หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ระบบของเครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอล

2.1 บทนำ

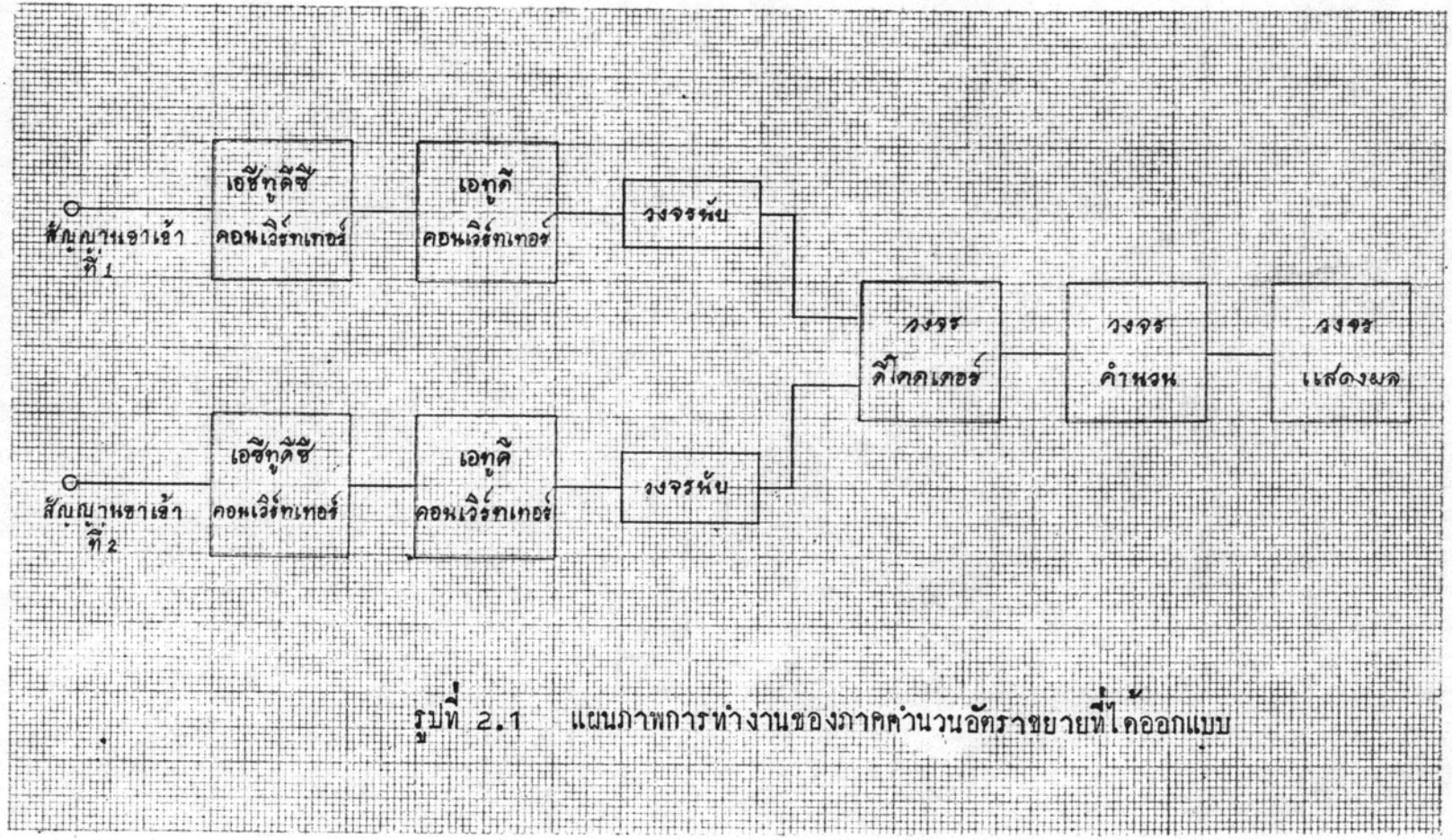
จากการศึกษาพบว่าวงจรที่ใช้ในเครื่องวิเคราะห์วงจรที่ใช้กันในปัจจุบันใช้เทคนิคทางอนาลอกเสียส่วนใหญ่ จะใช้เทคนิคทางดิจิทอลก็เฉพาะทางภาคแสดงผลเท่านั้น ซึ่งทำให้มีความผิดพลาดในวงจรมาก ดังนั้นการออกแบบวงจรของเครื่องวิเคราะห์วงจรโดยใช้วิธีการทางดิจิทอล จึงเป็นวิธีที่น่าศึกษา การศึกษานั้นจะเริ่มจากการเขียนแผนภาพการทำงานของเครื่องฯเพื่อที่จะออกแบบวงจรให้เป็นไปตามต้องการ ชนิดของวงจรและแผนภาพการทำงานของเครื่องฯจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

