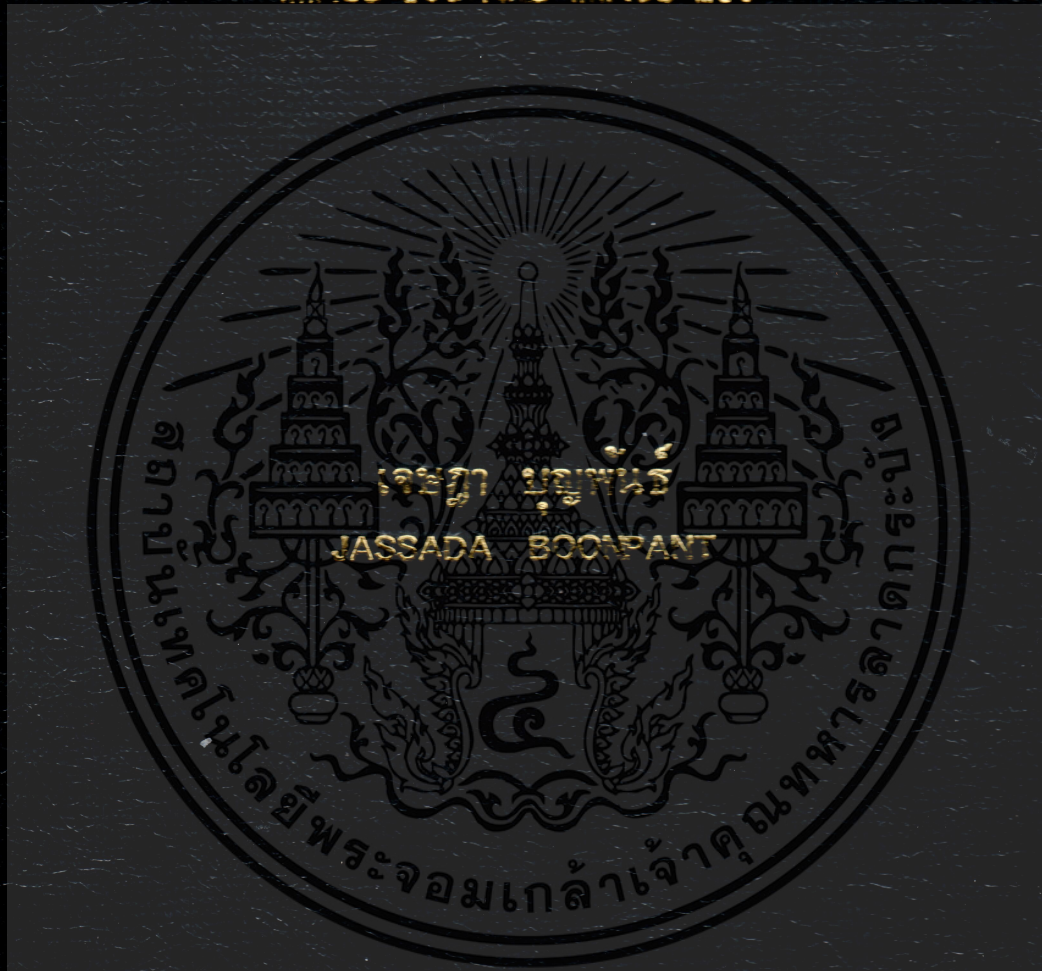


คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน  
อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

ELECTRONICS MANUAL ON INSTALLATION AND COMMISSIONING  
MULTIPLEXING EQUIPMENT OF ZHONE SERIES  
IMACS 800 AND IMACS 200



คู่มือฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-231-079

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน  
อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

ELECTRONICS MANUAL ON INSTALLATION AND COMMISSIONING  
MULTIPLEXING EQUIPMENT OF ZHONE SERIES  
IMACS 800 AND IMACS 200



เจนญา บุญพันธ์

JASSADA BOONPANT

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 105267  
วัน,เดือน,ปี 18 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายใน KMUTL-2009-ED-M-231-079 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ELECTRONICS MANUAL ON INSTALLATION AND COMMISSIONING  
MULTIPLEXING EQUIPMENT OF ZHONE SERIES  
IMACS 800 AND IMACS 200**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2009**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่อาคารศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
KMITL-2009-ED-M-231-079  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2009**

**FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION**

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะกรรมการอุตสาหกรรม**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

**หัวข้อวิทยานิพนธ์**      คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ  
 ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200  
 Electronics Manual on Installation and Commissioning Multiplexing Equipment of ZHONE  
 Series IMACS 800 and IMACS 200

**นักศึกษา**                      นายเจษฎา บุญพันธ์

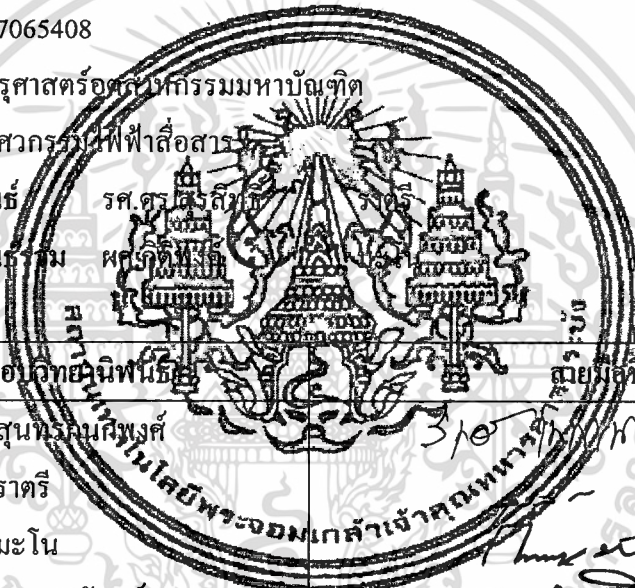
**รหัสประจำตัว**              47065408

**ปริญญา**                      ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา**                    วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**      รศ.ดร.สุรสิทธิ์

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**      ผศ.กิติพงษ์



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ	สุนทรภณพิพงศ์	
รศ.ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	
ผศ.กิติพงษ์	มะโน	
รศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
รศ.ดร.กัลยาณี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จัดทําการณ	

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 มีนาคม 2552 เวลา 08.00 น. เป็นต้นไป  
 สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

**คณะกรรมการอุตสาหกรรมรับรองแล้ว**



(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....20.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200
นักศึกษา	นายเจษฎา บุญพันธ์
รหัสประจำตัว	47065408
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.กิติพงศ์ มะโน

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์และหาความพึงพอใจของประชากรเกี่ยวกับคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีระดับคุณภาพดีขึ้นไป ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกร และ/หรือช่างเทคนิคที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จำนวน 25 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมและด้านการผลิตสื่อ แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ และคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ส่วนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ด้านเนื้อหาวิศวกรรม มีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63) คุณภาพด้านการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43) ส่วนผู้ที่ได้ใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 มีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis</b>	Electronics Manual on Installation and Commissioning Multiplexing Equipment of ZHONE Series IMACS 800 and IMACS 200
<b>Student</b>	Mr.Jassada Boonpant
<b>Student ID.</b>	47065408
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2009
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr.Surasit Ratre
<b>Thesis Co-advisor</b>	Assist. Prof. Kitipong Mano

## ABSTRACT

The purposes of this research were to develop a good electronics manual and to find the satisfactions of engineers and/or technicians on the electronics manual on installation and commissioning multiplexing equipment of ZHONE series IMACS 800 and IMACS 200. The population of the research was engineers and/or technicians are competent in the installation and commissioning multiplexing equipment of ZHONE series IMACS 800 and IMACS 200 totaled of 25 persons. The tools utilized in this study were the quality questionnaire of engineering and media production and the satisfactions questionnaire of electronics manual. The statistics for analysis was mean and standard deviation.

The results of research on quality of the electronics manual content was at the high level ( $\bar{X} = 4.25$  and S.D. = 0.63). The results of quality of media production was at the high level ( $\bar{X} = 4.07$  and S.D. = 0.43). The results of satisfactions of electronics manual on installation and commissioning multiplexing equipment of ZHONE series IMACS 800 and IMACS 200 was at the high level ( $\mu = 4.12$  and  $\sigma = 0.71$ ).

