บทที่ 5

การทดลองระบบ

ในการทดสอบการทำงานของระบบข่ายวงจรท้องถิ่น ได้มีการทดลองหน้าที่ต่างๆ ของข่ายวงจรท้องถิ่น ดังต่อไปนี้

5.1 <u>การทดลองเรียกภายในสถานี</u>

ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ1.2 แล้วว่า การติดต่อภายในสถานีเดียวกัน สามารถทำได้พร้อมกัน 10 คู่สาย โดยอุปกรณ์โทรศัพท์หรืออุปกรณ์สื่อสารข้อมูล ซึ่งการทดลองของแต่ละอุปกรณ์มีดังนี้

5.1.1 <u>การเรียกภายในสถานีของอุปกรณ์โทรศัพท์</u> เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์แล้วได้ยินเสียง Dial Tone ต้องทำการกดปุ่มเลือกหมายเลขจำนวน 3 หมายเลข โดยหมายเลขแรกจะแทนหมายเลขสถานี และสองหมายเลขหลังจะแทนหมายเลขอุปกรณ์ เมื่อหมายเลขปลายทางว่างผู้ใช้จะได้ยินเสียงสัญญาณสายว่าง (Ring Back Tone) และในกรณีเลขหมายปลายทางไม่ว่างผู้ใช้จะได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

<u>ผลการทดลอง</u>

สามารถเรียกหมายเลขปลายทางได้ทุกหมายเลข ส่วนการสนทนารับฟังได้ชัดเจน และสามารถสนทนากันได้โดยไม่รบกวนหมายเลขอื่น

