หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

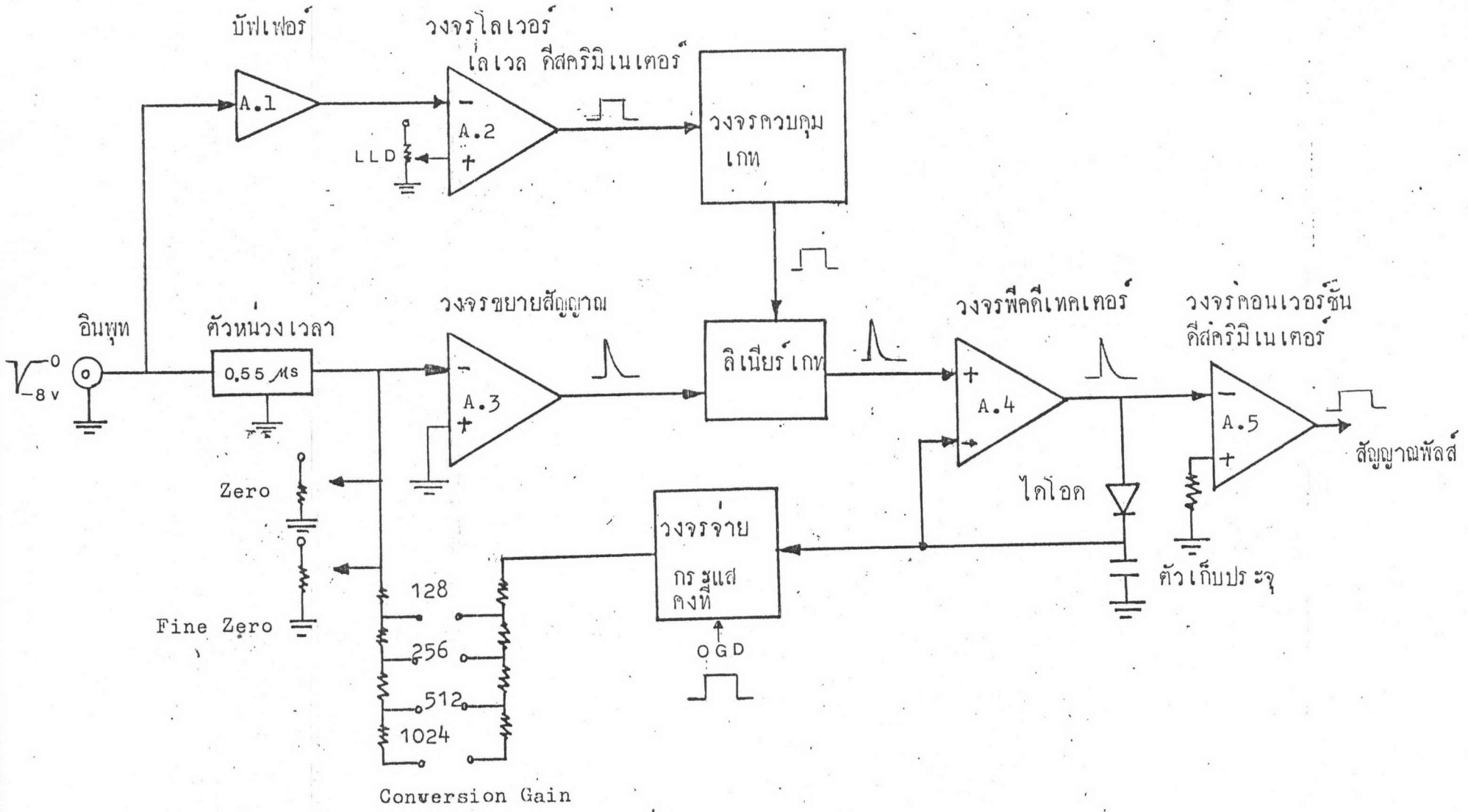
การทำงานโดยแผนภาพ

1. วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณอนาลอกแบบเนกาทีพ ยูนิโพลาร์ (negative unipolar) มีขนาดแรงดันตั้งแต่ 0 ถึง 8 โวลต์ เมื่อป้อนผ่านอินพุทเข้ามาจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 4.1 สัญญาณส่วนหนึ่งจะป้อนไปที่ A.1 ซึ่งเป็นวงจรบัฟเฟอร์ (buffer)จึงให้เอาท์พุทอิมพิแดนซ์ (impedance) ต่ำ เพื่อสามารถขับสัญญาณไปที่ A.2 ได้ A.2เป็นวงจรโลเวอร์ เลเวลดีสคริมิเนเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่คัดเลือกขนาดสัญญาณที่มาจาก A.1 โดยการเปรียบเทียบกับความสูงของแรงดันไฟตรงที่ตั้งไว้ ถ้าสัญญาณจาก A.1 มีขนาดสูงกว่าที่ตั้งไว้ จะทำให้เอาท์พุทของ A.2 มีสัญญาณไปทริก ให้วงจรควบคุมเกททำงาน โดยการเปิดลิเนียร์เกท ดังนั้นลิเนียร์เกทจะเปิดและรอสัญญาณพัลส์ ตัวที่ A.2 ได้คัดเลือกไว้

สัญญาณอนาลอกอินพุทอีกส่วนหนึ่งจะป้อนไปยังตัวหน่วงเวลา ซึ่งจะใช้เวลา 0.55 ไมโครวินาที ในการผ่านตัวหน่วงเวลานี้ เพื่อรอให้ขบวนการที่จะทำให้ลิเนียร์เกทเปิดทำงานเสร็จ แต่เนื่องจากสัญญาณเมื่อผ่านตัวหน่วงเวลา จะถูกปั้นทอน (attenuated) ลงบางส่วน ทำให้ขนาดสัญญาณเล็กลง ดังนั้นจึงใช้ A.3 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณมาขยายสัญญาณให้มีขนาดเท่าเดิม สัญญาณจะถูกกลับเฟส (phase)ให้มีขั้วเป็นบวกและถูกป้อนผ่านลิเนียร์เกทไปยังขาบวกของ A.4 ซึ่งเป็นวงจรฟีคดีเทคเตอร์ และที่เอาท์พุทของ A.4 นี้ยังให้สัญญาณพัลส์บวกเหมือนเดิม ดังนั้นไดโอด จึงยอมให้สัญญาณผ่านเข้าไปประจุแก่ตัวเก็บประจุทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ตัวเก็บประจุ และแรงดันนี้ถูกป้อนกลับไปที่ขาลบของ A.4 เมื่อสัญญาณนี้ ประจุแก่ตัวเก็บประจุจนถึงแรงดันสูงสุดทำให้อินพุททั้งสองของA.4 มีค่าแรงดันเท่ากัน ดังนั้นที่เอาท์พุทจะลดค่าแรงดันจนเป็นศูนย์ ขณะที่สัญญาณที่ขาบวกลดค่าลง ทำให้เอาท์พุทมีค่าแรงดันเป็นลบ ดังนั้นที่ตรงขาลบของ A.5 ซึ่งเป็นวงจรคอนเวอร์ชัน ดีสคริมิเนเตอร์ มีค่าแรงดันเป็นลบด้วยทำให้สัญญาณที่เอาท์พุทของ A.5 มีสถานะลอจิกเปลี่ยนจาก "0" ไปเป็น "1" ซึ่งสัญญาณนี้จะส่งไปเคลียร์วงจรควบคุมเกท เพื่อทำให้ลิเนียร์เกทปิดเป็นการกั้นไม่ให้สัญญาณอื่นเข้ามาในขณะทำการวิเคราะห์สัญญาณพัลส์นี้