2.2 ภาควัดอัตราขยาย

ในภาคแรกของภาคนี้จะเป็นวงจรเอซีทูดีซีคอนเวิร์ทเทอร์ (AC. to DC. Converter) ซึ่งอาจใช้วงจรที่ใช้กันอยู่ทั่วไป วงจรเอทูดีคอนเวิร์ท (A. to D. Converter) จะนำมาใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณที่ได้นั้นให้เป็นสัญญาณทางดิจิทอลซึ่งสามารถนำไปหารกันโดยใช้แคลคูเลเตอร์ชิพ โดยวิธีนี้เราจะเห็นได้ว่าการทำงานของภาคอัตราขยายเป็นการใช้เทคนิคทางดิจิทอลเป็นส่วนใหญ่ แผนภาพการทำงานของภาควัดอัตราขยายได้แสดงในรูปที่ 2.1

2.3 ภาควัดความแตกต่างมุม

ในการวิจัยนี้เราจะใช้วิธีปล่อยจำนวนลูกคลื่นของสัญญาณความถี่สูงที่มีความถี่คงที่ในช่วงเวลาที่วงจรตรวจความแตกต่างของจุดที่สัญญาณขาเข้าทั้งสองผ่านจากระดับลบไประดับศูนย์เข้าไปบันทึกไว้ในวงจรนับฐานสิบและเก็บค่าไว้ ในขณะเดียวกันจำนวนลูกคลื่นของสัญญาณความถี่สูงอันเดียวกับอันแรกจะถูกบันทึกไว้ในวงจรนับฐานสิบนานเท่ากับเวลาของหนึ่งคาบ



รูปที่ 2.1 แผนภาพการทำงานของภาคคำนวนอัตราขยายที่ได้ออกแบบ

ของสัญญาณขาเข้า แล้วจึงเอาค่าในวงจรนับฐานสิบอันแรกคูณด้วย 360 และหารด้วยค่าในวงจรนับฐานสิบอันหลัง โดยใช้แคลคูเลเตอร์ชิพคำนวน เราจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าของความแตกต่างมุมของสัญญาณขาเข้าทั้งสอง หลักการนี้สามารถที่จะอธิบายตามสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ให้ T_1 = ช่วงเวลาที่ต่างกันของ จุดผ่านระดับศูนย์ของสัญญาณขาเข้าทั้งสอง

T = คาบของสัญญาณขาเข้า

f = ความถี่ของสัญญาณความถี่สูง

P_1 = จำนวนลูกคลื่นที่วงจรนับฐานสิบชุดแรกนับได้

P = จำนวนลูกคลื่นที่วงจรนับฐานสิบชุดหลังนับได้

$$P_1 = T_1 f \qquad (2.1)$$

$$P = Tf \qquad (2.2)$$

จากสมการ (2.1) และ (2.2) จะได้ว่า

$$P_1/P = T_1/T$$

เนื่องด้วยอัตราส่วน T_1 ต่อ T นั้นแปรผันโดยตรงกับค่าความแตกต่างมุม เพราะว่าความแตกต่างมุมสูงสุดเป็น 360 องศา ส่วนค่าอัตราส่วน T_1 ต่อ T สูงสุดเป็นหนึ่ง ดังนั้นเราจะได้ว่า