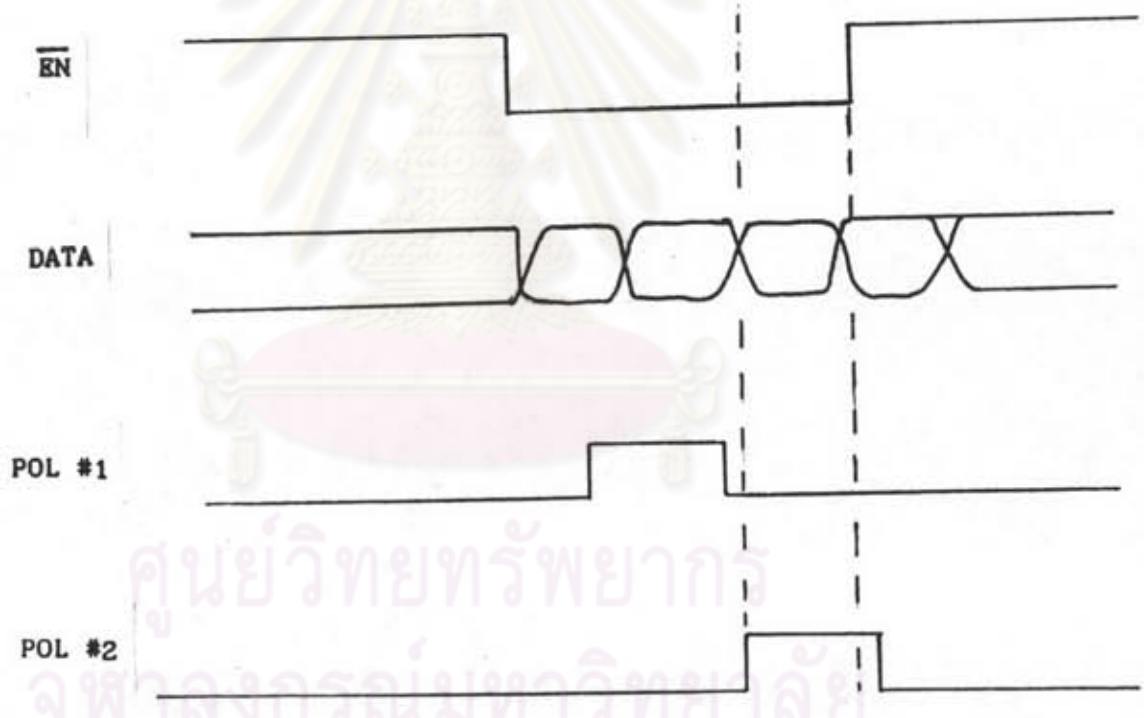
<u>ปัญหาที่พบจากการทดลอง</u>

เนื่องจากโทรศัพท์ที่ใช้ในระบบข่ายวงจรท้องถิ่นเป็นโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณอยู่ด้วย ซึ่งอุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณนี้ก็เป็นอุปกรณ์หนึ่งในระบบด้วย ดังนั้นเพื่อความเหมาะสม จะใช้อุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณ 1 อุปกรณ์ บริการอุปกรณ์โทรศัพท์จำนวน 3 เครื่อง ในการทดลองตอนแรกจะเกิดปัญหาเมื่อผู้ใช้อุปกรณ์โทรศัพท์ที่ใช้อุปกรณ์ถอดรหัสเสียงสัญญาณชุดเดียวกัน ยกหูเพื่อจะกดปุ่มเลขหมาย หมายเลขที่ผู้กดคนแรกกดจะหลุดไปยังอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องถัดมา ทำให้หน่วยควบคุมสถานีรับหมายเลขที่ส่งจากอุปกรณ์โทรศัพท์ตัวแรกเป็นหมายเลขที่ส่งจากอุปกรณ์ตัวถัดมาด้วย เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเวลาที่หน่วยควบคุมสถานี

รับหมายเลขจากอุปกรณ์โทรศัพท์ตัวแรกแล้วไปโพลลิ่งอุปกรณ์โทรศัพท์เครื่องถัดมานั้นเร็วเกินไป ทำให้การรับเลขหมายผิดพลาด ดังรูป 5.1

<u>การแก้ไขปัญหา</u>

ใช้การหน่วงเวลาทางซอฟท์แวร์ ให้การโพลลิ่งไปยังอุปกรณ์เครื่องถัดมานั้นนานพอ ที่ค่าหมายเลขที่ถูกถอดรหัสก่อนหน้านั้นหายไปเสียก่อน (เวลาที่ค่าหมายเลขที่ถูกถอดรหัสจะหายไปคือ 1.2 ms) จากนั้นไม่พบความผิดพลาดของการหมุนหมายเลขอีก



รูปที่ 5.1 แสดงไดอะแกรมเวลาการอ่านค่าหมายเลขโทรศัพท์ที่ถูกถอดรหัส

5.1.2 <u>การเรียกภายในสถานีของอุปกรณ์รับส่งข้อมูล</u> ผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลสามารถติดต่อกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (ไมโครคอมพิวเตอร์) หมายเลขอื่นๆภายในข่ายวงจรท้องถิ่นเช่นเดียวกับอุปกรณ์โทรศัพท์ ดังหัวข้อ2.3.1.2 โดยในการทดลองได้ใช้โปรแกรมรับ

ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ ซึ่งเขียนขึ้นโดย คุณมนตรี[6] และได้ทดลองใช้โปรแกรมสื่อสารข้อมูลอื่นๆด้วย เช่น XTALK , PROCOMM เป็นต้น

ผลการทดลอง

การทดลองโดยใช้โปรแกรมที่คุณมนตรีเขียนขึ้น สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 2,400 บิทต่อวินาทีได้อย่างถูกต้องแน่นอน ส่วนที่อัตราการรับส่งข้อมูล 4,800 บิทต่อวินาที สามารถรับส่งข้อมูลได้ดีเช่นกัน แต่มีการส่งบล็อกข้อมูลซ้ำเนื่องจากข้อมูลที่ส่งผิดพลาดมากขึ้น ส่วนกรณีที่ใช้โปรแกรม XTALK หรือ PROCOMM สามารถส่งข้อมูลที่อัตรา 4,800 บิทต่อวินาทีได้ (อุปกรณ์รับส่งข้อมูลสามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุดที่อัตรา 8,000 บิทต่อวินาที) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยคุณมนตรีนั้น ให้อุปกรณ์ทางด้านส่ง ส่งข้อมูลแต่ละบล็อกเร็วเกินไป อุปกรณ์ทางด้านรับยังไม่ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลบล็อกก่อนหน้าจนเสร็จ ก็ต้องมารับข้อมูลบล็อกใหม่อีก ทำให้เกิดการทำงานสองอย่างพร้อมกัน จึงทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้น กล่าวได้ว่าความผิดพลาดนี้เกิดขึ้นจากการทำงานของโปรแกรม มิได้เกิดจากช่องสัญญาณของระบบ ดังนั้นเมื่อใช้โปรแกรมสื่อสารอื่นๆ จึงสามารถส่งข้อมูลที่อัตราเร็ว4,800 บิทต่อวินาทีได้

