

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 โครงสร้างของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ของโครงการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การสื่อสารข้อมูล	4
2.2 การกล้าสัญญาณ	4
2.3 การกล้าสัญญาณเชิงข่าวสาร	5
2.4 การกล้าสัญญาณแบบสมคูลย์	6
2.5 ตัวตรวจจับไดโอด	12
2.6 การปรับอัตราขยายอัตโนมัติ	15
2.7 การกล้าสัญญาณแบบความถี่	16
2.8 การถอดสัญญาณแบบความถี่	18
2.9 การกล้าสัญญาณแบบพัลส์	20
2.10 การรวมสัญญาณ	26
บทที่ 3 การออกแบบโครงการ	31
3.1 การถอดแบบวงจรจากชุดทดลองเดิมวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์การสื่อสาร	31

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 การต่อวงจรเพื่อทดสอบผลการทำงานเบื้องต้น	32
3.3 การเตรียมเครื่องมือการทดลอง	36
3.4 การทดลองวงจรบนอุปกรณ์ NI ELVIS และการจำลองวงจรการทดลอง บนโปรแกรม NI Multisim	38
3.5 การแสดงการต่อวงจรด้วยโปรแกรม Fritzing	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	46
4.1 การทดลองที่ 1 การกล้าสัญญาณเชิงขั้วสาร	46
4.2 การทดลองที่ 2 การกล้าสัญญาณเชิงขนาดแบบสมดุล	50
4.3 การทดลองที่ 3 การกล้าสัญญาณเชิงขนาด	53
4.4 การทดลองที่ 4 การกล้าสัญญาณเชิงความถี่	55
4.5 การทดลองที่ 5 การกล้าสัญญาณเชิงความถี่	58
4.6 การทดลองที่ 6 การกล้าสัญญาณแบบพัลส์	59
4.7 การทดลองที่ 7 การมัลติเพล็กซ์	62
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก ก การใช้งาน NI ELVIS (NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite)	66
ภาคผนวก ข การปรับตัวโปรแกรม NI Traditional ของชุดทดลอง NI	71
ภาคผนวก ค การใช้งาน โปรแกรม NI Multisimเบื้องต้น	81
ภาคผนวก ง การใช้งานโปรแกรม LabVIEW เบื้องต้น	86
ภาคผนวก จ DATA SHEET	97

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 TDM Standards ตามมาตรฐาน CCITT	29
ตารางที่ 2.2 Specifications for T-Carrier Baseband Digital Transmission Systems	29
ตารางที่ 2.3 SONET Signal Hierarchy	30

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของโครงการ	2
ภาพที่ 2.1 การกล้ำสัญญาณทางขนาดโดยใช้อุปกรณ์อนาลิเนียร์	5
ภาพที่ 2.2 การใช้สัญญาณข่าวสารที่มีขนาดมากและน้อยเพื่อมอดูเลตบนคลื่นพาห้	6
ภาพที่ 2.3 แสดงการกล้ำสัญญาณเชิงขนาด	7
ภาพที่ 2.4 แสดงสเปกตรัมของคลื่นที่ถูกกล้ำ DSBSC	9
ภาพที่ 2.5 แสดงวงจรบาลานซ์มอดูเลเตอร์	10
ภาพที่ 2.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรผู้คั่นการกล้ำสัญญาณ DSBSC แบบ โคฮีเรนทคีเท็กชั้น	11
ภาพที่ 2.7 วงจรเอ็นเวลโลปดีเทคเตอร์ หรือ ไดโอดดีเทคเตอร์	13
ภาพที่ 2.8 สัญญาณที่ได้จากวงจรเอ็นเวลโลปดีเทคเตอร์ ที่ค่า TC ต่างกัน	13
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างวงจรเครื่องรับวิทยุระบบ AM ที่ใช้เอ็นเวลโลปดีเทคเตอร์	14
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างของวงจรปรับอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC)	16
ภาพที่ 2.11 แสดงคลื่นที่ถูกกล้ำ FM และ PM	18
ภาพที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการผู้คั่นการกล้ำสัญญาณ FM โดยการใช้ดิสคริเมเนเตอร์	19
ภาพที่ 2.13 แสดงกราฟคุณสมบัติดิสคริเมเนเตอร์	19
ภาพที่ 2.14 กระบวนการของการมอดูเลตโดยการเข้ารหัสพัลส์	20
ภาพที่ 2.15 แสดงรูปคลื่นและสเปกตรัมของสัญญาณ	21
ภาพที่ 2.16 แสดงการสุ่มตัวอย่างและสเปกตรัมของภาพที่ 2.15 (ก) $f_s > 2f_m$, (ข) $f_s < 2f_m$	22
ภาพที่ 2.17 แสดงวงจรการสร้างสัญญาณเนเจอร์ลแซมปลิ่ง PAM	23
ภาพที่ 2.18 แสดงสัญญาณ PAM ชนิดเนเจอร์ลแซมปลิ่ง	24
ภาพที่ 2.19 แสดงสัญญาณ PAM ชนิดอินสแตนเทนเทนเนียสแซมปลิ่ง	25
ภาพที่ 2.20 แสดงระบบ TDM ชนิด 3 ช่องอินพุต	27
ภาพที่ 2.21 แสดงโครงสร้างชั้น TDM ตามมาตรฐาน CCITT	28
ภาพที่ 2.22 แสดงโครงสร้างชั้น TDM ตามมาตรฐานอเมริกาเหนือ	28
ภาพที่ 3.1 บอร์ดชุดทดลองของบริษัท Heathkit รุ่น ETB 5020	31
ภาพที่ 3.2 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงขนาด	32