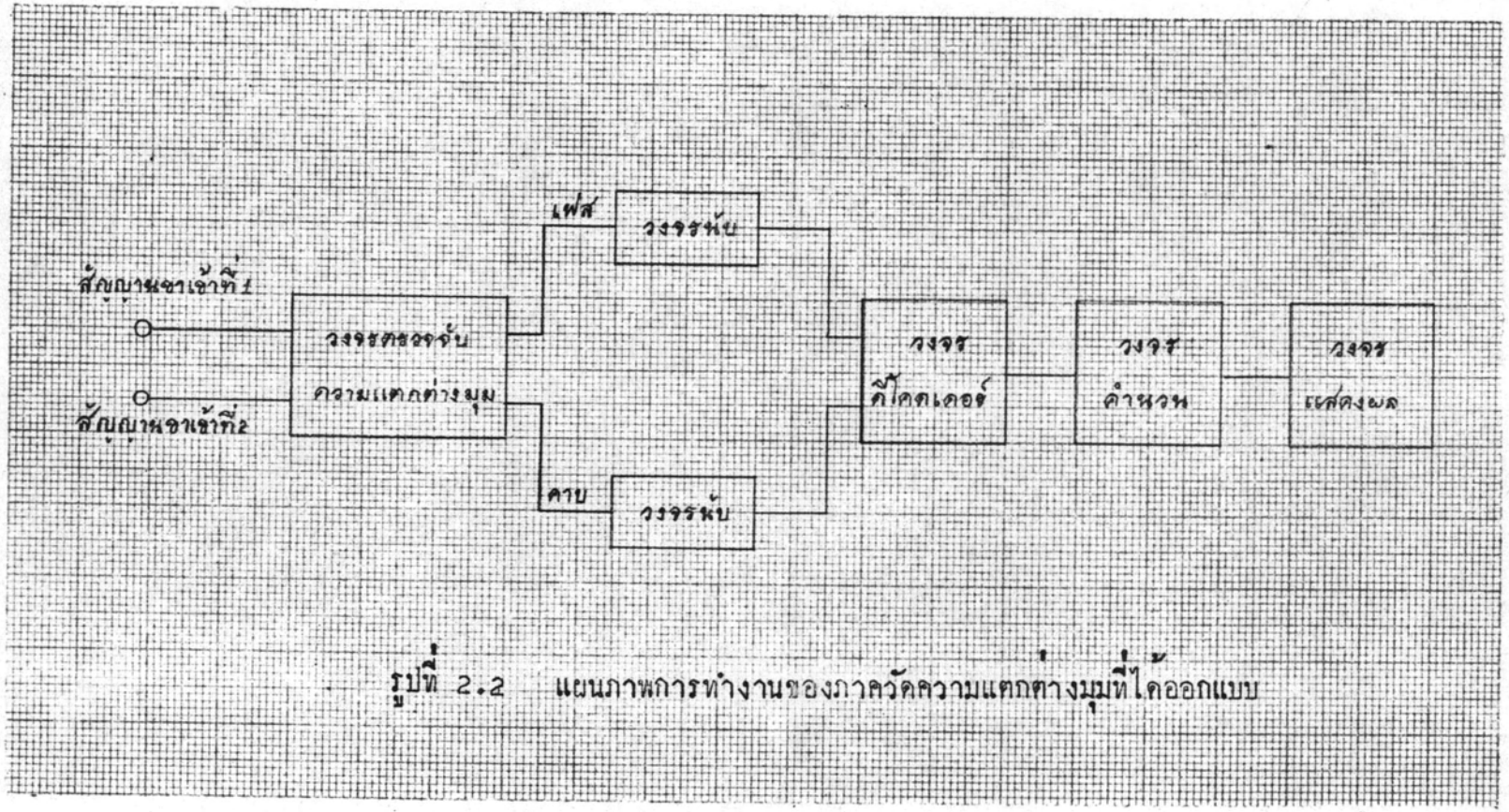
ความแตกต่างมุม $= (T_1/T)360$ องศา

$= (P_1/P)360$ องศา

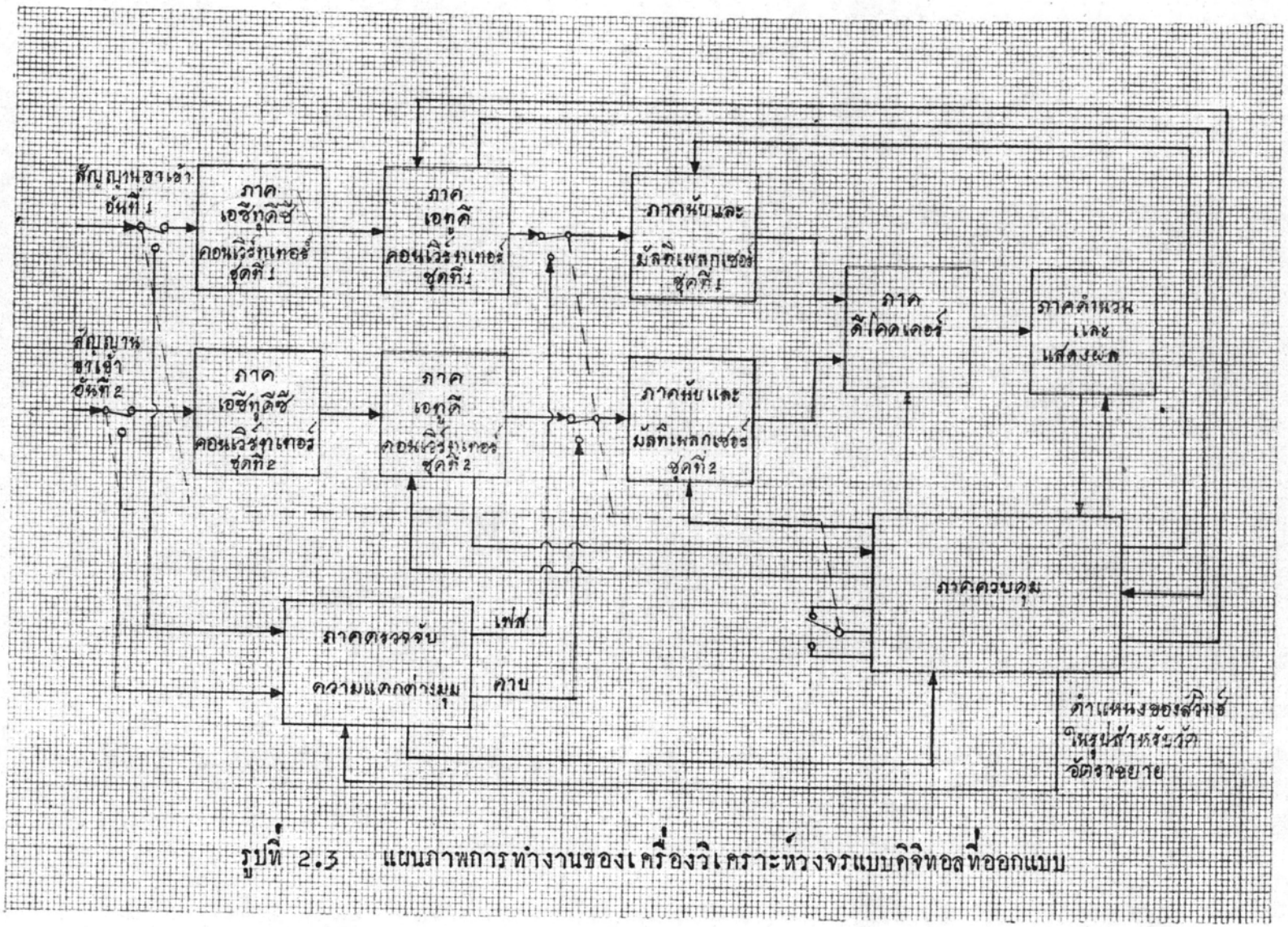
นั้นคือความแตกต่างมุมจะเท่ากับผลในวงจรชุดแรกหารด้วยผลของวงจรนับชุดหลังคูณด้วย 360 แผนภาพการทำงานของภาควัดความแตกต่างมุมแสดงในรูปที่ 2.2

2.4 แผนภาพตัวเครื่อง

จากการรวมเอาวงจรที่กล่าวในหัวข้อ 2.2 และ 2.3 เข้าด้วยกัน กับวงจรควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด เราสามารถเขียนแผนภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอลในรูปที่ 2.3 โดยที่วงจรในแต่ละส่วนของแผนภาพมีหน้าที่ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 แผนภาพการทำงานของภาควัดความแตกต่างมุมที่ได้ออกแบบ