ปัญหาที่พบจากการทดลอง

กรณีโปรแกรมของคุณมนตรี ในตอนแรกของการรับส่งข้อมูล ปรากฏว่าการรับส่งข้อมูลด้านต้นทางมีความผิดปกติไม่สามารถติดต่อกับปลายทางได้ โดยมี TIME OUT หลุดออกจากระบบสื่อสารบ่อยๆ

การแก้ไขปัญหา

จากการทดสอบอุปกรณ์ทางด้านรับปรากฏว่าสามารถรับข้อมูลที่ถูกส่งจากด้านส่งได้ แต่ทั้งนี้เนื่องจากค่า TIME OUT ที่ตั้งไว้ที่อุปกรณ์ด้านส่งมีค่าสั้นกว่าช่วงเวลาที่อุปกรณ์ด้านรับจะตอบสัญญาณกลับมา จึงต้องเพิ่มค่า TIME OUT ที่ด้านส่ง เพื่อรอให้อุปกรณ์ด้านรับส่งสัญญาณตอบกลับมาให้ถึงเสียก่อน

5.2 การทดลองเรียกระหว่างสถานี

5.2.1 การทดลองเรียกระหว่างสถานีของอุปกรณ์โทรศัพท์

ในการเรียกระหว่างสถานีนั้นจะใช้ช่องเวลาเพียงหนึ่งช่องเวลาในการติดต่อ (กรณีการติดต่อภายในสถานีต้องใช้ 3 ช่องเวลา)

ผลการทดลอง

หน่วยควบคุมส่งชิกแนลลิงติดต่อได้อย่างถูกต้อง โทรศัพท์ทางด้านรับและด้านส่งสามารถติดต่อกันในช่องเวลาที่ถูกต้อง ระดับเสียงสัญญาณรับฟังได้ชัดเจน และเมื่อยกเลิกการติดต่อหน่วยควบคุมสถานีสามาถส่งชิกแนลลิงยกเลิกการติดต่อได้ถูกต้องเช่นกัน

5.2.2 การทดลองเรียกระหว่างสถานีของอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

การติดต่อระหว่างสถานีของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลได้ทดลองใช้โปรแกรมของคุณมนตรี[6] และโปรแกรมสื่อสารอื่นๆ เช่นเดียวกับการทดลองเรียกภายในสถานี

ผลการทดลอง

ได้ผลเช่นเดียวกับกรณีการติดต่อภายในสถานี คือโปรแกรมซึ่งสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ของคุณมนตรี สามารถติดต่อได้อย่างถูกต้อง ไม่มีข้อมูลผิดพลาดที่อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด 2,400 บิทต่อวินาที ส่วนการใช้โปรแกรมสื่อสารอื่นๆ สามารถติดต่อที่อัตราส่ง 4,800 บิทต่อวินาทีได้อย่างถูกต้อง

5.3 การทดลองเรียกออกภายนอกข่ายวงจรท้องถิ่น

ผลการทดลอง

ในการทดลองเรียกออกภายนอกข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ได้ทำการต่อกับชุมสายภายในของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปรากฏว่าการติดต่อได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนั้นก็ได้ทำการต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยก็ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน

ปัญหาที่พบจากการทดลอง

ในตอนแรกของการทดลองนั้นพบว่า เสียงที่ผ่านเข้ามายังข่ายวงจรท้องถิ่นนั้นมีกำลังต่ำมาก และมีสัญญาณรบกวนมากด้วย

การแก้ไขปัญหา

จากปัญหาดังกล่าวพบว่าเกิดจากการที่ความต้านทานระหว่างวงจรด้านเข้าและวงจรด้านออกไม่แมทช์กัน จึงได้ทำการปรับความต้านทานใหม่ ก็พบว่าปัญหาดังกล่าวหมดไป

