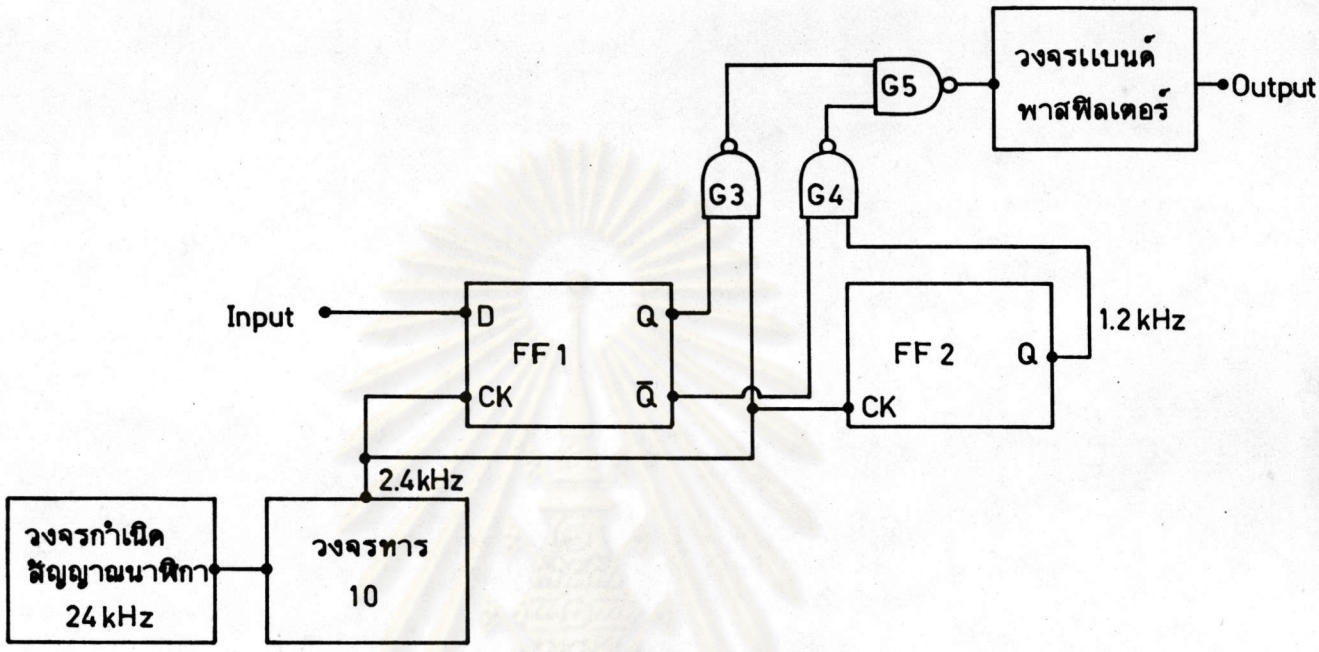
รูป 2.3 ลักษณะของสัญญาณความถี่เสียงเมื่อถูกแปลงมาจากสัญญาณไบนารี

วงจรโมเดมประกอบด้วยวงจรสำคัญคือ วงจรมอดดูเลเตอร์ (Modulator) และวงจรดีมอดดูเลเตอร์ (Demodulator)

2.3.1 วงจรมอดดูเลเตอร์ (Modulator)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณในรูปรหัสของไบนารีที่มาจากวงจรแปลงกระแสให้เป็นศักดาไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณความถี่เสียง เพื่อทำการบันทึกลงบนเทปคาสเซท โดย

จะเปลี่ยนบิท " 1 " ให้เป็นความถี่ 2400 Hz และบิท " 0 " ให้เป็นความถี่ 1200 Hz ลักษณะการทำงานของวงจรมอดดูเลเตอร์ ดังแสดงในรูป 2.4