รูปที่ 2.3 แผนภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอลที่ออกแบบ

2.4.1 ภาค เอซี ทู ดีซี คอนเวิร์ทเทอร์ (AC. to DC. Converter) วงจรนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณขาเข้าให้กลายเป็นสัญญาณไฟตรงที่มีระดับแรงดันกระแสตรงเท่ากับแรงดันยังผลของสัญญาณขาเข้า ในวงจรนี้อาจจะเพิ่มวงจรขยายที่มีอัตราขยายสิบเท่าเพื่อที่จะขยายสัญญาณขาเข้าที่มีขนาดเล็กๆ

2.4.2 ภาค เอทูดี คอนเวิร์ทเทอร์ (A. to D. Converter) ทำหน้าที่แปลงแรงดันยังผลจากภาค เอซีทูดีซี คอนเวิร์ทเทอร์ ให้เป็นจำนวนของลูกคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีความถี่คงที่

2.4.3 ภาคตรวจจับความแตกต่างมุม ทำหน้าที่ปล่อยให้สัญญาณความถี่สูงคงที่ผ่านเข้าไปในวงจรนับฐานสิบโดยปลายหนึ่งจะปล่อยสัญญาณเป็นเวลาที่ต่างกันของจุดที่สัญญาณขาเข้าทั้งสองของวงจรผ่านจากระดับต่ำกว่าศูนย์ไปยังระดับศูนย์ ส่วนอีกปลายหนึ่งจะปล่อยสัญญาณเป็นเวลาเท่ากับหนึ่งคาบของสัญญาณขาเข้า

2.4.4 ภาคนับและมัลทิเพลกเซอร์ ทำหน้าที่นับจำนวนลูกคลื่นที่ผ่านเข้ามาโดยนับในระบบเลขฐานสิบ หลังจากนับเสร็จเรียบร้อยก็จะมัลทิเพลก (Multiplex) ให้ส่งสัญญาณที่ละหลักเข้าสู่ภาคดีโคดเดอร์ การส่งผลของการมัลทิเพลกจะถูกควบคุมโดยภาคควบคุม

2.4.5 ภาคดีโคดเดอร์ ทำหน้าที่แปลงโคดที่ส่งมาจากวงจรนับให้เป็นสัญญาณขาออกอันใดอันหนึ่งในตัวเลขทั้งสิบของเลขในระบบฐานสิบ ปลายขาออกอันใดที่ตรงกับโคดที่ส่งมาจะทำหน้าที่ไปควบคุมให้รีเลย์ทำงานเพื่อที่จะส่งตัวเลขนั้นเข้าสู่แคลคูเลเตอร์ในภาคคำนวนและแสดงผล ในขณะเดียวกันจะต้องสามารถส่งผลของตัวเลข 0,2,3 หรือ 6 ที่ส่งจากภาคควบคุมให้เข้าสู่แคลคูเลเตอร์ชิพ เพราะว่าตัวเลขทั้งสี่นี้จะเกิดขึ้นในกรณีที่เราวัด อัตราขยายในหน่วยเดซิเบล และกรณีวัดความแตกต่างมุมในหน่วยองศา

2.4.6 ภาคคำนวนและแสดงผล วงจรนี้จะต้องเอาผลลัพธ์ที่ได้จากการดีโคดผลของวงจรนับฐานสิบชุดที่ 1 มาหารด้วยผลในวงจรนับฐานสิบชุดที่ 2 ซึ่งต้องการภาคควบคุมมาสั่งให้เปลี่ยนผลหารไปเป็นลอการิทึมของผลหารแล้วคูณด้วย 20 เพื่ออ่านอัตราขยายเป็นเดซิเบล หรือเอาผลหารมาแสดงผลเลยก็ได้ในขณะเดียวกันยังสามารถทำการคูณผลหารด้วย 360 เพื่อให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความแตกต่างมุมในหน่วยองศา

2.4.7 ภาคควบคุม การทำงานในวงจรนี้เป็นตามลำดับก่อนหลังดังนี้

ลำดับที่ 1 วงจรควบคุมจะรอรับสัญญาณจากภาค เอทูดี คอนเวิร์ทเทอร์ หรือจากภาคตรวจจับความแตกต่างมุมโดยใช้สวิทช์เลือกสัญญาณไฟฟ้า (Selector) เป็นตัวกำหนด