5.4 การทดลองเรียกเข้าภายในข่ายวงจรท้องถิ่น

ผลการทดลอง

จากการเรียกเข้าภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนั้นได้ทำการต่อกับชุมสายภายในของคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยทำเรียกเข้ามายังหมายเลขอันหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้เป็นเลขหมายของพนักงาน (ในระบบนี้ให้เป็นอุปกรณ์หมายเลข 1) โดยการขอติดต่อไปยังหมายเลขอื่นๆภายในระบบ ต้องให้พนักงานเป็นผู้โอนสายให้ ผลปรากฏว่าการติดต่อได้ผลดี การโอนไปยังหมายเลขอื่นไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

ปัญหาที่เกิดจากการทดลอง

ในการต่อคู่สายภายนอกพ่วงกับเลขหมายพนักงานของข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ทำให้เกิดการรบกวนกันได้ เนื่องจากสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ภายนอกที่นำมาพ่วงนั้น จะเหมือนกับสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้า ทำให้โปรแกรมทำงานผิดพลาด

การแก้ไขปัญหา

อย่าต่อเลขหมายภายนอกพ่วงกับคู่สายของชุมสายอื่น

5.5 การทดลองโอนเลขหมาย

ผลการทดลอง

การโอนเลขหมายของอุปกรณ์โทรศัพท์ภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนี้สามารถโอนภายในได้ ทั้งในกรณีที่เครื่องต้นทาง และเครื่องที่เป็นผู้โอนอยู่ในสถานีเดียวกันและอยู่คนละสถานี โดยในขณะที่ทำการโอนนั้น ผู้โอนต้องทำการยึดสถานะของสายต้นทางไว้ด้วย มิฉะนั้นสายต้นทางจะขาดไป สำหรับการโอนเลขหมายโดยใช้พนักงานรับสายและโอนสายเข้ามาภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน

5.6 การทดลองจองเลขหมาย

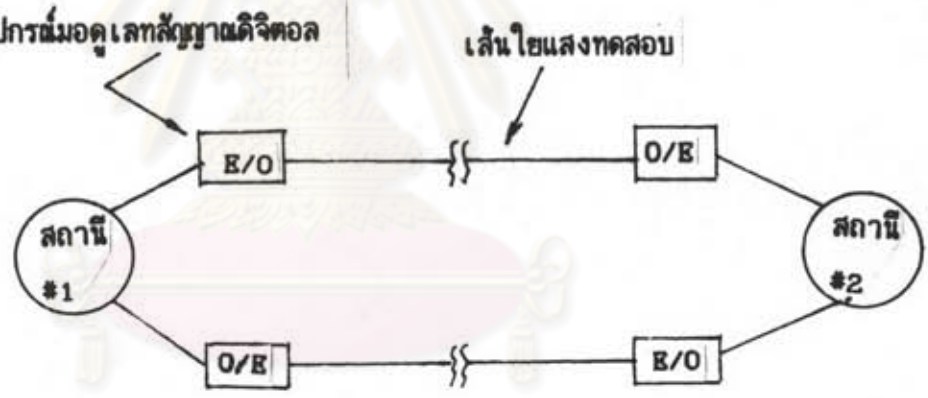
ผลการทดลอง

จากการทดลองจองเลขหมายของอุปกรณ์โทรศัพท์ภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ผลปรากฏว่าโปรแกรมควบคุมสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์ต้นทางซึ่งเป็นผู้จองเลขหมาย

ได้รับสัญญานกระดิ่งเรียกเมื่อผู้ใช้ปลายทางว่าง ส่วนเมื่อต้นทางยกหูแล้ว ปลายทางก็จะได้สัญญานกระดิ่งเรียกเช่นกัน สำหรับการสนทนา เมื่อทำการจองเลขหมายนั้น สัญญานเสียงชัดเจนดี