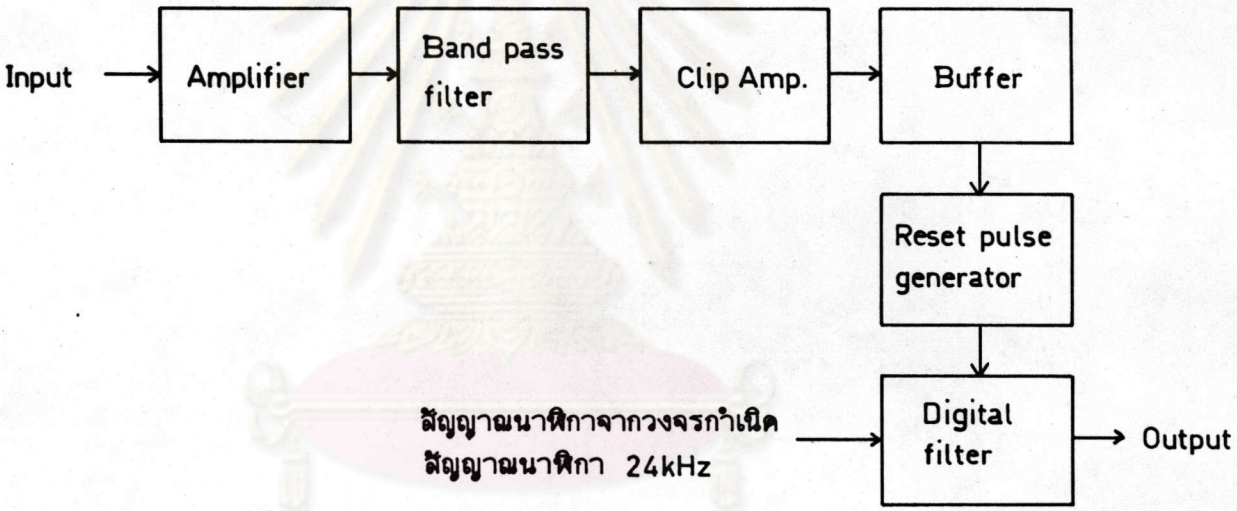
รูป 2.4 แผนภาพการทำงานของวงจรมอดดูเลเตอร์

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณนาฬิกาความถี่ 24 kHz ออกมา และจะถูกหารความถี่ลงสิบเท่า โดยวงจรดีเคดเคาน์เตอร์ (Decade Counter) จึงได้ความถี่ 2400 Hz ซึ่งจะเป็นสัญญาณนาฬิกาที่เข้าสู่ FF1 ซึ่งเป็นฟลิบพลอบชนิด D (D Flip - Flop) FF2 เป็นฟลิบฟลอบชนิด D อีกตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่หารความถี่ลงสองเท่า ทำให้ได้ความถี่ 1200 Hz ข้อมูลทางอินพุทของวงจรมอดดูเลเตอร์ จะส่งผ่านไปยังเอาท์พุทของ FF1 ตามขอบใต่ขึ้นของสัญญาณนาฬิกาทางอินพุท CK ขา Q และ $\bar{Q}$ ของ FF1 จะใช้ในการควบคุมเกท G3 และ G4 เพื่อจะส่งผ่านสัญญาณในความถี่ 2400 Hz หรือ 1200 Hz ขึ้นกับสถานะของข้อมูลทางอินพุทของวงจรมอดดูเลเตอร์ เอาท์พุทของเกททั้งสองจะถูกนำมารวมกันในเกท G5 ก่อนส่งไปเข้าวงจรแบนด์-พาสฟิลเตอร์ (Band Pass Filter) ในขณะทำการบันทึกรหัสข้อมูลจะถูกส่งผ่านวงจรแบนด์-พาสฟิลเตอร์เพื่อกรองความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป ก่อนเข้าวงจรอินพุทของเครื่องบันทึกเทปคาสเซท