เมื่อสัญญาณจากเอาท์พุทของ A.5 ป้อนไปที่ ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ ทำให้ได้ สัญญาณส่งกลับมาควบคุมให้วงจรจ่ายกระแสคงที่ ทำงานโดยจะทำให้ตัวเก็บประจุเริ่มคายประจุ เมื่อตัวเก็บ



รูปที่ 4.1 แผนภาพ แสดงการทำงานของชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

ประจุคายประจุจนหมด ทำให้แรงดันที่ขาลบของ A.4 มีค่าเป็นศูนย์เท่ากับขาบวก ดังนั้น A.4 จะให้เอาท์พุทเป็นศูนย์ ทำให้ ที่เอาท์พุท A.5 เปลี่ยนสถานะกลับจากลอจิก "1" มาอยู่ที่ "0"

ในขณะที่สัญญาณจากเอาท์พุท A.5 มีลอจิกเป็น "1" และป้อนไปชุดหน่วยความจำและหน่วยนับนั้นจะไปเปิด NAND เกท ให้สัญญาณความถี่ 56 เมกะเฮิรตซ์ผ่านไปยังวงจรนับไบนารีแอดเดรส จำนวนพัลส์ที่วงจรนับไบนารีแอดเดรส นับได้จะมีค่าเท่ากับช่วงเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ เมื่อขบวนการทำงานในชุดหน่วยความจำและหน่วยนับเสร็จแล้วจะมีสัญญาณพัลส์ส่งไปรีเซ็ทวงจรควบคุมเกท เพื่อให้พร้อมที่จะวิเคราะห์สัญญาณตัวใหม่ต่อไป

1.1 <u>วงจรบัฟเฟอร์</u> เมื่อสัญญาณอนาลอกเข้ามาที่อินพุท ส่วนหนึ่งจะป้อนมาที่ A.1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ มีอินพุทอิมพิแดนซ์สูงมาก เมื่อต่อเป็นโหลดกับวงจรจ่ายสัญญาณภายนอกแล้วไม่ทำให้แรงดันเอาท์พุทของวงจรที่จ่ายสัญญาณนั้นมีแรงดันลดลง และที่เอาท์พุท A.1 ยังสามารถขับ A.2 ซึ่งอยู่ในภาคต่อมาได้ โดยไม่ทำให้ระดับแรงดันเอาท์พุทตกลง เนื่องจาก A.1 มีเอาท์พุทอิมพิแดนซ์ต่ำมาก สัญญาณพัลส์ที่เอาท์พุทของ A.1 จะให้เฟสเหมือนเดิม และป้อนไปยัง A.2

1.2 <u>วงจรโลเวอร์เลเวล ดีสคริมิเนเตอร์</u> สัญญาณจากเอาท์พุทของ A.1 จะป้อนเข้าที่ขาลบของ A.2 ส่วนที่ขาบวกของ A.2 ต่อกับชุดกำหนดแรงดันอ้างอิงที่เรียกว่า Lower Level Discriminator ซึ่งติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์ A.2นี้จะทำการเปรียบเทียบขนาดความสูงของสัญญาณที่มาจากเอาท์พุทของ A.1 กับระดับแรงดันอ้างอิง ถ้าสัญญาณมีขนาดความสูงมากกว่าระดับแรงดันอ้างอิงจะทำให้เอาท์พุทของ A.2 เปลี่ยนสถานะลอจิกจาก "0" เป็น "1" ซึ่งจะไปทริกให้ชุดควบคุมเกททำงาน

1.3 <u>วงจรควบคุมเกทและลิเนียร์เกท</u> วงจรควบคุมเกทจะทำหน้าที่เปิดลิเนียร์เกทเพื่อให้สัญญาณอนาลอกผ่านเข้าไปวิเคราะห์ และจะทำหน้าที่ปิดลิเนียร์เกท เพื่อไม่ให้สัญญาณพัลส์อื่นเข้าไปรบกวนสัญญาณพัลส์ที่กำลังวิเคราะห์

เมื่อ A.2 ส่งสัญญาณพัลส์มาทริกให้วงจรควบคุมเกททำงาน ซึ่งจะทำให้ลิเนียร์เกทเปิดเพื่อจะให้สัญญาณพัลส์ที่ A.2 คัดเลือกไว้ ผ่านโดยสัญญาณพัลส์ที่ A.2 คัดเลือกไว้นั้น ซึ่งส่วนหนึ่งได้ป้อนมาทางตัวหน่วงเวลาแล้วผ่าน A.3

ลิเนียร์เกทจะปิดเมื่อสัญญาณอนาลอกเข้าไปประจุที่ตัวเก็บประจุจนถึงแรงดันสูงสุด เมื่อสัญญาณถูกวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว วงจรควบคุมเกทจะถูกรีเซ็ทพร้อมที่จะรับสัญญาณตัวใหม่มาวิเคราะห์ต่อไป

1.4 วงจรขยายสัญญาณ สัญญาณอนาลอกอีกส่วนหนึ่งจะป้อนผ่านตัวหน่วงเวลา ทำให้สัญญาณอนาลอกใช้เวลาเดินทางผ่านตัวหน่วง 0.55 ไมโครวินาที เป็นการรอให้สัญญาณอนาลอกตัวเดียวกันนี้ที่ส่วนหนึ่งป้อนไปที่ A.1 ส่วนสัญญาณอนาลอกเมื่อผ่านตัวหน่วงเวลาจะทำให้ขนาดสัญญาณถูกปั้นทอนลงบางส่วน ดังนั้นจึงใช้ A.3 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสมาขยายสัญญาณนี้ ทำให้ได้สัญญาณที่เอาท์พุทมีขั้วเป็นบวก A.3 นี้สามารถปรับค่าอัตราขยายสัญญาณได้ ที่ขาลบของ A.3 มีระดับแรงดันไฟตรงซึ่งมาจาก Zero และ Fine Zero ปรับค่าแรงดันได้ด้วย VR.1 และ VR.2 ทำหน้าที่ปรับย่องที่คู่นย์ให้ตรงกับพลังงานคู่นย์ (ได้จากการเขียนกราฟ) และแรงดันไฟตรงของ Conversion Gain ซึ่งปรับโดยการเลือกค่าของตัวต้านทาน ทำหน้าที่เลือกขนาดจำนวนย่องสำหรับใช้เก็บข้อมูลในวงจรแรม เมื่อสิเนียร์เกทเปิดแรงดันไฟตรงเหล่านี้จะป้อนผ่าน A.3 และผ่านสิเนียร์เกทไปยัง A.4 แล้วเข้าไปประจุที่ตัวเก็บประจุก่อน ต่อมาสัญญาณพัลส์ (ที่ส่วนหนึ่งป้อนไปเปิดสิเนียร์เกท) จะออกจาก A.3 โดยมีขั้วเป็นบวก และป้อนผ่านสิเนียร์เกทไปยัง A.4