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากท่านรองศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิติพงศ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวิจัย ให้ความช่วยเหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือติดตามดูแลด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิตั้งรายนามนี้ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ดร.ณรงค์ พิมสาร ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพ และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มฯ ขอขอบพระคุณ พ.อ.อ.พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ คุณนพคุณ วัฒนารานาม คุณสายัณห์ รัชดาخان ที่ได้ให้ความกรุณาประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรม ขอขอบพระคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุชิน อาจหาญ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล คุณอนุชา รุ่งอรุณศรี ให้ความกรุณาประเมินคุณภาพของกลุ่มฯ ด้านการผลิตสื่อ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยให้เกิดความถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และผู้ใกล้ชิดที่ได้ให้ความรักความห่วงใย ตลอดจนดูแลเอาใจใส่ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณวรพจน์ วงศ์สวัสดิ์ ผู้อำนวยการฝ่าย บริษัท ยูไนเต็ค เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส เซส จำกัด ที่คอยให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้เรื่อยมา ขอขอบพระคุณ วิศวกร และช่างเทคนิค บริษัท ยูไนเต็ค เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส เซส จำกัด ที่ให้ความกรุณาเป็นกลุ่มประชากรในการวิจัย

และขอขอบพระคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารรุ่นที่ 8 และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ด้วย ที่ได้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณประโยชน์ใด ๆ ที่พึงบังเกิดจากการวิจัยในครั้งนี้ ที่จะอำนวยประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณความดี เหล่านี้ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ทั้งที่ได้กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึงด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

เจษฎา บุญพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เนื้อหาของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์.....	7
2.2 การมัลติเพล็กซ์และระบบ SDH.....	8
2.3 อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ IMACS.....	25
2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรม.....	29
2.5 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างพัฒนากลุ่มอิเล็กทรอนิกส์.....	29
2.6 การสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจ.....	30
2.7 การประเมินโปรแกรมหลังการติดตั้งใช้งาน.....	32
2.8 คุณภาพ.....	33
2.9 ความพึงพอใจ.....	35
2.10 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	40
3.1 ประชากร.....	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	50
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของคู่มือฯ.....	54
4.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของคู่มือฯ.....	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	60
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	60
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	60
5.3 ประชากร.....	60
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	60
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	62
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	62
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม .....	66
ภาคผนวก .....	69
ภาคผนวก ก แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา วิศวกรรม.....	70
ภาคผนวก ข แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ.....	75

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค แบบประเมินความพึงพอใจของการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ .....	82
ภาคผนวก ง เอกสารทางราชการ.....	95
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้ง และการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200.....	107
ประวัติผู้เขียน.....	112



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มาตรฐานของอเมริกาเหนือ และมาตรฐานสากล (ITU-T) FDM Carrier Standard .....	14
2.2 ระบบ PDH ตามมาตรฐานอเมริกาเหนือ และมาตรฐานสากล (ITU-T).....	18
2.3 Bit rate ของ SONET และ SDH.....	25
2.4 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิศวกรรม.....	54
2.5 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ.....	55
2.6 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของประชากร ที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์.....	57
ก.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมิน คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหาวิศวกรรม.....	72
ก.2 ผลการประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรม.....	74
ข.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมิน คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านการผลิตสื่อ.....	78
ข.2 ผลการประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านการผลิตสื่อ.....	81
ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมิน ความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์.....	85
ค.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์.....	89

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการทำงานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์เซอร์.....	9
2.2 หลักการของการ Multiplexing.....	9
2.3 หลักการ Frequency Division Multiplexing(FDM) .....	10
2.4 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ group ในระบบ analog carrier ใน band 60kHz– 108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่างกัน 6 kHz ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณจะเท่ากับ เท่ากับ 8 ช่อง.....	11
2.5 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ group ในระบบ analog carrier ใน band 60kHz 108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่างกัน 4kHz ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณจะเท่ากับ 12 ช่อง.....	11
2.6 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ group ใน ระบบ analog carrier ในband60kHz – 108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่างกัน 3 kHzซึ่งจำนวนช่องสัญญาณจะเท่ากับ 16 ช่อง.....	12
2.7 แสดงการวางตำแหน่งของ basic supergroup .....	12
2.8 ตำแหน่งของ supergroup ใน basic Mastergroup .....	13
2.9 ตำแหน่งของ mastergroup ใน supermastergroup .....	13
2.10 หลักการของ Time Division Multiplexing( TDM ) .....	16
2.11 โครงสร้างอย่างง่ายของ E1 Frame .....	17
2.12 แสดง time slot 0 ใน E1 Frame.....	17
2.13 โครงสร้างอย่างง่ายของ T1 Frame.....	18
2.14 ปัญหาในการทำ Drop & Insert ในระบบ PDH.....	19
2.15 มาตรฐาน PDH ที่มีใช้งานในปัจจุบัน.....	20
2.16 โครงสร้างของ STM- 1 Frame.....	22
2.17 โครงสร้างของ AU-4 และ VC-4.....	22
2.18 Regenerator Section Overhead และ Multiplex Section Overhead.....	23
2.19 โครงสร้างการ Multiplex ในระบบ SDH.....	23
2.20 แสดงอุปกรณ์ IMACS ที่ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ.....	26
2.21 แสดงโครงสร้างของ IMACS.....	26
2.22 แสดงโครงข่ายของ IMACS ที่เชื่อมต่อกับ NMS.....	28
2.23 กระบวนการเกิดความพึงพอใจ.....	36

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200.....	43
3.2 แสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200.....	46
3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างและพัฒนากลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น ACS 800 และ IMACS 200.....	49
จ.1 หน้าเมนูหลักของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 .....	108
จ.2 แสดงหน้าเมนูการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800.....	109
จ.3 แสดงหน้าเมนูการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800.....	109
จ.4 แสดงหน้าเมนูการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200.....	110
จ.5 แสดงหน้าเมนูการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200....	111

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน โครงข่ายการสื่อสารมีการใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งที่เป็นเจ้าของโครงข่าย หรือ เป็นผู้เช่าโครงข่าย เพื่อรองรับการใช้งานการสื่อสารต่าง ๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นระบบ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) เกือบทั้งหมด โดยในโครงข่ายการสื่อสารต่าง ๆ นั้นจะมี อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์สัญญาณ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับระบบ SDH โดยผ่านทางพอร์ท E1 (2.048Mbps) เพื่อเป็นตัวมัลติเพล็กซ์ และคีมัลติเพล็กซ์ข้อมูลหลาย ๆ อย่าง ส่งเข้าไปในช่องสัญญาณเดียวกัน ผ่านทางพอร์ท E1 เช่น โครงข่ายการสื่อสารของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิต หรือ บริษัทผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ ก็ล้วนแล้วแต่มีอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ใช้งานอยู่ทั้งสิ้น โดยในปัจจุบันมี อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์มีด้วยกันหลายตัว หลายรุ่น เช่น NOKIA, TELLABS, ZTE, WRI หรือ ZHONE เป็นต้น อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์จะมีรูปแบบการใช้งานต่าง ๆ มากมาย หลายประเภท เช่น ในอุปกรณ์ มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE จะมีการใช้งานประเภท Voice ที่เป็น 2 Wire FXS, 2 Wire FXO และ 4 Wire E&M การใช้งานที่เป็นรูปแบบของการสื่อสารข้อมูล Nx64 kbps HSU (V.35), 64 kbps DSO-DP/G.703, SubRate Data SRU (RS-232) และมีการเชื่อมต่อแบบ E1 กับระบบ SDH โดยขณะนี้ ประเทศไทยได้มีการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 ไปแล้วทั้งสิ้น 100 สถานี และอยู่ระหว่างการติดตั้งเพิ่มเติมทั้งในส่วนของรุ่น IMACS 800 และรุ่น IMACS 200 อีก 177 สถานี