5.7 <u>การทดลองต่อเข้ากับช่องสัญญาณแสง</u>

เนื่องจากข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ถูกออกแบบให้ต่อเข้ากับช่องสัญญาณแสงได้ จึงได้มีการทดลองต่อสถานีจำนวน 2 สถานี เข้ากับอุปกรณ์มอดูเลทสัญญาณดิจิตอลของห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสาร [16] โดยมีแผนผังดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงผังการทดลองระบบข่ายวงจรท้องถิ่น

สำหรับสายเส้นใยแสงที่ใช้นั้น มีความยาว 5 เมตร จากสถานีหนึ่งถึงอีกสถานีหนึ่ง

และผู้ทดลองได้ใส่อุปกรณ์ลดทอนสัญญาณแสงไว้ 3 dB โดยปกติเส้นใยแสงจะมีค่าการลดทอนสัญญาณแสงประมาณ 3 dB ต่อกิโลเมตร ทำให้ค่าการลดทอนสัญญาณแสงที่ตั้งไว้มีค่าเทียบเท่ากับการลดทอนสัญญาณแสงโดยเส้นใยแสงซึ่งมีความยาว 1 กิโลเมตร จากผลการทดลองปรากฏว่าช่ายวงจรท้องถิ่นสามารถทำงานได้ดี