1.5 วงจรฟีคดีเทคเตอร์ เมื่อสัญญาณอนาลอกผ่านสิเนียร์เกทมาแล้วจะเข้าที่ขาบวกของ A.4 ซึ่งเป็นวงจรฟีคดีเทคเตอร์ และที่เอาท์พุทจะได้สัญญาณเป็นบวก ซึ่งจะผ่านไดโอด เข้าไปประจุแก่ตัวเก็บประจุเกิดแรงดันระหว่างตัวเก็บประจุกับกราวนด์ ซึ่งแรงดันนี้ป้อนไปที่ขาลบของ A.4 เนื่องจาก A.4 ต่อวงจรในลักษณะวงจรขยายสัญญาณแตกต่าง เมื่อสัญญาณอนาลอกเข้าไปประจุแก่ตัวเก็บประจุจนถึงแรงดันสูงสุด ทำให้ขาลบและขาบวกของ A.4 มีค่าระดับแรงดันเท่ากัน ดังนั้นที่เอาท์พุท A.4 จะมีค่าแรงดันลดลงจนถึงคู่นย์ ขณะที่สัญญาณอนาลอกที่ขาบวกมีขนาดลดลง แต่แรงดันที่ขาลบยังมีค่าเท่าเดิม ดังนั้น เอาท์พุทของ A.4 จะเปลี่ยนค่าแรงดันเป็นลบ

1.6 วงจรคอนเวอร์ชัน ดีสคริมิเนเตอร์ (conversion discriminator) A.5 เป็นวงจรคอนเวอร์ชัน ดีสคริมิเนเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดัน ในสภาวะปกติที่เอาท์พุท A.5 มีลอจิกเป็น "0" เนื่องจากที่ขาลบมีค่าแรงดันเป็นบวก เมื่อเอาท์พุทของ A.4 มีค่าแรงดันเป็นลบและป้อนมาที่ขาลบของ A.5 ทำให้ เอาท์พุท A.5 เปลี่ยนสถานะลอจิกเป็น "1" ซึ่งสัญญาณนี้ได้ป้อนไปยังชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ

1.7 วงจรล่ายกระแล่คงที่ ถ้าหากให้ตัวเก็บประจุคายประจุเองจะได้อัตราการคายประจุไม่เป็นเชิงเส้น จึงใช้วงจรล่ายกระแล่คงที่มาควบคุมให้ตัวเก็บประจุคายประจุอย่างล่ำเล่มอ จะได้อัตราการคายประจุเป็นเชิงเส้น อัตราการคายประจุล่ามารถเลือกได้โดยเปลี่ยนตัวต้านทานของ Conversion Gain ซึ่งเป็นการเลือกขนาดของจำนวนช่อง โดยตัวต้านทานจะเป็นตัวจำกัดกระแล่ที่ไหลผ่านวงจรล่ายกระแล่คงที่

ขณะที่ตัวเก็บประจุได้รับการประจุจนถึงแรงดันสูงสุดของสัญญาณอนาลอกแล้ว A.5จะล่งสัญญาณไปทริกให้วงจรซินโครไนซ์ (synchronize) ป้อนสัญญาณมาควบคุมให้วงจรล่ายกระแล่งคงที่ทำงานโดยให้ตัวเก็บประจุคายประจุ พร้อมกันนั้นวงจรนับไบนารีแอดเดรล่จะนับสัญญาณความถี่ 56 เมกะเฮริทซ์ และจะหยุดนับเมื่อการคายประจุเล่ร็จสิ้นลง ดังนั้นช่วงเวลาการคายประจุจะเป็นสัดล่วนกับขนาดความสูงของสัญญาณอนาลอก และยังเป็นสัดล่วนกับจำนวนพัลล์ที่วงจรนับสัญญาณแอดเดรล่นับไว้

1.8 วงจรออล่ซิลเลเตอร์ ใช้คริล่ตอล (crystal) เป็นตัวกำเนิดความถี่ 56 เมกะเฮิรตซ์ แล้วป้อนเข้าไปที่วงจรนับไบนารีแอดเดรล่ และอีกล่วนหนึ่งป้อนไปวงจรหารความถี่ ซึ่งจะได้สัญญาณความถี่ต่าง ๆ ดังนี้คือ สัญญาณความถี่ 14 เมกะเฮิรตซ์ ป้อนไปที่วงจรเมนโหมดคอนโทรล สัญญาณความถี่ 3.5 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับใช้ในการเลื่อนข้อมูล ล่วนสัญญาณความถี่ 27.3 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับใช้เป็นตัวทริกสำหรับการแล่ดงผลและการเคลียร์

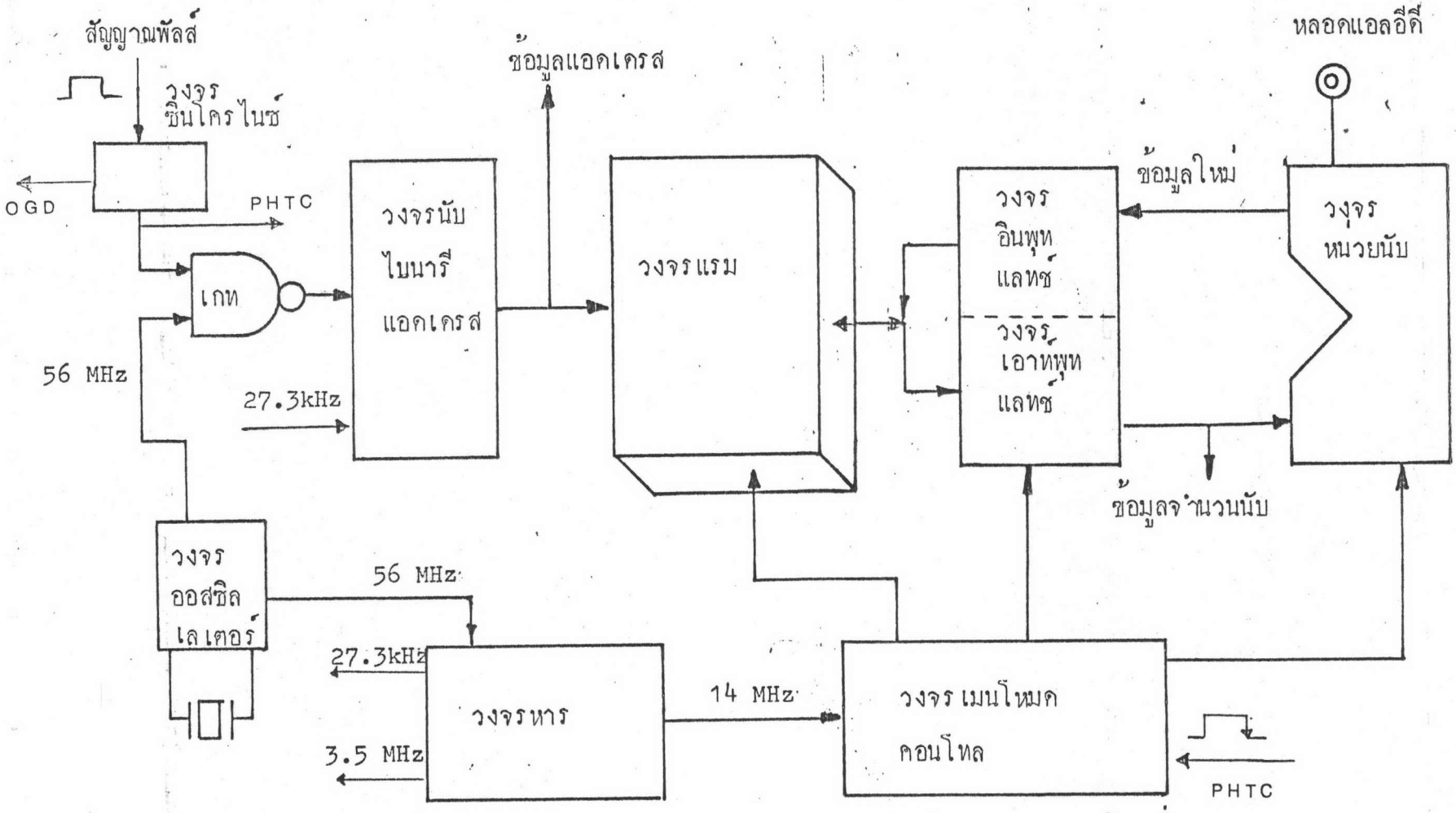
2. ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ

ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับจะทำงานเมื่อมีสัญญาณพัลล์เข้ามาทริกโดยจะมีวงรอบการทำงานคงที่เท่ากับ 0.72 ไมโครวินาที วิธีการทำงาน คือ ข้อมูลจะถูกอ่านออกมาจากวงจรแรมตามที่แอดเดรล่กำหนด ข้อมูลล่วนหนึ่งนำไปแล่ดงผล อีกล่วนหนึ่งป้อนเข้าวงจรหน่วยนับ ซึ่งวงจรหน่วยนับจะบวกเพิ่มเข้าอีกหนึ่งกับข้อมูลเดิม ได้เป็นข้อมูลใหม่ แล้วนำเข้าไปเก็บที่ตำแหน่งเดิมในวงจรแรม

จากการทำงานนี้ เมื่อต้องการแล่ดงผลข้อมูล จะต้องให้วงจรแรมอ่านอย่างเดียว เพื่อไม่ให้ข้อมูลที่เก็บไว้ถูกเขียนทับ

การเคลียร์วงจรแรม ทำได้แบบทางอ้อมคือให้เคลียร์วงจรหน่วยนับ ซึ่งจะได้ข้อมูลเป็นศูนย์ แล้วนำข้อมูลนี้ไปเก็บในวงจรแรม ดังนั้นวงจรแรมจะมีข้อมูลศูนย์ ซึ่งเหมือนกับถูกเคลียร์

การทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วนนับนี้ ล่ามารถแล่ดงได้ด้วยแผนภาพ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภาพแสดงการทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 <u>วงจรนับไบนารีแอดเดรส</u> เมื่อสัญญาณจาก A.5 ผ่านเข้าวงจรซีนโครไนซ์ แล้วมาเปิด NAND เกทเพื่อให้สัญญาณความถี่ 56 เมกะเฮิรตซ์ จากวงจรออสซิลเลเตอร์ สามารถผ่านเข้าไปยังวงจรนับไบนารีแอดเดรส ซึ่งจะได้เอาท์พุทเป็นข้อมูลแอดเดรสขนาด 10 บิท แล้วป้อนไปที่วงจรแรม

ในการแสดงผลและการเคลียร์ วงจรนับไบนารีแอดเดรสจะนับสัญญาณความถี่ 27.3 กิโลเฮิรตซ์ โดยจะนับหนึ่งพัลส์ต่อหนึ่งวงรอบการทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ การนับนี้จะนับแบบสะสมเพิ่มขึ้น จนครบ 1023 ช่อง แล้วจะถูกรีเซทเริ่มนับสะสมใหม่ต่อไป

ในกรณีของการวิเคราะห์สัญญาณ ถ้าหากวงจรนับไบนารีแอดเดรสนับจำนวนพัลส์ จากวงจรออสซิลเลเตอร์เกิน 10 บิทแล้ววงจรนับไบนารีแอดเดรสจะถูกเคลียร์และให้เอาท์พุทแอดเดรสมีค่าเป็นศูนย์ ทำให้วงจรแรมเก็บข้อมูลนี้ไว้ ข้อมูลนี้จะอยู่ในช่องที่ศูนย์ เป็นการบอกให้ทราบว่าสัญญาณอนาลอกที่เข้ามาทางอินพุทมีขนาดสูงกว่าปกติ หรืออาจเกิดจากการตั้ง Zero มากเกินไป

2.2 <u>วงจรเมนโหมดคอนโทรล</u> เมื่อมีสัญญาณเข้ามาทริก จะทำให้วงจรเมนโหมดคอนโทรลรับสัญญาณ 14 เมกะเฮิรตซ์ เข้าไปแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณขนาด 10 บิท ปรากฏที่เอาท์พุท โดยแต่ละบิทจะมีสัญญาณเพียง 1 พัลส์ ใน 10 บิทนี้ สัญญาณพัลส์จะออกมาเป็นลำดับโดยบิทแรกจะมีพัลส์ออกมาก่อนแล้วตามด้วยบิทต่อมา สัญญาณพัลส์เหล่านี้จะไปควบคุมการทำงานทั้งหมดของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ

2.3 <u>วงจรแรมและหน่วยนับ</u> เนื่องจากวงจรแรมมีอินพุทและเอาท์พุทอยู่บนขาเดียวกัน จึงใช้วงจรเอาท์พุทแลทช์ทำหน้าที่ นำข้อมูลจำนวนนับออก และวงจรอินพุทแลทช์ทำหน้าที่นำข้อมูลจากวงจรหน่วยนับเข้าไปเก็บในวงจรแรม วงจรอินพุทแลทช์และวงจรเอาท์พุทแลทช์ยังทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ให้แก่วงจรแรมในการติดต่อกับวงจรภายนอก ซึ่งมีแฟนอินและแฟนเอาท์สูง วงจรหน่วยนับมีหน้าที่รับข้อมูลจำนวนนับจากวงจรเอาท์พุทแลทช์เข้ามานับโดยการบวกเพิ่มอีกหนึ่ง ได้เป็นข้อมูลใหม่แล้วป้อนข้อมูลใหม่นี้เข้าไปเก็บที่วงจรแรมโดยผ่านวงจรอินพุทแลทช์ วงจรหน่วยนับนี้จะนับด้วยรหัสบีซีดี กรณีที่นับเลขเกิน 6 หลัก หลอดแอลอีดีที่ติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์จะเปลี่ยงแสง แสดงว่ามีข้อมูลจำนวนนับได้นับเกิน ซึ่งจะทำให้การแสดงผลผิดพลาดได้