โดยการติดตั้งอุปกรณ์ (Installation) และทดสอบการใช้งานตัวอุปกรณ์ (Commissioning) แต่ละครั้ง จะประสบกับปัญหาต่างๆ ก่อนข้างมาก โดย ณ ปัจจุบันผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE ยังมีจำนวนจำกัด เนื่องมาจาก เป็นอุปกรณ์เฉพาะทาง การเข้าถึงรายละเอียดของตัวอุปกรณ์มีความซับซ้อน หรือปริมาณข้อมูล ของตัวอุปกรณ์ที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก เกิดความยุ่งยาก และความไม่สะดวกที่จะนำข้อมูลจำนวนมาก ไปที่สถานที่ปฏิบัติงาน ดังนั้น ผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ที่สถานที่ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่สั่งซื้ออุปกรณ์ มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE ไปใช้งานนั้น มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ การทดสอบการใช้งานของตัวอุปกรณ์ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความเสียหายกับตัวอุปกรณ์เอง ไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ และเกิดความล่าช้าทั้งเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์ เรื่องการทดสอบการ ใช้งานจริงของตัวอุปกรณ์ จนส่งผลให้เกิดความล่าช้าของโครงการ ทำให้บริษัทผู้รับเหมา โครงการ หรือผู้ที่สั่งซื้ออุปกรณ์ได้รับความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ ปัจจุบันมีการนำโปรแกรมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างหรือพัฒนาเป็นสื่อการสอน ทั้งที่เป็น Computer Assisted Instruction (CAI), Electronic learning (E-Learning) หรือ Competency Base Skill Training (CBST) ต่าง ๆ มีมากมาย เช่น โปรแกรม Macromedia Authorware , โปรแกรม Macromedia Captivate , Macromedia Flash เป็นต้น หรือแม้แต่โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างเป็นเว็บไซต์ต่าง ๆ อย่าง Macromedia Dreamweaver ก็มีการนำมาประยุกต์ใช้เช่นกัน โดยคุณสมบัติของโปรแกรม Macromedia Dreamweaver จะมีความยืดหยุ่นในการประยุกต์การสร้างสื่อการสอนแบบต่าง ๆ และมีความสะดวกสำหรับการใช้เทคนิคของโปรแกรมอื่น ๆ เข้ามาพัฒนา เช่น Common Gateway Interface (CGI) อาทิเช่น Active Server Page (ASP), Practical Extraction and Report Language (Perl), Professional Home Page (PHP), Java เป็นต้น การเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบต่าง ๆ ได้ อย่างสะดวก HTML Tag หรือ Code น้อยมาก HTML Tag ที่มีขนาดเล็กนี้จะมี Data Transfer ที่น้อยและใช้ Bandwidth น้อยมาก ซึ่งจะส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้มาก (ภาสกร เรืองรอง. 2550 : www.thaiwbi.com)

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ของโปรแกรมที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยซึ่งมีประสบการณ์เป็นพนักงานในบริษัทผู้รับเหมา โดยดำเนินกิจการเกี่ยวกับการซื้อขาย ออกแบบและติดตั้งระบบ โทรคมนาคม และมีหน้าที่ในการออกแบบ ควบคุมการติดตั้ง และการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ จึงทราบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำโปรแกรม Macromedia Dreamweaver มาประยุกต์เพื่อสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ขึ้น เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} \geq 3.5$ ) ขึ้นไป

1.3.2 ประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\mu \geq 3.5$ ) ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 กรอบความคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดและทฤษฎีมาใช้ในการวิจัยดังนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม (ประสงค์ ปราณิตพลกรัง และคณะ. 2543 : 169) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างและพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีคุณภาพ มีจำนวน 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.4.1.1 การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม (Problem definition)

1.4.1.2 การวิเคราะห์ระบบ (System analysis)

1.4.1.3 การออกแบบระบบ (System design)

1.4.1.4 การพัฒนาโปรแกรม (Development)

1.4.1.5 การทดสอบระบบ (Testing)

1.4.1.6 การติดตั้งระบบ (Implementation)

1.4.1.7 การประเมินผล (Evaluation)

1.4.2 กรอบแนวคิดในการประเมินโปรแกรมหลังจากการติดตั้งใช้งาน

การประเมินโปรแกรมหลังจากการติดตั้งใช้งาน (Post implementation review) เป็นการรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้ใช้งานในระยะหนึ่งแล้ว สำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงโปรแกรมใหม่ให้ดีขึ้น (ประสงค์ ปราณิตพลกรัง และคณะ. 2543 : 348) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ จำนวน 4 ขั้นตอนดังนี้

1.4.2.1 โปรแกรมทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

1.4.2.2 โปรแกรมให้ผลประโยชน์ตามที่ต้องการ

1.4.2.3 ผู้ใช้พอใจกับโปรแกรม

1.4.2.4 ผลลัพธ์จากโปรแกรมถูกนำไปใช้ตามที่คาดหวัง

1.4.3 กรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถาม (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530 : 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ และแบบประเมินความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.4.3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม
- 1.4.3.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักของเนื้อหา
- 1.4.3.3 แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อย
- 1.4.3.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม
- 1.4.3.5 กำหนดประเภทของคำถาม
- 1.4.3.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม
- 1.4.3.7 ตรวจสอบความสอดคล้อง
- 1.4.3.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง
- 1.4.3.9 ทดลองใช้ แก้ไข และจัดพิมพ์

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิศวกรและ/หรือช่างเทคนิค บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จำนวน 25 คน

1.5.2 เนื้อหาที่จะนำมาสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีคุณภาพ มีดังนี้

#### 1.5.2.1 การติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

1. การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet
2. การเดินสายไฟและสายดิน
3. การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ
4. การตั้งค่าการทำงาน

#### 1.5.2.2 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

1. การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์
2. การทดสอบ E1 Interface Card
  - WAN Card
3. การทดสอบ Voice Card
  - FXS Card
  - FXO Card
  - E&M Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การทดสอบ Data Card

- SRU Card
- HSU Card

#### 1.5.2.3 การติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

1. การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet
2. การเดินสายไฟและสายดิน
3. การตั้งค่าการทำงาน

#### 1.5.2.2 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

1. การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์
2. การทดสอบ E1 Interface Unit
  - WAN Unit
3. การทดสอบ Voice Unit
  - FXS Unit
  - E&M Unit
4. การทดสอบ Data Unit
  - SRU Unit

#### 1.5.3 ประเด็นที่ศึกษา

ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

### 1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง โปรแกรมที่บรรจุด้วยเนื้อหาในการแนะนำการติดตั้งทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ซึ่งบรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม CD-ROM

1.6.2 อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ หมายถึง อุปกรณ์ที่มีหน้าที่มัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.3 คุณภาพ หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

1.6.3.1 ด้านการผลิตสื่อ หมายถึง ลักษณะ รูปแบบ และวิธีการของการนำเสนอเนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.3.2 ด้านเนื้อหาวิศวกรรม หมายถึง ความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.4 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ หมายถึง ผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์

1.6.5 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิศวกรรม หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์โทรคมนาคม โดยมีประสบการณ์การทำงานไม่ต่ำกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ระดับมหาวิทยาลัยที่สอนอยู่ในสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

1.6.6 ความพึงพอใจ หมายถึง ความเห็นหรือความรู้สึกรับพึงพอใจของประชากรที่ได้ทดลองใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.6.6.1 เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง รายละเอียดและขั้นตอนของการติดตั้งและทดสอบการใช้งานที่นำมาจัดทำเป็นคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.6.2 การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ความสะดวกและความง่ายในการใช้งานของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.6.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ประโยชน์ที่ได้รับจากการทดลองใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.7 วิศวกร หมายถึง วิศวกร บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1.6.8 ช่างเทคนิค หมายถึง ช่างเทคนิค บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างและพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 เนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 การมัลติเพล็กซ์และระบบ SDH
- 2.3 อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ IMACS
- 2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรม
- 2.5 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์
- 2.6 การสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจ
- 2.7 การประเมิน โปรแกรมหลังการติดตั้งใช้งาน
- 2.8 คุณภาพ
- 2.9 ความพึงพอใจ
- 2.10 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำรายละเอียดเนื้อหาของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ทั้งการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ มาจัดทำเป็นคู่มือฯ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้ (System Reference Guide, ZHONE Technologies : 2003)

##### 2.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

1. การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet
2. การเดินสายไฟและสายดิน
3. การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ
4. การตั้งค่าการทำงาน

##### 2.1.2 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

1. การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การทดสอบ E1 Interface Card

- WAN Card

## 3. การทดสอบ Voice Card

- FXS Card
- FXO Card
- E&M Card

## 4. การทดสอบ Data Card

- SRU Card
- HSU Card

### 2.1.3 การติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

1. การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet
2. การเดินสายไฟและสายดิน
3. การตั้งค่าการทำงาน