ลำดับที่ 2 จัดส่งสัญญาณให้ภาคนับและมัลทิเพลกเซอร์ชุดที่ 1 ให้ภาคนับและมัลทิเพลกเซอร์ชุดที่ 1 ส่งค่าที่เก็บไว้มายังภาคดีโคดเดอร์ทีละหลักโดยส่งหลักที่มีค่าของหลักสูงก่อน ในระหว่างการส่งหลักต่อหลักนี้ต้องมีช่วงว่างที่พอเหมาะที่จะไม่ส่งผลมายังภาคดีโคดเดอร์

ลำดับที่ 3 จัดส่งสัญญาณ "หาร" ให้ ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 4 จัดส่งสัญญาณให้ภาคนับและมัลทิเพลกเซอร์ชุดที่ 2 โดยส่งสัญญาณไปยังภาคดีโคดเดอร์เช่นเดียวกับที่กล่าวในลำดับที่ 2

ลำดับที่ 5 จัดส่งสัญญาณ "=" ให้ภาคคำนวน

ถ้าต้องการวัดอัตราขยายในหน่วยของเท่าจะส่งสัญญาณให้ส่วนแสดงผลแสดงผลลัพธ์ได้เลย ถ้าต้องการวัดอัตราขยายในหน่วยเดซิเบลจะต้องเพิ่มเติมคำสั่งของภาคควบคุมตามลำดับขั้นต่อไปนี้

ลำดับที่ 6 จัดส่งสัญญาณ "log" ให้ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 7 ให้รอสัญญาณจากภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 8 จัดส่งสัญญาณ "คูณ" ให้ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 9 จัดส่งสัญญาณ "2" และ "0" ให้ภาคคำนวนฯตามลำดับ

ลำดับที่ 10 จัดส่งสัญญาณ "=" ให้ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 11 จัดส่งสัญญาณให้ส่วนแสดงผลแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวน จะได้ผลลัพธ์เป็นอัตราขยาย ของสัญญาณขาเข้าทั้งสองในหน่วยเดซิเบลตามต้องการ

เมื่อต้องการวัดความแตกต่างมุมให้ดำเนินลำดับการทำงานในภาคควบคุมจากลำดับที่ 1 ถึง 5 เมื่อทำลำดับที่ 5 เสร็จแล้วให้ทำตามลำดับเพิ่มเติมดังนี้

ลำดับที่ 12 จัดส่งสัญญาณ "คูณ"ให้ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 13 จัดส่งสัญญาณ "3" , "6" และ "0" ให้ภาคคำนวนฯ ตามลำดับ

ลำดับที่ 14 จัดส่งสัญญาณ "=" ให้ภาคคำนวนฯ

ลำดับที่ 15 จัดส่งสัญญาณให้ภาคแสดงผลแสดงผลลัพธ์ของการคำนวน จะได้ผลลัพธ์แสดงความแตกต่างของมุม

หลังจากที่ภาคควบคุม-ควบคุมการทำงานให้เครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอลวัดอัตราขยายหรือวัดความแตกต่างมุม ตามลำดับขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว ภาคควบคุมฯจะต้องส่งสัญญาณให้ภาคเอทูดีฯ หรือภาคตรวจจับความแตกต่างมุมเพื่อสั่งให้ภาคนั้นส่งผลไปยังภาคนับฯ การเลือกว่าจะส่งสัญญาณให้ภาคใดเราควบคุมด้วยสวิทช์เลือกสัญญาณไฟฟ้าเมื่อส่งสัญญาณแล้วภาคควบคุมจะเริ่มทำงานตามลำดับโดยเริ่มตั้งแต่ลำดับที่ 1 อีก

2.5 สรุปผล

จากเนื้อเรื่องที่ได้กล่าวมาแล้วพร้อมแผนภาพการทำงานของเครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอลและคุณสมบัติของส่วนต่างๆในแผนภาพ ผลที่ได้คือแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์วงจรแบบดิจิทอล การออกแบบวงจรต่างๆจะกล่าวอย่างละเอียดในบทต่อไป