2.4 การวิเคราะห์สัญญาณ เมื่อสัญญาณจากชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล. เข้ามาที่ NAND เกท โดยผ่านวงจรชิมโครไนซ์ทำให้สัญญาณความถี่ 56 เมกะเฮิรตซ์จากวงจรออสซิลเลเตอร์ ผ่านเข้าไปยังวงจรนับไบนารีแอดเดรส เมื่อสัญญาณที่ NAND เกทเปลี่ยนสถานะ ทำให้วงจรนับไบนารีแอดเดรสหยุดนับ ขณะเดียวกันวงจรเมนโหมดคอนโทรลจะถูกทริกให้ทำงานโดยส่งสัญญาณออกมาควบคุมการทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับขณะนี้วงจรแรมอยู่ในสถาวะอ่านข้อมูล ดังนั้นข้อมูลจำนวนนับในตำแหน่งที่ข้อมูลแอดเดรสกำหนดจะถูกนำออกมาเก็บไว้ที่เอาท์พุทของวงจรเอาท์พุทแลทช์ ข้อมูลจำนวนนับนี้ส่วนหนึ่งนำไปแสดงผล และอีกส่วนหนึ่งถูกป้อนไปที่วงจรหน่วยนับ แล้ววงจรหน่วยนับจะโหลดข้อมูลจำนวนนับนี้เข้าไป และจะบวกเพิ่มอีกหนึ่ง ได้เป็นข้อมูลใหม่ ปรากฏที่เอาท์พุท ข้อมูลใหม่นี้จะถูกป้อนไปอยู่ที่เอาท์พุทของวงจรอินพุทแลทช์ ในตอนนี้วงจรแรมถูกกำหนดให้อยู่สภาวะเขียนข้อมูล ดังนั้นข้อมูลใหม่จะถูกนำเข้าไปเก็บในตำแหน่งแอดเดรสเดิมกับที่อ่านออกมาในตอนแรก เมื่อวงจรแรมเก็บข้อมูลเสร็จแล้วจะถูกกำหนดให้อ่านข้อมูลอีกครั้ง ที่วงจรนับไบนารีแอดเดรสจะมีสัญญาณมารีเซทเพื่อให้พร้อมที่จะนับ ขณะเดียวกันมีสัญญาณป้อนกลับไปเคลียร์วงจรควบคุมเกท เพื่อจะได้รับสัญญาณอนาลอกมาวิเคราะห์ต่อไป

2.5 การแสดงผลข้อมูล จะใช้สัญญาณความถี่ 27.3 กิโลเฮิรตซ์ มาเป็นตัวทริก โดยใช้ขอบพัลส์ขาขึ้นเข้าไปทริกวงจรนับไบนารีแอดเดรสให้นับเพิ่มอีกหนึ่ง และใช้ขอบพัลส์ขาลงมาทริกให้วงจรเมนโหมดคอนโทรลทำงาน โดยส่งสัญญาณควบคุมออกมา

ในสภาวะการแสดงผลนี้ จะมีสัญญาณจากวงจรควบคุมระบบมาควบคุมวงจรแรมให้อยู่ในสภาวะอ่านอย่างเดียว ดังนั้นวงจรแรมจะอ่านข้อมูลจำนวนนับออกมาในตำแหน่งที่ข้อมูลแอดเดรสกำหนด วงจรเอาท์พุทแลทช์จะนำข้อมูลจำนวนนับ มาเก็บไว้ที่เอาท์พุท และส่งไปยังชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก และหน่วยแสดงผล ให้นำไปแสดงผล

วงจรหน่วยนับจะโหลดข้อมูลจำนวนนับเข้าไปและนับเพิ่มอีกหนึ่งไปปรากฏที่เอาท์พุท แต่วงจรอินพุทแลทช์อยู่ในสภาพอินฮิบิท และวงจรแรมถูกกำหนดให้อ่าน ดังนั้นข้อมูลจำนวนนับในวงจรแรมจะถูกรักษาไว้คงเดิม วงจรนับไบนารีแอดเดรสจะไม่ถูกเคลียร์ ดังนั้นในการแสดงผลของช่องต่อมา วงจรนับไบนารีแอดเดรสจะนับสะสมอีกหนึ่ง และขบวนการทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับจะซ้ำอย่างเดิม

2.6 การเคลียร์ ใช้สัญญาณความถี่ 27.3 กิโลเฮิรตซ์ มาทริกให้ทำงาน โดยขอบพัลส์ขาขึ้นไปทริกวงจรนับไบนารีแอดเดรส ส่วนขอบพัลส์ ขาลงไปทริกวงจรเมนโหมดคอนโทรล ข้อมูลจำนวนนับ

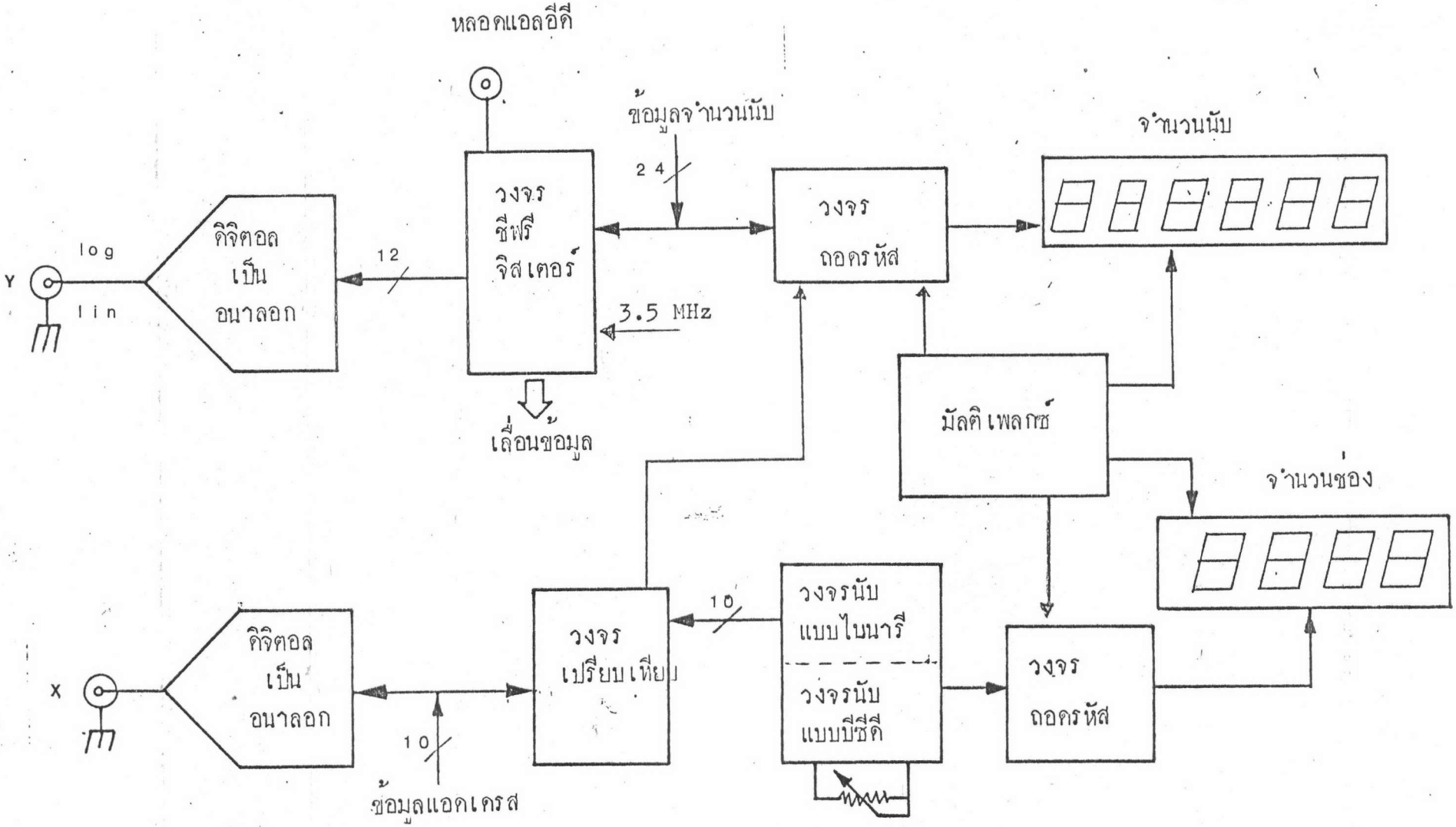
ถูกอ่านออกมาแล้วเก็บไว้ที่เอาท์พุทของวงจรเอาท์พุทแลทช์ ในตอนนี้วงจรหน่วยนับถูกควบคุมให้อยู่ในสภาวะเคลียร์ ดังนั้นข้อมูลจำนวนนับจึงไม่ถูกโหลด และที่เอาท์พุทของวงจรหน่วยนับมีสภาวะลอจิกเป็น "0" หมดทุกบิท วงจรอินพุทแลทช์ยอมให้ข้อมูลคู่นย์นี้ผ่านเข้าไปที่วงจรแรม และวงจรแรมถูกควบคุมให้อยู่ในสภาวะเขียน ดังนั้นข้อมูลคู่นย์จะถูกเก็บไว้ในตำแหน่งแอดเดรสที่อ่านในตอนแรก วงจรนับไบนารีแอดเดรสไม่ถูกเคลียร์ ดังนั้นจะนับสะสมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการเคลียร์ช่องต่อไป แล้วขบวนการทำงานจะซ้ำแบบเดิม ในที่สุดวงจรแรมจะเก็บข้อมูลคู่นย์ไว้ทุกตำแหน่งความจำของวงจรแรม

3. ชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก และหน่วยแสดงผล

เมื่อวงจรแรมอ่านข้อมูลจำนวนนับออกมาแล้วเก็บไว้ที่เอาท์พุทของวงจรเอาท์พุทแลทช์ ข้อมูลส่วนหนึ่งป้อนเข้าวงจรยีฟท์รีจิสเตอร์ เพื่อเลื่อนข้อมูลจนได้บิทที่มีนัยสำคัญมากที่สุดขนาด 12 บิท แล้วนำไปเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอก ข้อมูลจำนวนนับอีกส่วนหนึ่งป้อนมาที่วงจรถอดรหัส เพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขโดยใช้วิธีมัลติเพลกซ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

เมื่อนำข้อมูลแอดเดรสจำนวน 10 บิท ที่มาจากวงจรนับไบนารีแอดเดรส มาแสดงผล โดยส่วนหนึ่งป้อนไปยังวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก จะได้สัญญาณอนาลอกออกมา เนื่องจากข้อมูลแอดเดรสเป็นรหัสไบนารีซึ่งไม่สามารถใช้วงจรถอดรหัสให้ถอดรหัสเป็นตัวเลขได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนเป็นรหัสบีซีดี โดยใช้วิธีนับเปรียบเทียบ ซึ่งวิธีนี้มีหลักการคือ ให้ป้อนจำนวนพัลส์ที่มีจำนวนเท่ากัน แก่วงจรนับแบบไบนารี และวงจรนับแบบบีซีดี ดังนั้นทั้งสองรหัสนี้ จะมีค่าเท่ากัน แต่รหัสต่างกัน แล้วนำข้อมูลรหัสบีซีดีไปแสดงเป็นตัวเลขของจำนวนช่อง โดยผ่านวงจรถอดรหัส ส่วนข้อมูลรหัสไบนารี นำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลแอดเดรส โดยใช้วงจรเปรียบเทียบ ถ้าหากรหัสไบนารีทั้งสองนี้เท่ากันแล้ว วงจรเปรียบเทียบจะส่งสัญญาณไปที่วงจรถอดรหัสของข้อมูลจำนวนนับ เพื่อนำข้อมูลจำนวนนับที่ตรงกับข้อมูลจำนวนช่องไปแสดงผลเป็นตัวเลข

3.1 วงจรยีฟท์รีจิสเตอร์ เนื่องจากวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก สามารถแสดงผลด้วยบิทที่มีนัยสำคัญที่สุดเพียง 12 บิท หรือตัวเลข 3 หลัก แต่ข้อมูลจำนวนนับที่ได้จากวงจรแรมมีขนาด 24 บิท หรือตัวเลข 6 หลัก ดังนั้นจึงต้องเลือกขนาดของหลักที่ต้องการแสดงผล โดยเฉพาะถ้าข้อมูลจำนวนนับมีจำนวนหลักที่นับได้น้อย จะต้องเลื่อนข้อมูลขึ้นไปยังตำแหน่งของบิทที่แสดงผล



รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงการทำงานของชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและหน่วยแสดงผล

ในการเลื่อนข้อมูลสามารถตั้งได้โดยสวิตช์แบบเลือก ซึ่งติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์ ขนาดของการเลื่อนข้อมูลจะเลื่อนเป็นหลักหรือ 4 บิท เช่น กำหนดเลื่อนข้อมูล 3 หลัก วงจรชิฟท์รีจิสเตอร์จะเลื่อนข้อมูลขึ้นไปจากเดิม 12 บิท กรณีที่เลื่อนข้อมูลมากไป หลอดแอลอีดีจะเปล่งแสง เมื่อลดขนาดการเลื่อนข้อมูลลงจนหลอดแอลอีดีดับ จะได้ภาพบนจอภาพของออสซิลโลสโคปที่ถูกต้อง

เมื่อข้อมูลจำนวนนับถูกเลื่อนไปจนถึงตำแหน่งที่ตั้งไว้แล้วจะได้ข้อมูลเพียง 12 บิท เท่านั้น ที่ถูกส่งเข้าไปยังวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก แล้วผ่านวงจรขยายสัญญาณซึ่งมีให้เลือกแสดงผลอยู่ 2 ชนิด คือ วงจรขยายสัญญาณแบบเชิงเส้น และแบบลอการิทซ์มิค ซึ่งจะนำไปแสดงผลบนจอภาพของออสซิลโลสโคป ในแกนแนวตั้ง

3.2 <u>วงจรกำเนิดสัญญาณมัลติเพลกซ์</u> ประโยชน์ของการใช้ระบบมัลติเพลกซ์คือ ทำให้ประหยัดกระแสไฟเลี้ยง และลดจำนวนสายหรือจำนวนบิทลง เช่น ข้อมูล 24 บิท จะลดลงเหลือ 4 บิท ทำให้สะดวกในการเชื่อมโยงสายไปยังตัวเลขที่อยู่บนแผงหน้าปัทม์ หลักการทำงานคือใช้วิธีส่งตัวเลขทีละหลักเรียงกันไปตามลำดับเช่นครั้งแรกส่งตัวเลขหลักแรก แล้วส่งตัวต่อ ๆ มาจนครบ แล้วเริ่มใหม่อีก ในวงจรนี้ใช้สัญญาณความถี่ 1.4 กิโลเฮิรตซ์ จากวงจรอะสเตเบิล ไปสร้างเป็นสัญญาณมัลติเพลกซ์ส่งไปควบคุมการแสดงผลของตัวเลข จะเห็นตัวเลขติดพร้อมกัน

สัญญาณมัลติเพลกซ์นี้จะส่งไปควบคุมการแสดงของตัวเลขของข้อมูลจำนวนนับ และตัวเลขของข้อมูลจำนวนช่อง