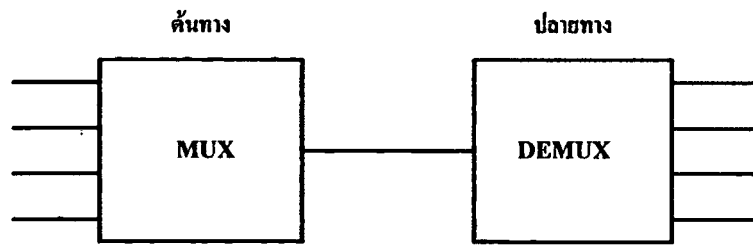
### 2.1.4 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

1. การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์
2. การทดสอบ E1 Interface Unit
  - WAN Unit
3. การทดสอบ Voice Unit
  - FXS Unit
  - E&M Unit
4. การทดสอบ Data Unit
  - SRU Unit

## 2.2 การมัลติเพล็กซ์และระบบ SDH

### 2.2.1 อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ (Multiplexer )

อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์โดยทั่วไปนิยมเรียกกันว่า "มัล" (MUX) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวมข้อมูล (Multiplex) จากเครื่องเทอร์มินัลจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน และส่งผ่านไปยังสายสื่อสารเดียวกัน และที่ปลายทาง MUX อีกตัวจะทำหน้าที่แยกข้อมูล (De-Multiplex) ส่งไปยังจุดหมายที่ต้องการการมัลติเพล็กซ์



รูปที่ 2.1 การทำงานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์เซอร์

### 2.2.2 หลักการของการมัลติเพล็กซ์ (Multiplexing)

ในระบบการสื่อสารนั้นทรัพยากรต่างๆ(เช่นความถี่ในการใช้งาน,ปริมาณคู่สาย ฯ) ที่ถูกนำมาใช้งานนั้นมีอยู่อย่างจำกัด เราจึงต้องใช้ทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด การมัลติเพล็กซ์ก็เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว ความหมายของ มัลติเพล็กซ์ ก็คือ การรวม ให้ช่องสัญญาณที่มีขนาดความจุของข่าวสารต่ำ สามารถใช้งานผ่านสื่อสัญญาณที่มีขนาดความจุสูงชุดเดียวกัน ได้ ทำให้ความจุของระบบสื่อสัญญาณนั้นถูกใช้งานอย่างคุ้มค่าที่สุด หลักการของการมัลติเพล็กซ์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หลักการของการมัลติเพล็กซ์

จากรูปที่ 2.2 ให้  $n$  input data channel ส่งเข้าไปยัง MUX ซึ่งมันจะทำหน้าที่ในการรวมช่องสัญญาณทั้งหมด แล้วส่งผ่านไปในช่วงสัญญาณ ที่มีขนาดความจุขนาด  $n$  data channel ชุดหนึ่ง เมื่อถึงปลายทางแล้ว ช่องสัญญาณที่ถูกรวมไปในช่วงสัญญาณนั้น ก็จะถูกแยก (DEMUX) ออกมาเป็น  $n$  channel data output ตามเดิม

### การที่หลักการมัลติเพล็กซ์ได้รับการใช้งานอย่างกว้างขวางก็เนื่องจาก

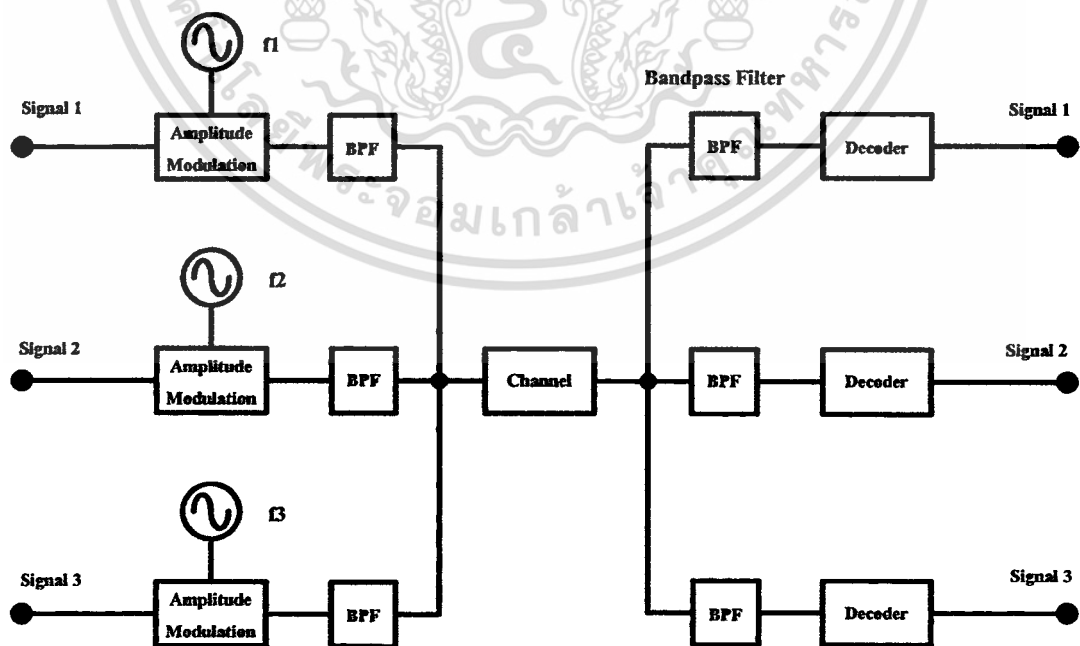
การที่สามารถทำให้ช่องสัญญาณมีความจุสูงมากขึ้นเท่าใด ก็จะเป็นการทำให้ต้นทุนของการใช้งานอุปกรณ์รับส่งสัญญาณต่ำลงเท่านั้น หมายถึงว่า เมื่อมีการใช้งานอย่างหนึ่งในระยะทางช่วงหนึ่ง ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารต่อ kbps จะลดลงเมื่อ Data rate ของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณเพิ่มสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันก็คือ ราคาของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณต่อ kbps จะถูกลงเมื่อ data rate เพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งข้อมูลทั่วไปนั้น อุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้งานเช่น อุปกรณ์รับส่งแบบ DTE (Data Terminal Equipment) มักมีความเร็วไม่สูงนัก เช่น ในการส่งข้อมูลที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก Data rate ระหว่าง 9,600 bps ถึง 64 kbps ก็มักเพียงพอแล้ว ความมียุ่อย่างจำกัดของช่องสัญญาณแบบต่าง ๆ ดังได้กล่าวแล้ว ทำให้ความต้องการส่งสัญญาณต่างๆ ไปในช่องสัญญาณชุดเดียวกันมีความจำเป็นมากขึ้น

### 2.2.3 Frequency Division Multiplexing (FDM)

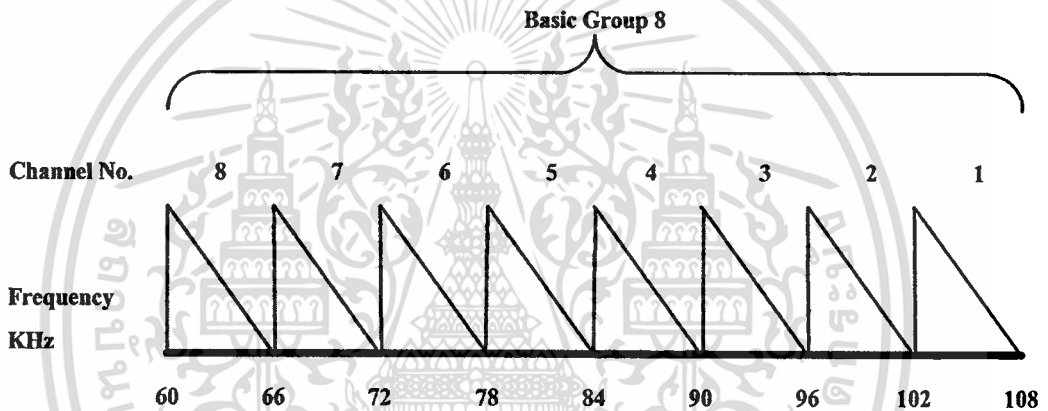
เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้งานกับการส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกโดยที่ในชั้นต้น และมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถใช้โทรศัพท์ได้มากกว่า 1 ช่อง บนช่องสัญญาณชุดเดียวกัน หลักการทำงานของระบบ FDM ก็คือสัญญาณโทรศัพท์แต่ละช่อง ที่ต้องการส่งไปยังปลายทางจะถูกนำมามอดูเลท (Modulate) กับ สัญญาณพาหะ โดยที่เราจะต้องแน่ใจว่าเมื่อมอดูเลทกับสัญญาณพาหะแล้ว จะไม่ทำให้เกิดการคาบเกี่ยวหรือการรบกวนกัน (Bandwidth Overlap) ในสัญญาณแต่ละชุดที่กล่าวมาแล้วนั้น ปกติแล้วสัญญาณเสียงหรือสัญญาณโทรศัพท์นั้นจะมี Bandwidth 3100 Hz (ความถี่อยู่ในช่วง 300 - 3400 Hz) ดังนั้นในทางปฏิบัติในการมัลติเพล็กซ์ สัญญาณพาหะแต่ละตัวจะมีช่วงห่าง 4000 Hz หรือ 4 kHz ซึ่งเพียงพอแล้วที่จะไม่ทำให้เกิดการคาบเกี่ยวหรือการรบกวนกันขึ้นกับสัญญาณโทรศัพท์แต่ละชุด ระบบ FDM นี้ได้ถูกนำมาใช้งานครั้งแรกในทศวรรษ 1930 โดยที่สามารถใช้งานโทรศัพท์ได้พร้อมกัน 12 ช่อง บนช่องสัญญาณชุดเดียวกัน และในปี 1939 ได้เริ่มมีการนำระบบ FDM ที่มีความจุสูงถึง 600 วงจรโทรศัพท์มาใช้งาน โดยเป็นการใช้งานผ่าน Coaxial Cable เราสามารถแสดงหลักการของ FDM ได้ดังรูปที่ 2.3