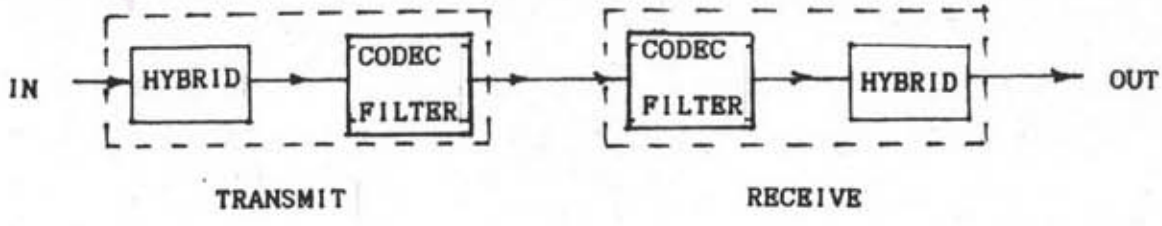
5.8 การทดลองวัดคุณสมบัติของวงจรโทรศัพท์

ค่าที่ต้องการวัดคือ ผลตอบเชิงความถี่และความเพี้ยนในวงจรโทรศัพท์

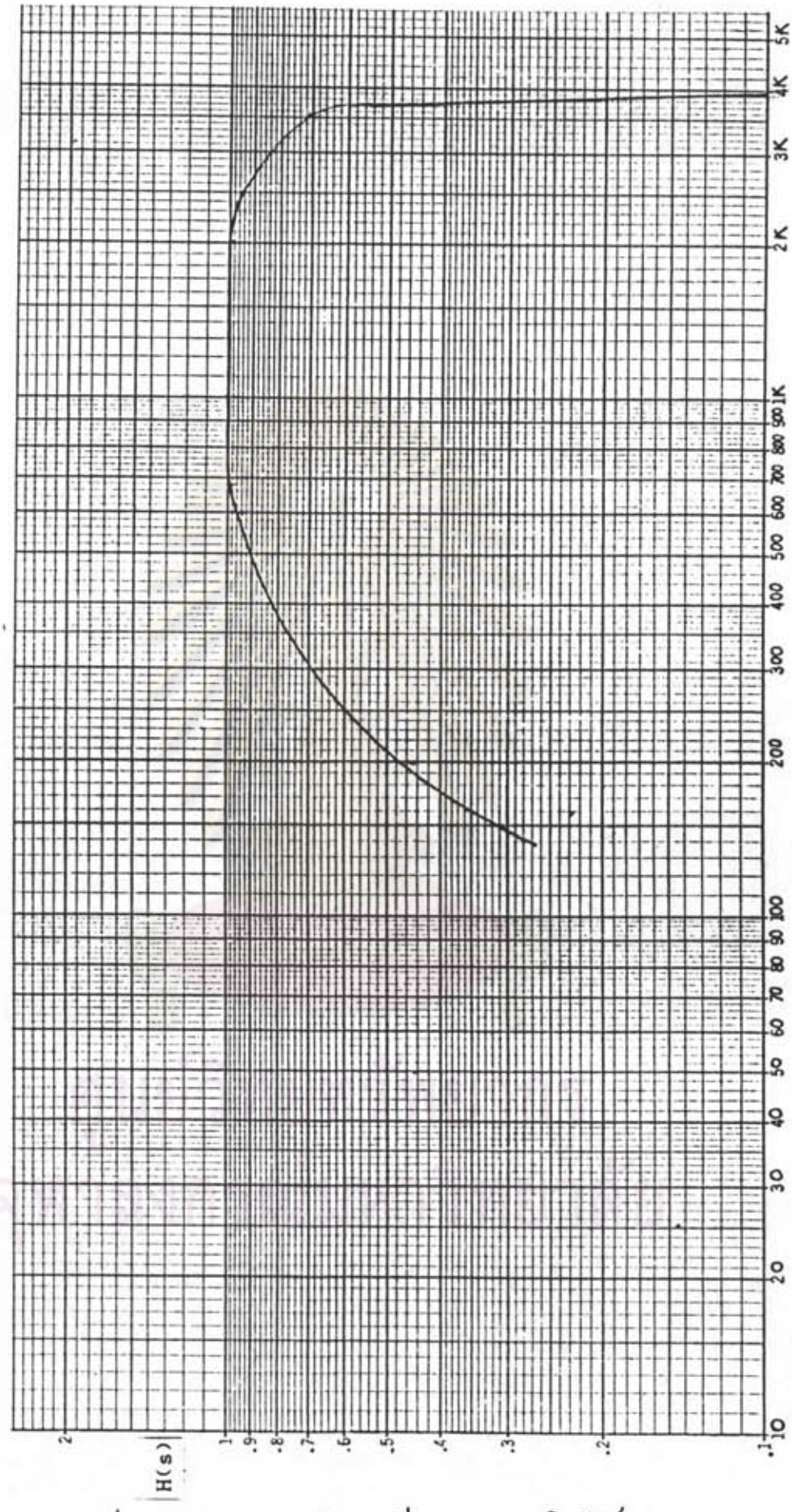
รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรโทรศัพท์ทั้งหมดในระบบPCM ในที่นี้ส่วนที่อยู่ในกรอบเส้นประจะอยู่ในไอซี MC 14403 ทั้งหมด สำหรับวิธีการทดลองนั้น ทำโดยป้อนสัญญาณความถี่ต่างๆ เข้าทางคู่สายโทรศัพท์ต้นทางปรับขนาดให้ได้แรงดันที่จุดป้อนเข้า CODEC ตัวส่งเท่ากับ 1.11 Vrms ตลอดทุกความถี่ สัญญาณขนาดดังกล่าวเป็นขนาดซึ่งต่ำกว่าขนาดสัญญาณสูงสุดอยู่ 6 เดซิเบล แล้วทำการวัดผลตอบเชิงความถี่ที่หลัง HYBRID ด้านรับ ซึ่งแสดงผลไว้ในรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าผลตอบเชิงความถี่นั้นมีค่าสม่ำเสมอตลอดช่วงแบนด์วิทด์การใช้งานของสัญญาณเสียง คือช่วง 300 ถึง 3400 Hz

สำหรับการวัดความเพี้ยนของวงจรนั้น ทำโดยการป้อนสัญญาณเข้าเช่นเดียวกับการวัดผลตอบเชิงความถี่ จากนั้นวัดความเพี้ยนที่ภาครับของ CODEC ด้านรับ และจุดหลังHYBRID ด้านรับ ซึ่งแสดงผลไว้ในรูปที่ 5.5 จากรูปจะเห็นได้ว่า HYBRID TRANSFORMER ทำให้เกิดความเพี้ยนมากขึ้น ค่าความเพี้ยนด้านความถี่ต่ำที่เพิ่มขึ้นนั้นส่วนหนึ่งจะเกิดจากสัญญาณ 50 HZ และค่าความเพี้ยนทางด้านความถี่สูงนั้นอาจเกิดจากสัญญาณไม่อยู่ในช่วงการทำงานของ CODEC ในวงจรระบบโทรศัพท์