3.3 <u>วงจรเปลี่ยนรหัสจากไบนารีเป็นบีซีดี</u> เพื่อให้ข้อมูลแอดเดรสสามารถแสดงผลเป็นตัวเลขจึงต้องเปลี่ยนข้อมูลแอดเดรส ซึ่งเป็นรหัสไบนารีไปเป็นรหัสบีซีดี โดยใช้วิธีนับเปรียบเทียบ โดยอาศัยสัญญาณนาฬิกาจากวงจรอะสเตเบิล ซึ่งสามารถปรับความถี่ได้ด้วยโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์ ดังนั้นจึงสามารถควบคุมการแสดงผลของตัวเลข ในการเปลี่ยนช่องให้เร็วหรือช้าได้

สัญญาณนาฬิกานี้จะป้อนด้วยจำนวนเท่ากันไปยังวงจรนับแบบไบนารี และวงจรนับแบบบีซีดี ที่เอาท์พุทของวงจรนับแบบบีซีดี นำไปแสดงผลเป็นตัวเลข 4 หลักของจำนวนช่อง โดยใช้วงจรถอดรหัส และวิธีมัลติเพลกซ์ ส่วนเอาท์พุทของวงจรนับแบบไบนารีจะป้อนเข้าวงจรเปรียบเทียบ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแอดเดรส ที่มาจากวงจรนับไบนารีแอดเดรส ถ้าข้อมูลของรหัสไบนารีทั้งสองเท่ากัน จะมีสัญญาณจาก

วงจรเปรียบเทียบไปควบคุมให้ข้อมูลจำนวนนับ ผ่านวงจรถอดรหัสไปแสดงผลเป็นตัวเลข 6 หลัก ดังนั้นข้อมูลจำนวนนับจะแสดงผลตามที่จำนวนช่องกำหนด

ข้อมูลแอดเดรสอีกส่วนหนึ่งป้อนผ่านวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก ไปยังวงจรขยายสัญญาณได้สัญญาณอนาลอก สำหรับใช้แสดงภาพบนจอภาพของออสซิลโลสโคป โดยต่อเข้าแกนแนวนอน หรือแกน X

4. ชุดกำหนดเวลา และ หน่วยจ่ายไฟเลี้ยง

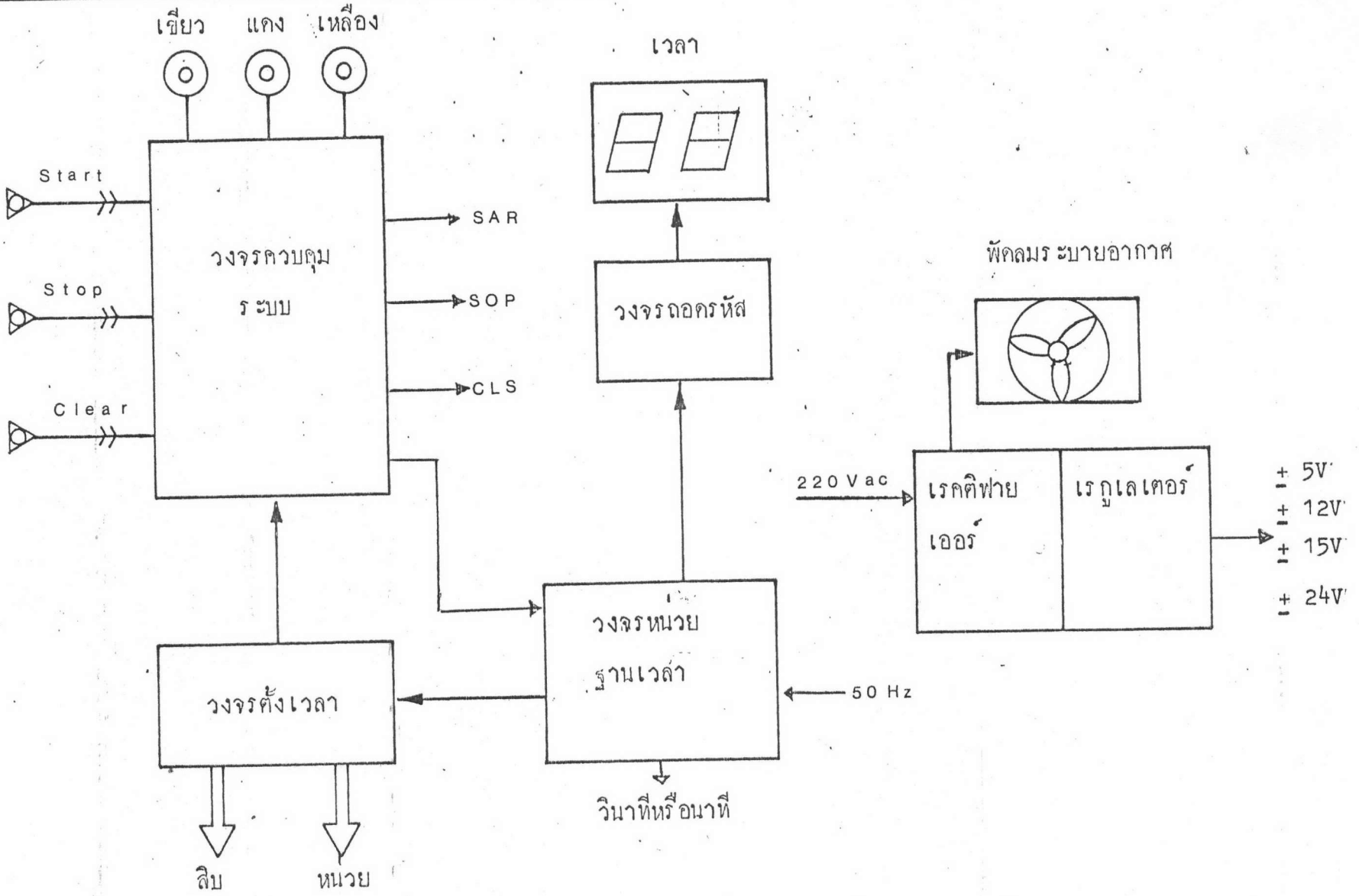
หน้าที่ของชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยงคือ จะส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด เช่น ให้วิเคราะห์สัญญาณ ให้แสดงผล และในการเคลียร์ โดยส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ ซึ่งทำให้ได้สัญญาณจากชุดนี้ ไปควบคุมการทำงานของชุดเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และชุดเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกและหน่วยแสดงผลแผนภาพการทำงานของชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง ดังแสดงในรูปที่ 4.4 มีดังนี้ คือ

4.1 วงจรหน่วยฐานเวลา (time base unit) อาศัยสัญญาณความถี่ 50 เฮิรตซ์ของกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ มาแปลงแรงดันไฟฟ้าให้ลดลง และป้อนเข้าไปในวงจรหน่วยฐานเวลา เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วจะผ่านวงจรหารต่าง ๆ จนได้ฐานเวลาที่ใช้สำหรับตั้งเป็นนาที และวินาที โดยสามารถเลือกได้ด้วยสวิตซ์ที่ติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์ วงจรถอดรหัสจะรับสัญญาณจากวงจรหน่วยฐานเวลามาแสดงผลเป็นตัวเลข

4.2 วงจรตั้งเวลา สามารถกำหนดเวลาได้โดยตรงด้วยสวิตซ์แบบเลือก 2 ตัวที่ติดอยู่บนแผงหน้าปัทม์ ในกรณีที่ไม่ต้องการให้วงจรตั้งเวลาควบคุมการวัดทำได้โดยหมุนสวิตซ์แบบเลือกตัวใดตัวหนึ่งไปที่ Manual และถ้าจะให้หยุดนับสัญญาณก็กดปุ่มสวิตซ์ของ Stop.