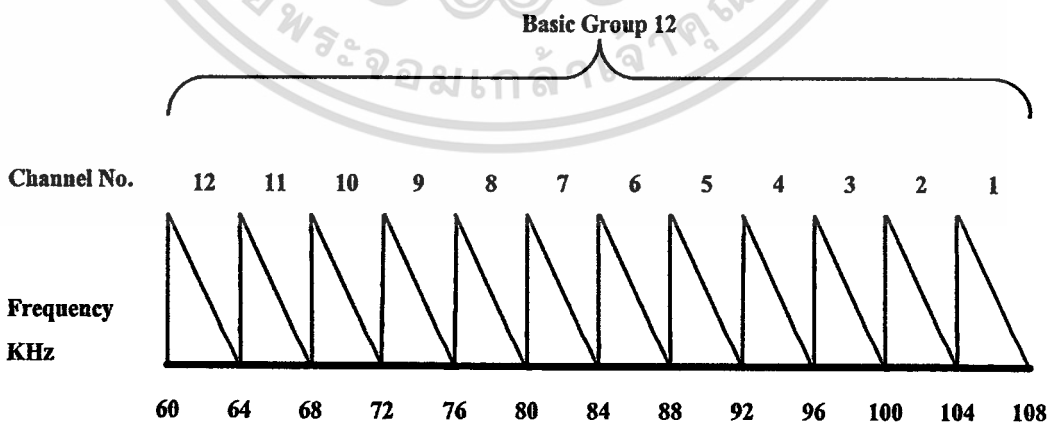
รูปที่ 2.3 หลักการ Frequency Division Multiplexing(FDM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำระบบ FDM มาใช้งานนั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ออสซิลเลเตอร์ (Oscillators) และฟิวเตอร์ (Filters) ที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นจำนวนมาก อุปกรณ์ออสซิลเลเตอร์และฟิวเตอร์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่สร้างได้ยากและมีราคาแพงทั้งนี้เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะด้าน และเนื่องจากวงจรออสซิลเลเตอร์ และฟิวเตอร์เหล่านี้ไม่สามารถทำเป็นวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) ได้ จึงทำให้มีขนาดใหญ่และราคาแพง ทำให้การนำอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมกับสภาพการทางเศรษฐกิจ และโดยทั่วไปอุปกรณ์ที่มี ขนาดใหญ่ก็มักจะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ขนาดเล็ก ทำให้ต้นทุนในการดำเนินงานต่ำกว่า ตามมาตรฐานของ ITU-T นั้น ระบบ Analog Carrier ขั้นต้นคือการจัดแต่ละช่องสัญญาณเสียงมารวมกัน ในช่วงความถี่ระหว่าง 60 kHz ถึง 108 kHz เราเรียกว่าการจัดเป็น Group ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณใน Group จะขึ้นกับช่วงห่างของสัญญาณพาหะของแต่ละช่อง ดังรูปที่ 2.4 ถึง 2.9 (ITU-T M.320)

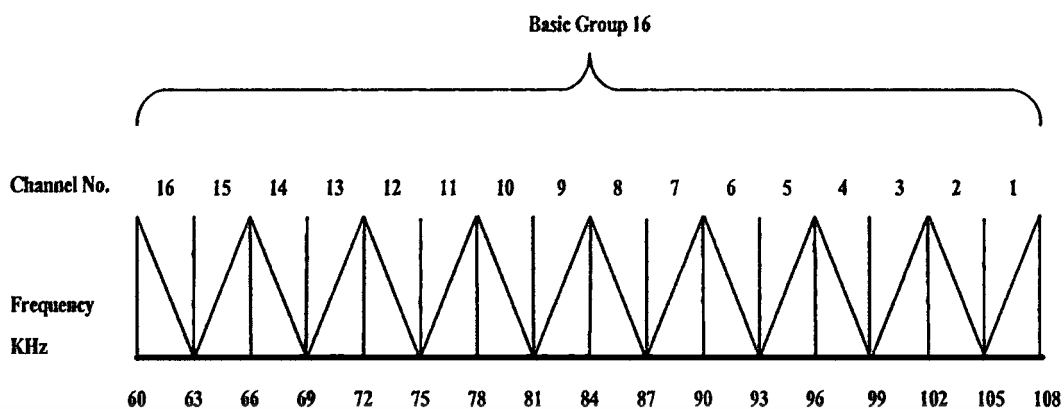


รูปที่ 2.4 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ Group ในระบบ Analog Carrier ในย่านความถี่ 60-108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่างกัน 6 kHz ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณจะ เท่ากับ เท่ากับ 8 ช่อง



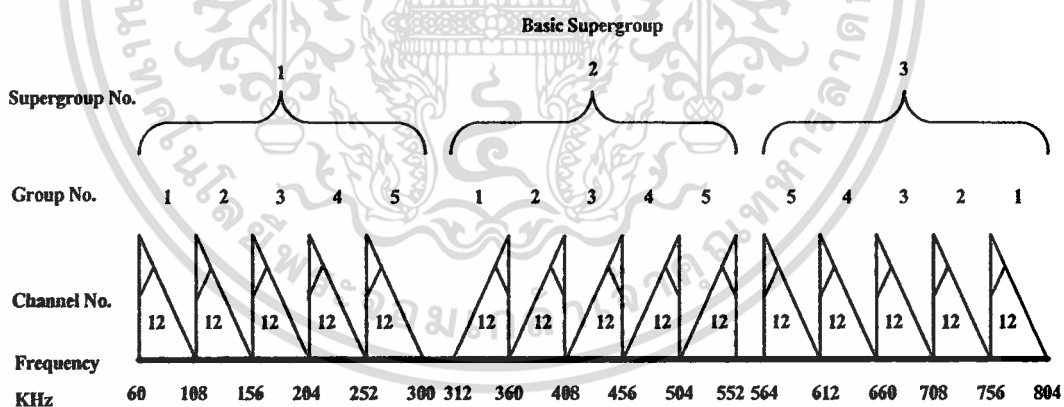
รูปที่ 2.5 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ Group ในระบบ Analog Carrier ในย่านความถี่ 60-108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่างกัน 4 kHz ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณ เท่ากับ 12 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



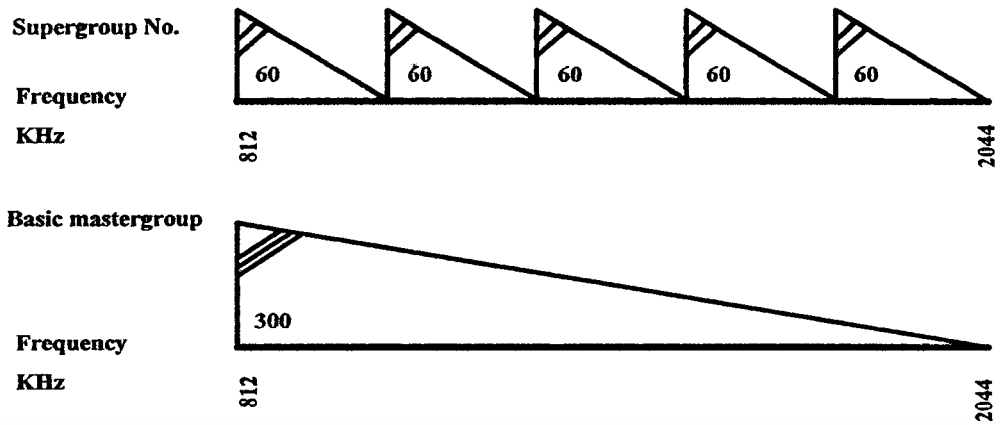
รูปที่ 2.6 จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละ Group ในระบบ Analog Carrier ในย่านความถี่ 60–108 kHz เมื่อให้แต่ละช่องสัญญาณห่าง 3 kHz ซึ่งจำนวนช่องสัญญาณจะเท่ากับ 16 ช่อง