วงจรฟิลเตอร์นี้ใช้ไอซีออพแอมป์ ทำงานแบบแอคทีฟฟิลเตอร์ (Active Filter) โดยมีความถี่กลาง 1500 Hz และการขยายเป็น 1

2.3.2 วงจรดีมอดดูเลเตอร์ (Demodulator)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่เสียงที่ออกมาจากเครื่องบันทึกเทปคาสเซทให้กลับมาอยู่ในรูปของสัญญาณรหัสไบนารี เพื่อส่งต่อให้แก่วงจรควบคุม วงจรเชื่อมโยงกับเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง และวงจรเชื่อมโยงกับเครื่องโทรพิมพ์ต่อไป โดยจะเปลี่ยนสัญญาณความถี่เสียงที่มีความถี่ 2400 Hz ให้เป็น บิท " 1 " และความถี่ 1200 Hz ให้เป็น บิท " 0 " ลักษณะการทำงานของวงจรดีมอดดูเลเตอร์ ดังแสดงในรูป 2.5



รูป 2.5 แผนภาพการทำงานของวงจรดีมอดดูเลเตอร์

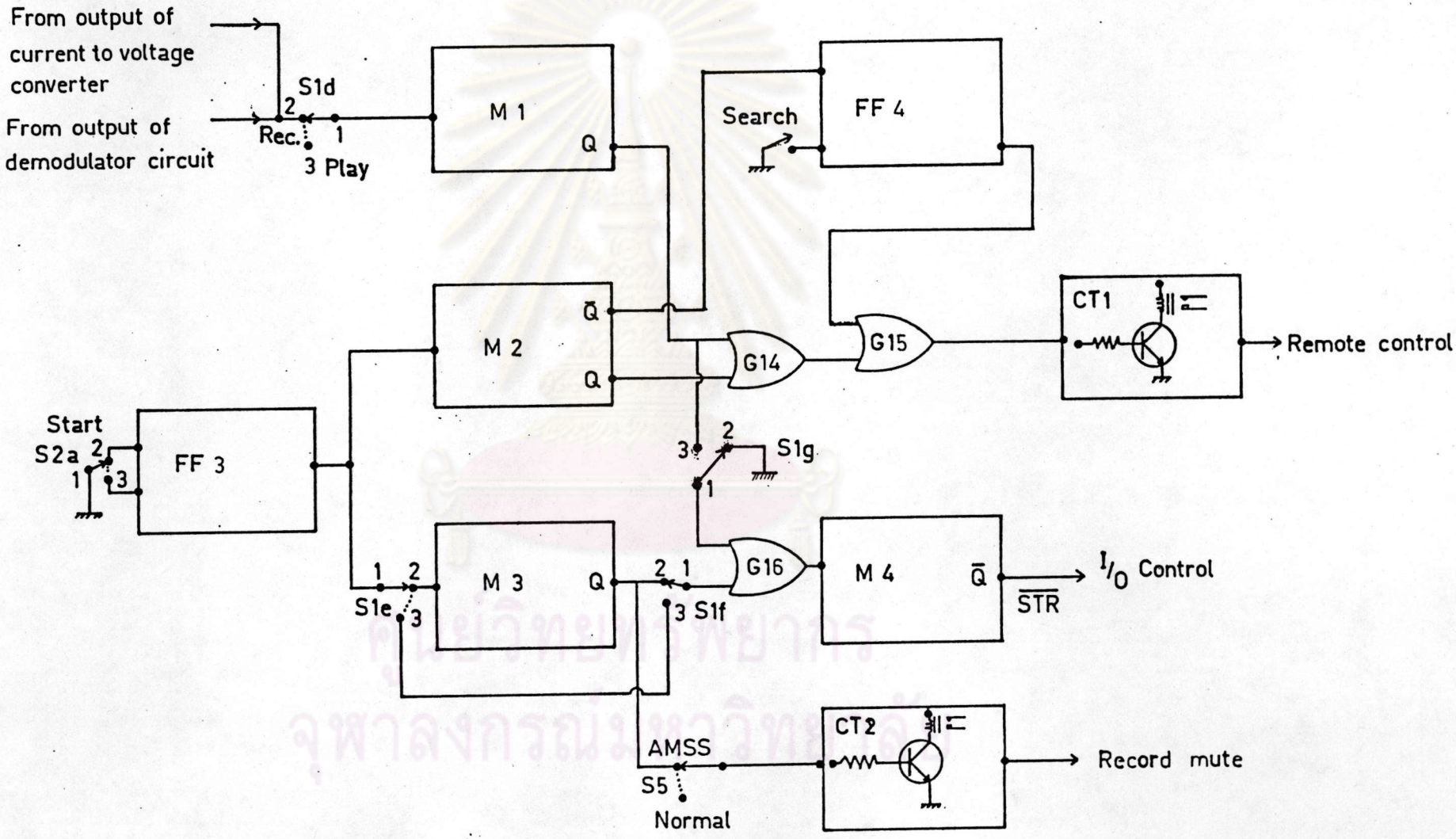
วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่เสียงที่ออกมาจากเอาท์พุทของเครื่องบันทึกเทปคาสเซทให้มีขนาดสูงขึ้น 10 เท่า (หรือ 20 dB) ก่อนส่งเข้าสู่วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ ซึ่งมีหน้าที่ในการขจัดสิ่งรบกวน (Hum and Noise) โดยมีการขยายเป็น 1 และมีความถี่กลาง 1800 Hz จากนั้นสัญญาณจะผ่านวงจรขลิบ เพื่อให้ได้เอาท์พุท

เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม จากนั้นวงจรบัฟเฟอร์จะทำให้สัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยมคมชัดขึ้นอีก และในขณะเดียวกันจะทำหน้าที่กลับขั้ว (Invert) สัญญาณไปด้วย จากนั้นเอาท์พุทจากวงจรบัฟเฟอร์จะส่งเข้าวงจรสร้างรีเซทพัลส์ ซึ่งประกอบด้วย โมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ 2 ตัว โดยตัวหนึ่งจะทำงานโดยขอบขาขึ้นของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม และอีกตัวหนึ่งจะทำงานโดยขอบขาลงของสัญญาณ โมโนสเตเบิลแต่ละตัวจะให้กำเนิดพัลส์ลบที่มีความกว้างเท่ากับ 1 ไมโครวินาที และพัลส์ลบจากโมโนสเตเบิลทั้งสองจะถูกรวมกันโดยแนนด์เกท (NAND Gate) และจะให้รีเซทพัลส์บวกออกมาทางเอาท์พุท ขบวนรีเซทพัลส์และสัญญาณนาฬิกา 24 kHz ที่มาจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวควบคุมให้ได้เอาท์พุท เป็นลอจิก " 1 " หรือ " 0 " สอดคล้องกับสัญญาณความถี่เสียงทางอินพุท โดยจะให้ลอจิก " 1 " เมื่อความถี่เป็น 2400 Hz และให้ลอจิก " 0 " เมื่อความถี่เป็น 1200 Hz

2.4 วงจรควบคุม (Control Circuit)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ของเครื่องบันทึกเทปคาสเซท ควบคุมการรับและส่งข้อมูลของเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง และควบคุมความยาวของสัญญาณนำข้อมูล (Leader Tone) ในกรณีที่ใช้เครื่องบันทึกเทปคาสเซทแบบธรรมดา หรือควบคุมช่วงเงียบ (Silent Space) ในกรณีที่ใช้เครื่องบันทึกเทปคาสเซท ที่มีระบบค้นหาเพลงโดยอัตโนมัติ หรือ เอเอมเอสเอส (AMSS) ลักษณะการทำงานของวงจรมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงดังแสดงในรูป 2.6