สำหรับกรณีที่ได้ตั้งเวลาไว้ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ก็จะมีสัญญาณส่งไปที่หน่วยควบคุมระบบให้ส่งสัญญาณออกไปควบคุมทั้งระบบอีกทอดหนึ่ง

4.3 วงจรควบคุมระบบ การทำงานทั้งระบบจะถูกควบคุมด้วยวงจรควบคุมระบบดังนี้ คือ เมื่อกดปุ่มสวิตซ์ของ Start จะมีสัญญาณส่งไปที่ ชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ ให้ทำการวิเคราะห์สัญญาณ และยังทำให้วงจรหน่วยฐานเวลาเริ่ม นับเวลา ที่แผงหน้าปัทม์หลอดแอลอีดี ลีเยียวจะเปล่งแสง



รูปที่ 4.4 แผนภาพแสดงการทำงานของชุดกำหนดเวลาและหน่วยจ่ายไฟเลี้ยง

. เพื่อแสดงว่าระบบกำลังวิเคราะห์สัญญาณ

เมื่อกดปุ่มสวิตช์ของ Stop วงจรควบคุมระบบจะส่งสัญญาณควบคุมไปที่ชุดหน่วยความจำ และหน่วยนับเพื่อให้หยุดวิเคราะห์สัญญาณ โดยทำให้วงจรแรมอยู่ในสภาวะอ่านอย่างเดียว และวงจรควบคุมลิเนียร์เกทถูกห้ามไม่ให้เคลียร์ ดังนั้นลิเนียร์เกทจะปิดตลอด รวมทั้งวงจรหน่วยฐานเวลาจะหยุดนับด้วย หลอดแอลอีดี สีแดงจะเปล่งแสงเพื่อแสดงว่าระบบกำลังอยู่ในสภาวะแสดงผล กรณีที่วงจรตั้งเวลา ถูกตั้งเวลาไว้เมื่อครบกำหนดเวลาจะมีสัญญาณมาที่วงจรควบคุมระบบ และทำให้วงจรควบคุมระบบส่งสัญญาณไปที่วงจรต่าง ๆ เช่นเดียวกับที่กดปุ่มสวิตช์ของ Stop

เมื่อกดปุ่มสวิตช์ของ Clear วงจรควบคุมระบบจะส่งสัญญาณไปควบคุมชุดหน่วยความจำและหน่วยนับ โดยทำให้วงจรหน่วยนับอยู่ในสภาวะเคลียร์ ดังนั้นวงจรแรมจะนำข้อมูลศูนย์เข้าไปเก็บ ที่วงจรหน่วยฐานเวลาจะถูกเคลียร์ด้วย หลอดแอลอีดีสีเหลืองจะเปล่งแสง เพื่อแสดงว่าข้อมูลต่าง ๆ ได้ถูกเคลียร์ และเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง พร้อมที่จะวิเคราะห์สัญญาณชุดใหม่ต่อไป

4.4 <u>วงจรเรกูเลเตอร์</u> หน่วยจ่ายไฟเลี้ยงจะจ่ายแรงดันคงที่ให้แก่วงจรต่าง ๆ ซึ่งแรงดันคงที่นี้มาจาก การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้มีขนาดลดลง แล้วผ่านชุดเรคติฟายเออร์ (rectifier) และตัวกรองแรงดันให้เรียบ จากนั้นผ่านวงจรเรกูเลเตอร์ จะได้แรงดันคงที่ ไปจ่ายแก่วงจรต่าง ๆ

เนื่องจากเครื่องวิเคราะห์นี้ มีจำนวนอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์จำนวนมาก ทำให้เกิดความร้อนขึ้น ซึ่งจะทำให้วงจรไฟฟ้าทำงานไม่เป็นปกติ จึงใช้พัดลมระบายอากาศ มาช่วยระบายอากาศให้อุณหภูมิลดลง

5. <u>วิธีใช้เครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง</u>

(1) เปิดสวิตช์ของชุดจ่ายไฟ

เปิดสวิตช์ของพัดลมระบายอากาศ

(2) กดปุ่มสวิตช์ของ Clear หลอดแอลอีดีสีเหลืองจะเปล่งแสง

(3) ตั้งสวิตช์เลือกเวลาเป็นนาทีหรือวินาที

ตั้งสวิตช์ของวงจรตั้งเวลาไปยังตำแหน่งที่ต้องการ กรณีที่ตั้งไว้ในตำแหน่ง Manual เครื่องจะหยุดนับเมื่อกดปุ่มสวิทช์ของ Stop

(4) ตั้งขนาดของจำนวนช่องด้วยสวิตช์ของ Conversion Gain

(5) ปรับ Zero และ Fine Zero เพื่อให้ช่องที่ 0 ตรงกับพลังงานศูนย์ (ได้จากการเขียนกราฟ)

(6) ตั้ง LLD เพื่อลดสัญญาณรบกวน

(7) ต่อสายจาก Horizontal และ Vertical เอาท์พุทจากเครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง ไปยังเครื่องออสซิลโลสโคปที่แกนแนวนอน และแกนแนวตั้งตามลำดับ

(8) ตั้งสวิตช์แบบโยกไปที่ Log หรือ Lin ตามต้องการ เพื่อเลือกแสดงภาพบนจอภาพของออสซิลโลสโคป

(9) ตั้งสวิตช์แบบเลือกของ Shift Register เพื่อเลื่อนข้อมูลของจำนวนนับไปแสดงผลด้วยภาพ

กรณีตั้งขนาดการเลื่อนข้อมูลมากไป หลอดแอลอีดีของวงจร ฮีฟท์รีจิสเตอร์จะเปล่งแสง

(10) ต่อสายเข้าที่อินพุทของ Signal Input

สัญญาณที่เข้ามาจะต้องเป็นแบบเนกาทีฟ ยูนิโพลาร์ มีขนาดแรงดันจาก 0 ถึง 8 โวลต์

(11) กดปุ่มสวิตช์ Clear อีกครั้ง เครื่องพร้อมที่จะวิเคราะห์สัญญาณ

(12) กดปุ่มสวิตช์ของ Start เครื่องจะทำการวิเคราะห์สัญญาณ หลอดแอลอีดีสีเขียวจะเปล่งแสง

(13) เครื่องวิเคราะห์ 1024 ช่อง จะหยุดวิเคราะห์สัญญาณ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ หรือเมื่อกดปุ่มสวิตช์ของ Stop หลอดแอลอีดี สีแดงจะเปล่งแสง ขณะนี้เครื่องจะอยู่ในสภาวะแสดงผล

(14) ตัวเลขของข้อมูลจำนวนนับ และตัวเลขของจำนวนช่องสามารถปรับให้แสดงด้วยอัตราเร็วหรือช้าได้

(15) เมื่อทดลองเสร็จ ให้ถอดสายที่ต่อกับแผงหน้าปัทม์ออก

(16) ปิดสวิตช์ของชุดจ่ายไฟ

เว้นระยะเวลาอย่างน้อย 3 นาที แล้วปิดสวิตช์ของพัดลมระบายอากาศ