หลังจากการจัดเป็น Group แล้ว หากเราต้องการเพิ่มช่องสัญญาณในระบบ FDM Carrier ให้มากขึ้นเราจะต้องนำ แต่ละ Group มาทำการมัลติเพล็กซ์เพื่อให้ได้เป็น Supergroup ในแต่ละ Supergroup จะเป็นการรวมเอา Group (12 Channels) จำนวน 5 Group เข้าด้วยกันดังนั้นในแต่ละ Supergroup จึงประกอบด้วย 60 ช่องสัญญาณเสียง และการจัดตำแหน่งช่องสัญญาณในแต่ละ Supergroup จะเป็นไปตาม Recommendation M.330 โดยที่ Basic Supergroup จะอยู่ระหว่างความถี่ 312 kHz ถึง 552 kHz



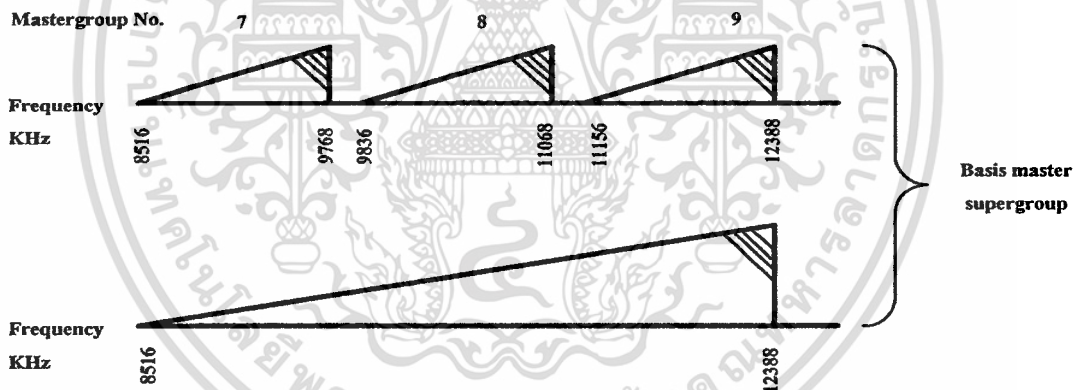
รูปที่ 2.7 การวางตำแหน่งของ Basic Supergroup

หลังจากการจัดเป็น Supergroup แล้ว ขั้นตอนมาคือการจัดเป็น Mastergroup (ITU-T M.340) โดยที่ตำแหน่งของ Supergroup ใน Mastergroup จะถูกกำหนดโดยลำดับของตัวเลขจาก 4 ถึง 8 ซึ่งอ้างอิงถึง Supergroups อื่นหนึ่งใน Basic Mastergroup ในการจัดเรียง Supergroup ในระบบ การเชื่อมโยง โดย Standard 4-MHz Coaxial System



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของ Supergroup ใน Basic Mastergroup

หลังจากที่จัดเป็น Mastergroup แล้วเราก็จะจัดเป็น Supermastergroup (REC. M.350) ต่อไป โดยที่ตำแหน่งของ Mastergroup ที่ถูกจัดอยู่ใน Supermastergroup นั้น จะถูกกำหนดจาก ลำดับของตัวเลขจาก 7 ถึง 9 ซึ่งจะเป็นการอ้างอิงถึง Mastergroups อื่นหนึ่งที่ถูกจัดลงใน Supermastergroup. เราสามารถแสดงตำแหน่งของ Mastergroup ใน Supermastergroup ได้ดังในรูป ที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตำแหน่งของ Mastergroup ใน Supermastergroup

สำหรับประเทศในแถบอเมริกาเหนือ นั้น ในชั้นแรกจัดเป็น 12 channel group โดยใช้ช่วง ความถี่ที่อยู่ระหว่าง 60 kHz ถึง 108 kHz (Bandwidth เท่ากับ 48 kHz) เช่นเดียวกับวิธีการที่ ITU-T (CCITT) ใช้งานและจากนั้นก็จัดเป็น Supergroup เช่นเดียวกัน แต่หลังจากนั้นจะเป็นการจัดที่ แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานของอเมริกาเหนือ และมาตรฐานสากล ( ITU-T ) FDM Carrier Standard

Number of Voice Channels	Bandwidth	Spectrum	AT&T	ITU-T
12	48 KHz	60-108 KHz	Group	Group
60	240 KHz	312-552 KHz	Supergroup	Supergroup
300	1.232 MHz	812-2044 KHz		Mastergroup
600	2.52 MHz	564-3084 KHz	Mastergroup	
900	3.872 MHz	8.516-12.388 MHz		Supergroup
Nx600			Metrogroup Multiplex	
3600	16.984 MHz	0.564-17.548 MHz	Jumbogroup	
10,800	57.442 MHz	3.124-60.566 MHz	Jumbogroup Multiplex	

#### 2.2.4 Voice Frequency Telegraph (VFT)

Voice Frequency Telegraph (VFT) เป็นประยุกต์หลักการของ FDM เพื่อนำมาใช้เป็นระบบการส่งโทรเลขและเทเล็กซ์ผ่านช่องสัญญาณเสียง(300 - 3400 Hz) สัญญาณที่ถูกส่งออกมาจากเครื่องโทรพิมพ์และเครื่องเทเล็กซ์นั้น เป็นสัญญาณดิจิทัลในรูปแบบ Non-Return to Zero (NRZ) ที่มีรูปแบบการส่งเป็นแบบ Asynchronous (Start - Stop) format ดังนั้นเราจะต้องทำการแปลงสัญญาณดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนาล็อก ที่มีความถี่อยู่ในย่านความถี่เสียงเสียก่อน อุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้ในการทำหน้าที่นี้ก็คือ Frequency Shift Keying (FSK) Unit ขนาดเล็ก เมื่อได้สัญญาณแอนาล็อก จากแต่ละ FSK unit แล้ว ก็จะนำเอาความถี่แต่ละชุด (แต่ละช่องสัญญาณ VFT) มาผ่าน Aggregate card ซึ่งจะทำหน้าที่ในการรวมสัญญาณเพื่อส่งออกไปยังปลายทาง และในขณะที่จะรับสัญญาณรวมจากปลายทางก่อนที่จะป้อนไปยัง bandpass filter ของ FSKแต่ละชุด (VFT แต่ละช่อง) เพื่อกรองเอาเฉพาะความถี่ของตนเท่านั้น และเมื่อกรองเอาความถี่ของช่องตนเองได้แล้วก็จะส่งไปผ่านวงจร Discriminator เพื่อแยกเอาสัญญาณโทรพิมพ์กลับออกมาจากสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อส่งไปยังเครื่องโทรพิมพ์ต่อไป การนำ VFT มาใช้งานนั้น ความเร็วในการทำงานจะอยู่ระหว่าง 50 – 300 bps และเนื่องจากการทำงานของ FSK Unit นั้น 1 บิตข้อมูลจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณพาหะ 1 ครั้ง ดังนั้น Bit rate จึงเท่ากับ Baud.