M1 M2 M3 และ M4 เป็น โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator) โดย M1 M2 และ M3 จะทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ และ M4 จะทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณ โดยมีตัวต้านทาน (Resistor) และตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นตัวกำหนด คาบเวลาของสัญญาณเอาท์พุทของแต่ละตัว FF3 เป็น RS ฟลิบฟลอบที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณกระตุ้นให้แก่ M2 และ M3 ในกรณีบันทึกข้อมูล (Record) หรือ M2 และ M4 ในกรณีป้อนข้อมูล (Playback) เมื่อกดปุ่ม S2 เพื่อเริ่มการทำงานของวงจร (Start) เนื่องจาก M1 เป็น โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ชนิดที่สามารถถูกกระตุ้นซ้ำได้ (Retriggerable Monostable Multivibrator) จึงให้เอาท์พุท ตราบใดที่ยังมีสัญญาณเข้ามาที่อินพุท M2 เป็น



รูป 2.6 แผนภาพการทำงานของวงจรควบคุม

ตัวกำหนดช่วงเวลาของการหมุนของมอเตอร์ของเครื่องบันทึกเทปคาสเซทตอนเริ่มต้น ขณะไม่มีสัญญาณเข้ามาทางอินพุทของวงจรควบคุมและจะเริ่มทำงานเมื่อสวิทช์ S2 ถูกกด เมื่อมีสัญญาณเข้ามา M1 จะรับหน้าที่ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ต่อไป M3 เป็นตัวกำหนดช่วงเวลาของสัญญาณนำข้อมูล ในกรณีที่ใช้เครื่องบันทึกเทปคาสเซทแบบธรรมดา และช่วงเงียบ ในกรณีที่ใช้เครื่องบันทึกเทปคาสเซทที่มีระบบเอเอมเอสเอส เพราะเครื่องบันทึกเทปที่มีระบบนี้ต้องการช่วงเงียบระหว่างส่วนต่อของข้อมูลสองข้อมูล ไม่น้อยกว่า 4 วินาที เครื่องถึงจะสามารถค้นหาข้อมูลได้ ส่วน M4 เป็นตัวกำเนิดพัลส์ลบ เพื่อใช้ในการควบคุมการรับและส่งข้อมูลของเครื่องวิเคราะห์หลายช่อง (I/O Control)