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.3 วงจรการกล้าสัญญาณแบบสมดุค	33
ภาพที่ 3.4 วงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด	33
ภาพที่ 3.5 วงจรการกล้าสัญญาณเชิงความถี่	34
ภาพที่ 3.6 วงจรการกล้าสัญญาณเชิงความถี่	34
ภาพที่ 3.7 วงจรการกล้าสัญญาณแบบพัลส์	35
ภาพที่ 3.8 วงจรการมัลติเพล็กซ์	35
ภาพที่ 3.9 การติดตั้งโปรแกรม NI LabView 8.5.1	36
ภาพที่ 3.10 การติดตั้ง Driver NI-DAQmx 8.6	37
ภาพที่ 3.11 การติดตั้งโปรแกรม NI ELVIS	37
ภาพที่ 3.12 การติดตั้งโปรแกรม NI Circuit Design Suite10.0	38
ภาพที่ 3.13 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด	38
ภาพที่ 3.14 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบสมดุค	39
ภาพที่ 3.15 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด	39
ภาพที่ 3.16 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณเชิงความถี่	39
ภาพที่ 3.17 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณเชิงความถี่	40
ภาพที่ 3.18 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบพัลส์ (1)	40
ภาพที่ 3.19 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบพัลส์ (2)	40
ภาพที่ 3.20 ผลการทดลองวงจรการมัลติเพล็กซ์	41
ภาพที่ 3.21 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด ด้วยโปรแกรม NI Multisim	41
ภาพที่ 3.22 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบสมดุค ด้วยโปรแกรม NI Multisim	42
ภาพที่ 3.23 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบพัลส์ (1) ด้วยโปรแกรม NI Multisim	42
ภาพที่ 3.24 ผลการทดลองวงจรการกล้าสัญญาณแบบพัลส์ (2) ด้วยโปรแกรม NI Multisim	43
ภาพที่ 3.25 การต่อวงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด ด้วยโปรแกรม Fritzing	43
ภาพที่ 3.26 การต่อวงจรการกล้าสัญญาณแบบสมดุค ด้วยโปรแกรม Fritzing	44
ภาพที่ 3.27 การต่อวงจรการกล้าสัญญาณเชิงขนาด ด้วยโปรแกรม Fritzing	44
ภาพที่ 3.28 การต่อวงจรการกล้าสัญญาณเชิงความถี่ ด้วยโปรแกรม Fritzing	44
ภาพที่ 3.29 การต่อวงจรการทดลองการกล้าสัญญาณเชิงความถี่ ด้วยโปรแกรม Fritzing	45

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.30 การต่อวงจรการกล้ำสัญญาณแบบพัลส์ ด้วยโปรแกรม Fritzing	45
ภาพที่ 3.31 การต่อวงจรการทดลองการรวม ด้วยโปรแกรม Fritzing	45
ภาพที่ 4.1 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงข่าวสาร	46
ภาพที่ 4.2 แสดงสัญญาณคลื่นไซน์ความถี่ 500 Hz	47
ภาพที่ 4.3 สัญญาณคลื่นพาห้	47
ภาพที่ 4.4 สัญญาณหลังการกล้ำสัญญาณที่จุดวัด J02 (COILL)	48
ภาพที่ 4.5 การกล้ำสัญญาณและปรับการคัปปลิงในโหมด DC ที่จุดวัด J03 (AM)	48
ภาพที่ 4.6 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงข่าวสาร โปรแกรม NI Multisim	49
ภาพที่ 4.7 สัญญาณข่าวสารและคลื่นพาห้ โปรแกรม NI Multisim	49
ภาพที่ 4.8 สัญญาณข่าวสารและสัญญาณ AM โปรแกรม NI Multisim	50
ภาพที่ 4.9 สัญญาณขั้วคอลเลกเตอร์และสัญญาณ AM โปรแกรม NI Multisim	50
ภาพที่ 4.10 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงขนาดแบบสมดุล	51
ภาพที่ 4.11 สัญญาณข่าวสาร	51
ภาพที่ 4.12 การกล้ำสัญญาณ DSB	52
ภาพที่ 4.13 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงขนาดแบบสมดุล โปรแกรม NI Multisim	52
ภาพที่ 4.14 การกล้ำสัญญาณ DSB โปรแกรม NI Multisim	53
ภาพที่ 4.15 วงจรคู่คืนสัญญาณ AM	53
ภาพที่ 4.16 วงจรการคู่คืนการกล้ำสัญญาณเชิงข่าวสาร	54
ภาพที่ 4.17 สัญญาณที่ได้จากวงจรคู่คืนสัญญาณ AM	55
ภาพที่ 4.18 วงจรการกล้ำสัญญาณเชิงความถี่	56
ภาพที่ 4.19 สัญญาณการกล้ำ FM	56
ภาพที่ 4.20 สัญญาณการกล้ำ FM ความถี่ 50 Hz	57
ภาพที่ 4.21 สัญญาณการกล้ำ FM ความถี่ 250 Hz	57
ภาพที่ 4.22 วงจรการคู่คืนการกล้ำสัญญาณเชิงความถี่	58
ภาพที่ 4.23 สัญญาณการคู่คืนการกล้ำสัญญาณ FM	59
ภาพที่ 4.24 วงจรการกล้ำสัญญาณแบบพัลส์	60
ภาพที่ 4.25 สัญญาณข่าวสารรูปคลื่นไซน์	60

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.26 คลื่นสัญญาณ PAM	61
ภาพที่ 4.27 วงจรการกล้ำสัญญาณแบบพัลส์ โปรแกรม NI Multisim	61
ภาพที่ 4.28 คลื่นสัญญาณ PAM โปรแกรม NI Multisim	62
ภาพที่ 4.29 วงจรมัลติเพล็กซ์	62
ภาพที่ 4.30 สัญญาณการมัลติเพล็กซ์	63