มาตรฐานระบบ VFT ที่เรานิยมนำมาใช้งานนั้น จะเป็นไปตาม Recommendation ITU-T R.35 (ความเร็วสูงสุดไม่เกิน 75 bps), R.37 (ความเร็วสูงสุดไม่เกิน 150 bps), R.38A (ความเร็วสูงสุดไม่เกิน 300 bps), และ R.38B (ความเร็วสูงสุดไม่เกิน 225 bps)

ตามมาตรฐาน R.35 นั้น แต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่ต่างกัน 120 Hz และความถี่ที่เลื่อนไปจากความถี่กลาง (Shift) เท่ากับ  $\pm 30$  Hz (ค่า shift หมายถึง shift ไปจากค่าความถี่กลาง และในการใช้งานปกตินั้นจะไม่ได้ส่งความถี่กลางออกไป แต่จะส่งเฉพาะความถี่ที่ถูก shift แล้วออกไปเท่านั้น) มาตรฐาน R.37 แต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่ต่างกัน 240 Hz และค่า Shift เท่ากับ  $\pm 60$  Hz มาตรฐาน R.38A แต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่ต่างกัน 480 Hz และค่า Shift เท่ากับ  $\pm 120$  Hz และมาตรฐาน R.38B แต่ละช่องสัญญาณจะมีความถี่ต่างกัน 360 Hz และค่า Shift เท่ากับ  $\pm 90$  Hz

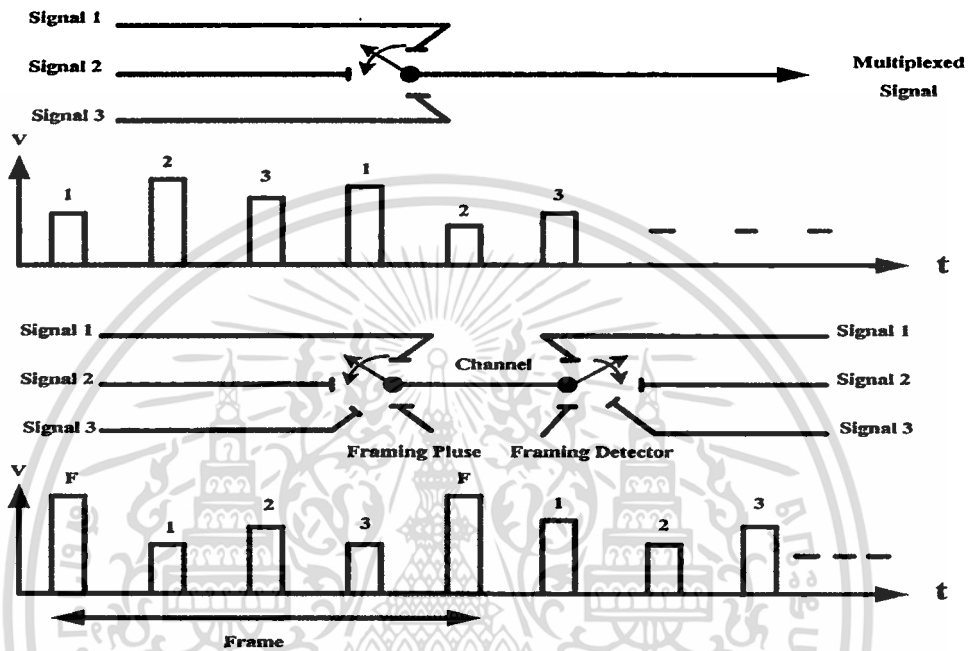
### 2.2.5 Time Division Multiplexing (TDM)

เป็นเทคนิคที่ในเมืองต้นถูกนำมาใช้งานในการสื่อสารด้วยระบบโทรศัพท์ ผ่านระบบการสื่อสารแบบดิจิทัล การสื่อสารด้วยระบบโทรศัพท์นั้น เป็นการสื่อสารด้วยสัญญาณเสียง (Voice) ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะล็อก ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องทำการแปลงสัญญาณจากแอนะล็อกให้เป็นดิจิทัล ในทางปฏิบัติเราใช้ระบบ PCM ในการแปลงสัญญาณเสียงที่เป็นแอนะล็อก ให้เป็นสัญญาณเสียงที่เป็นดิจิทัล โดยทำการสุ่ม (Sampling) แต่ละช่องสัญญาณโทรศัพท์ 8000 ครั้งในเวลา 1 วินาที และในการสุ่มของสัญญาณแต่ละครั้งจะให้รหัสครั้งละ 8 bits ดังนั้น bit rate ของแต่ละช่องสัญญาณจึงมีค่าเท่ากับ 64 Kbps และนำแต่ละช่องสัญญาณมาทำการ มัลติเพล็กซ์ด้วยการจัดให้เหลื่อมเวลากันเล็กน้อย เราเรียกวินิจฉัยการดังกล่าวว่า Time Division Multiplexing (TDM) ซึ่งโดยปกติจะมีเทคนิคในการทำงานอยู่ 2 วิธี คือ Character (word/byte) Interleave TDM และ Bit Interleave TDM เทคนิควิธีหลังนี้ จะต้องมีนำเทคนิคที่เรียกว่า stuffing bits มาช่วยเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์

การมัลติเพล็กซ์ด้วยวิธีการ Time Division Multiplexing หรือ TDM อาศัยวิธีการทางด้านดิจิทัลทั้งหมด จึงทำให้หาอุปกรณ์ได้ง่ายและมีราคาถูก เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้งานด้านดิจิทัลสามารถเข้าร่วมกับการผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทำให้มีราคาถูก และสามารถหาได้โดยสะดวก ในปัจจุบันนี้พัฒนาการทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นพัฒนาการด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์เสียเป็นส่วนใหญ่ เช่น Micro-controller, Programmable Array Logic (PAL) เป็นต้น ดังนั้น การนำวิธีการ Time Division Multiplexing มาใช้งานจึงเป็นการเหมาะสมมากกว่าวิธีการ Frequency Division Multiplexing (FDM) มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

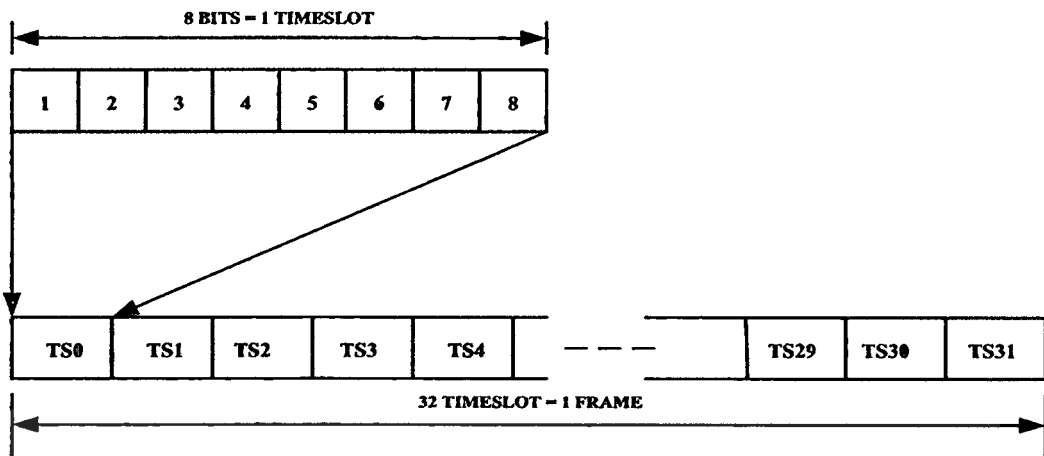
หลักการของการ TDM ก็คือการเทคนิคการกวาด (Scanning) ไปตามช่องสัญญาณต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่เก็บมาได้จากแต่ละช่องสัญญาณนั้นมาเรียงต่อ ๆ กัน การกวาดไปครบ 1 รอบเรียกว่า 1 Frame โดยที่จะต้องทำให้เส้นทางและปลายทางอยู่ Synchronization กันตลอดเวลา ดังนั้นในแต่ละ Frame จะต้องมีส่วนใดส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่บ่งให้ทราบว่าขณะนี้ได้มีการขึ้น Frame ใหม่แล้ว ส่วนนี้เราเรียกว่า Frame alignment signal