ถ้าให้

T1 เป็นคาบเวลาของไมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ M1

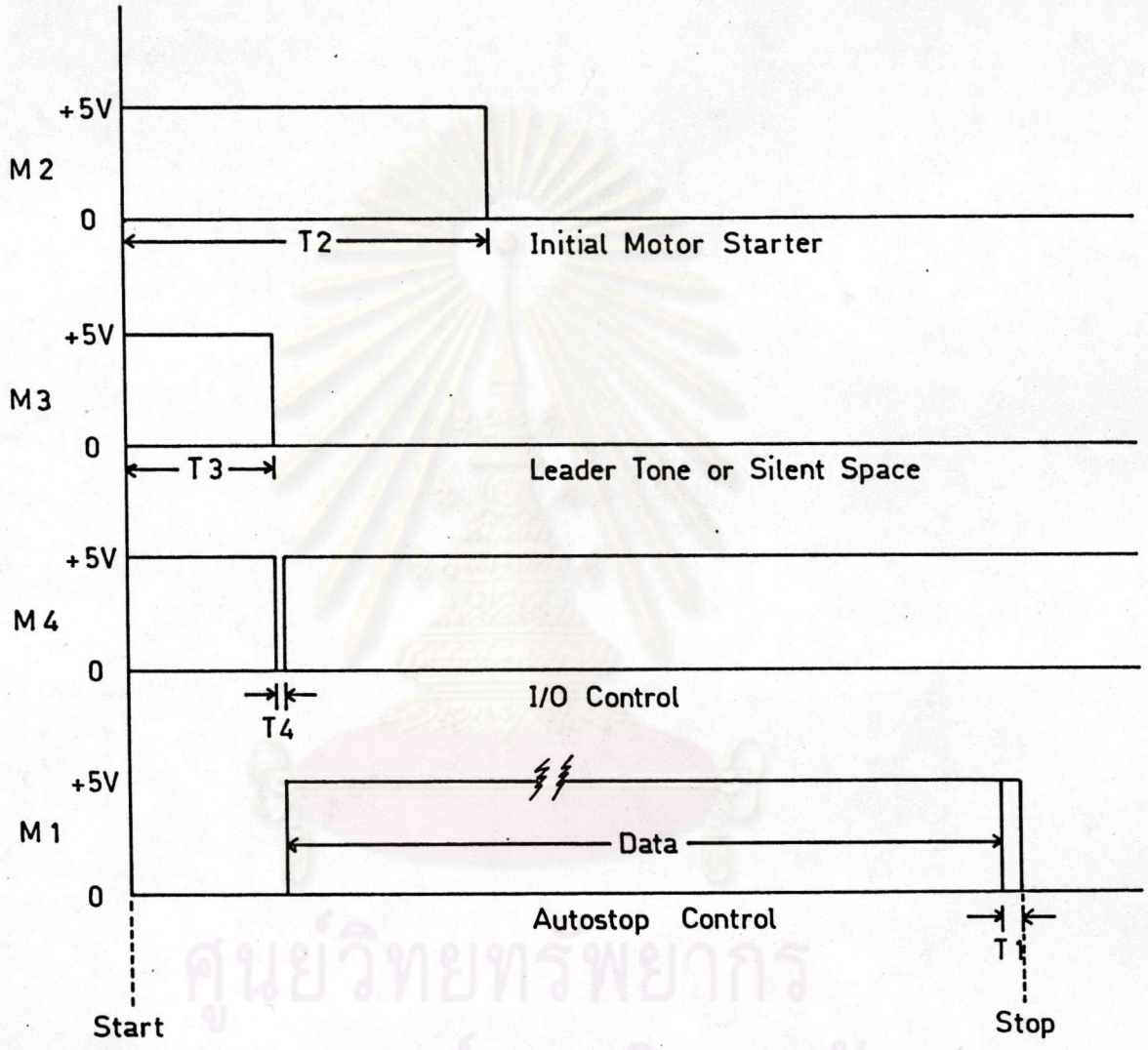
T2 เป็นคาบเวลาของไมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ M2

T3 เป็นคาบเวลาของไมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ M3

และ T4 เป็นคาบเวลาของไมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ M4

แผนผังเวลาแสดงการทำงานของวงจรในขณะทำการบันทึกข้อมูล แสดงในรูป 2.7

FF4 เป็น RS ฟลิบฟลอบที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาวะของวงจรควบคุมให้สามารถใช้ปุ่มเดินหน้า (Fast Foward) และปุ่มกรอกลับ (Rewind) บนเครื่องบันทึกเทปคาสเซทได้ เมื่อกดสวิทช์ S3 ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่บนเทปคาสเซท และ FF4 นี้จะถูกรีเซทให้กลับสู่สภาวะที่พร้อมที่จะทำการบันทึกหรือป้อนข้อมูลเองโดยอัตโนมัติ เมื่อสวิทช์ S2 ถูกกด CT1 เป็นวงจรขับรีเลย์ เพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงานและหยุดทำงาน โดยรับสัญญาณจากออร์เกท (OR Gate) G15 ซึ่งควบคุมโดย M1 , M2 และ FF4 CT2 เป็นวงจรขับรีเลย์เพื่อควบคุมช่วงเงียบระหว่างส่วนต่อของข้อมูลสองข้อมูลในกรณีที่ใช้เครื่องบันทึกเทปคาสเซทที่มีระบบเอเอมเอสเอส โดยจะรับสัญญาณจาก M3 และจะทำการลัดวงจร สัญญาณเอาท์พุทของวงจรมอดดูเลเตอร์ลงกราวนด ทำให้ไม่มีสัญญาณส่งไปบันทึกในขณะที่ CT1 ทำงาน