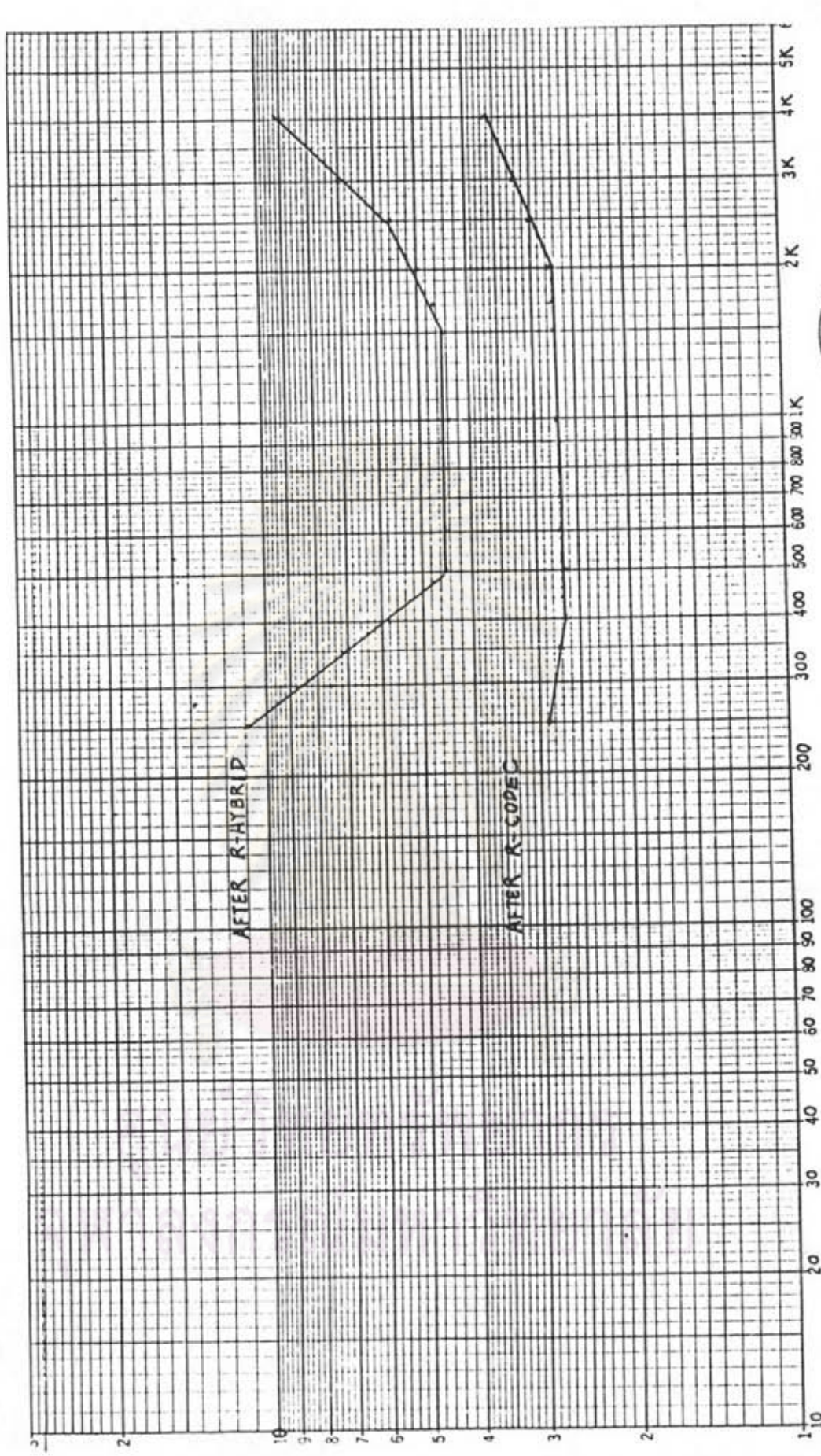
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรโทรศัพท์ทั้งหมด



รูปที่ 5.4 แสดงผลตอบเชิงความถี่รวมของวงจรโทรศัพท์



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 แสดงความเพี้ยนรวมที่จุดต่างๆ ในวงจรโทรศัพท์