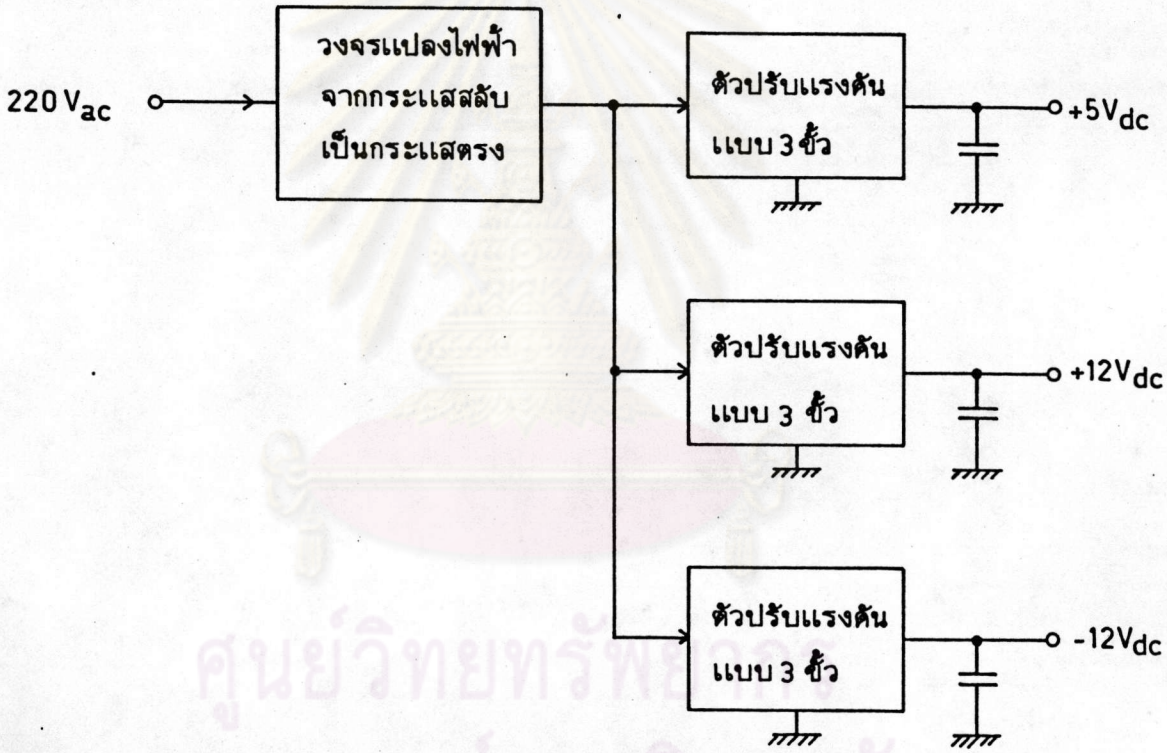
รูป 2.7 แสดงแผนผังเวลาการทำงานของวงจรควบคุมในขณะทำการบันทึกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า (Power Supply)

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายให้แก่วงจรต่าง ๆ และเนื่องจากในวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทบทุกส่วน จะสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพเมื่อได้รับไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าคงที่ตลอดเวลา ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจำเป็นต้องมีส่วนที่ทำหน้าที่ปรับแต่งระดับแรงดันต่อร่วมด้วย คือ ตัวปรับแรงดันแบบ 3 ขั้ว (Three - Terminal Voltage Regulator) ดังรูป 2.8



รูป 2.8 แผนภาพการทำงานของแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

011796

i18252845