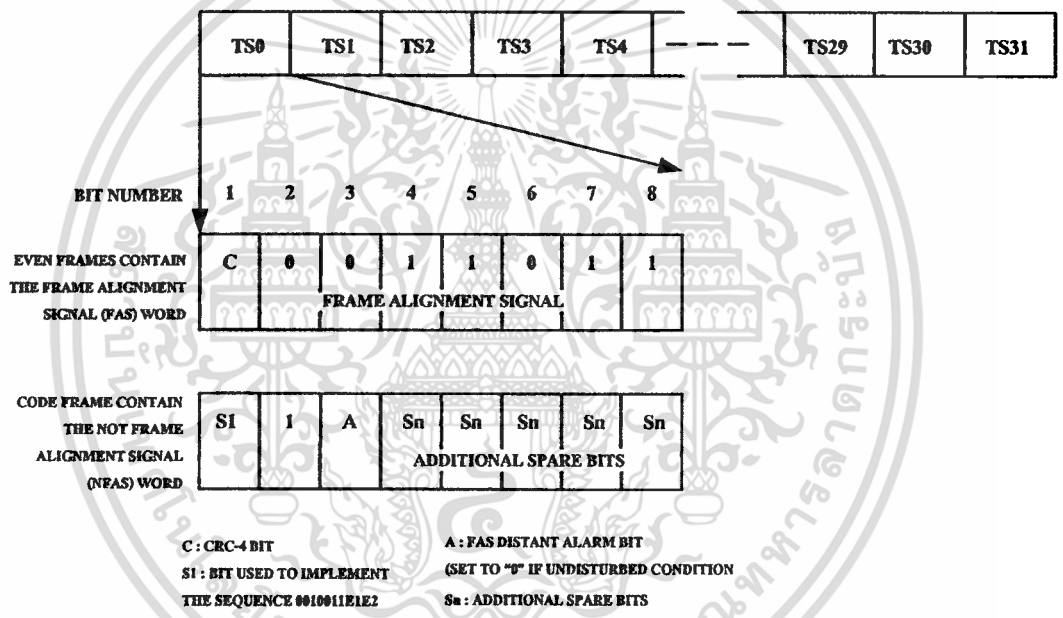
รูปที่ 2.10 หลักการของ Time Division Multiplexing( TDM )

ในประเทศแถบยุโรป ลำดับแรกของดิจิทัลมัลติเพล็กซ์นั้นจะมีทั้งหมด 32 time slot (TS) โดยที่ในแต่ละ TS จะมี 8 bits โครงสร้างของ Frame จะเป็นดังที่แสดงในรูปที่ 2.11 เนื่องจากแต่ละ TS มี 8 bits และมีทั้งสิ้น 32 TS ดังนั้นจำนวนbits ในแต่ละ Frame จึงเท่ากับ 256 bits และเนื่องจาก 1 Frame ยาว 125  $\mu$ s ดังนั้นจำนวน frame ใน 1 วินาทีจึงเท่ากับ 8,000 Frame ดังนั้น bitrate รวมของระบบ E1 จึงเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 32 \times 8 \times 8,000 &= 2,048,000 \text{ bit/s} \\
 &= 2,048 \text{ kbit/s} \\
 &= 2.048 \text{ Mbit/s}
 \end{aligned}$$

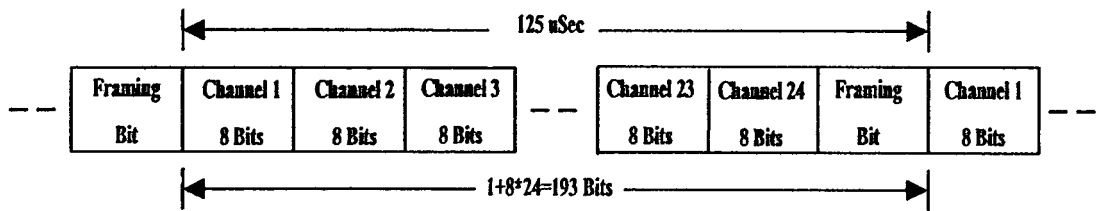


รูปที่ 2.11 โครงสร้างอย่างง่ายของ E1 Frame



รูปที่ 2.12 Time Slot 0 ใน E1 Frame

จากรูปที่ 2.12 ในกรณีที่เป็น Frame เช่น frame 0, 2, 4... ข้อมูลใน time slot 0 คือ FAS (Frame Alignment Signal) หากเป็น Frame ก็แล้วจะเป็น Non-Frame Alignment Signal (NFAS) สำหรับประเทศในแถบอเมริกาเหนือเน้นการจัด Frame ในระบบ Digital MUX ในลำดับแรกสุดเป็นดังนี้



รูปที่ 2.13 โครงสร้างอย่างง่ายของ T1 Frame

ในระบบ T1 นั้น แต่ละ Frame ประกอบด้วย time slot จำนวน 24 time slots โดยแต่ละ time slot มีข้อมูลจำนวน 8 bits ดังนั้นจำนวน bits ใน 1 Frame จึงเท่ากับ 192 bits และได้มีการเพิ่ม Extra bit เข้าไปอีก 1 bit เพื่อใช้เป็น Frame Alignment Signal ดังนั้นจำนวน bits รวมทั้งสิ้น จึงเท่ากับ 193bits และเนื่องจากมี 8,000 Frame/sec เช่นเดียวกับกรณี E1 ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{Bitrate} &= 193 \times 8,000 \\
 &= 1,544,000 \text{ bit/s} \\
 &= 1,544 \text{ kbit/s} \\
 &= 1.544 \text{ Mbit/s}
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 2.2 ระบบ PDH ตามมาตรฐานอเมริกาเหนือ และมาตรฐานสากล (ITU-T)

Digital Signal Number	North American		International (ITU-T)		
	Number of Voice Channels	Data rate (Mbps)	Level Number	Number of Voice Channels	Data rate (Mbps)
DS-1	24	1.544	1	30	2.048
DS-1C	48	3.152	2	120	8.448
DS-2	96	6.312	3	480	34.368
DS-3	672	44.736	4	1920	139.264
DS-4	4032	274.176	5	7680	565.148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

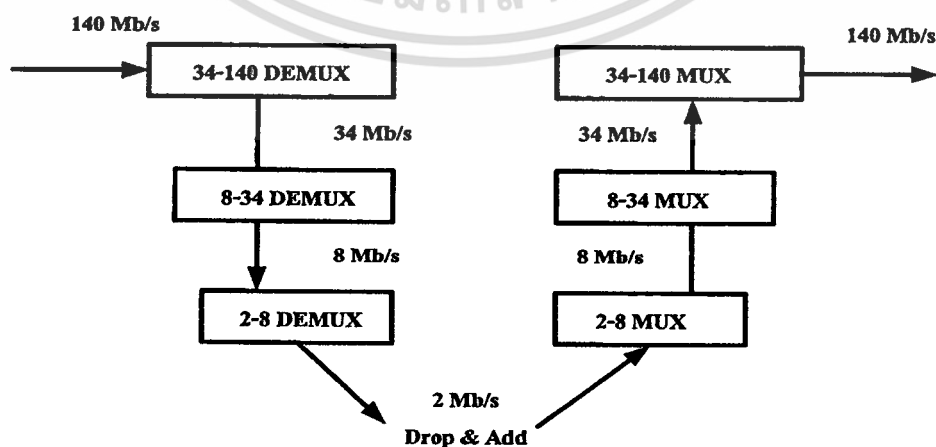
## 2.2.6 Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มต้นการพัฒนาเครือข่ายสื่อสารสำหรับใยแก้วนำแสง(Optical fiber)โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาให้เป็นระเบียบแบบ Synchronous ที่สมบูรณ์แบบระบบ digital multiplexing ที่ถูกนำมาใช้ตั้งแต่เดิมนั้น เป็นเพียงระบบที่เป็น เครือข่ายที่เป็น Plesiochronous เท่านั้น คำว่า Plesio มาจากภาษากรีกหมายถึง จวนหรือเกือบที่จะเป็นเท่านั้น ดังนั้น Plesiochronous จึงหมายถึงว่าเกือบที่จะเป็น Synchronous แต่ยังไม่ถือว่าเป็น Synchronous 100 % ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเดิมคือ การ Multiplexing ที่แต่ละ ระดับใช้วิธีการทำงานที่ไม่เหมือนกัน เช่นการ Multiplex จาก E1 เป็น E2 ( จาก 2.048 Mbit/s ไปเป็น 8.448 Mbit/s )นั้นใช้วิธีการ bit interleaving TDM ขณะที่การ multiplex จากระดับ 64 kbps ขึ้นมาเป็น E1 นั้น จะใช้วิธีการ word (character) interleaving TDM ทำให้ไม่ compatible กันในระบบ Synchronous Optical Network (SONET) จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับเครือข่ายการสื่อสารความเร็วสูงผ่าน Optical Network โดยการใช้หลักการ bit interleaving TDM ทั้งหมด และกำหนดความยาวของ Frame คงที่คือ 125  $\mu$ sec และ CCITT (ITU-T)ได้ adopted แนวความคิดดังกล่าวมาพัฒนาเป็น Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

ข้อจำกัดของ Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) นั้นประมวลได้ดังนี้

### 1. ปัญหาในการทำ Drop & Insert

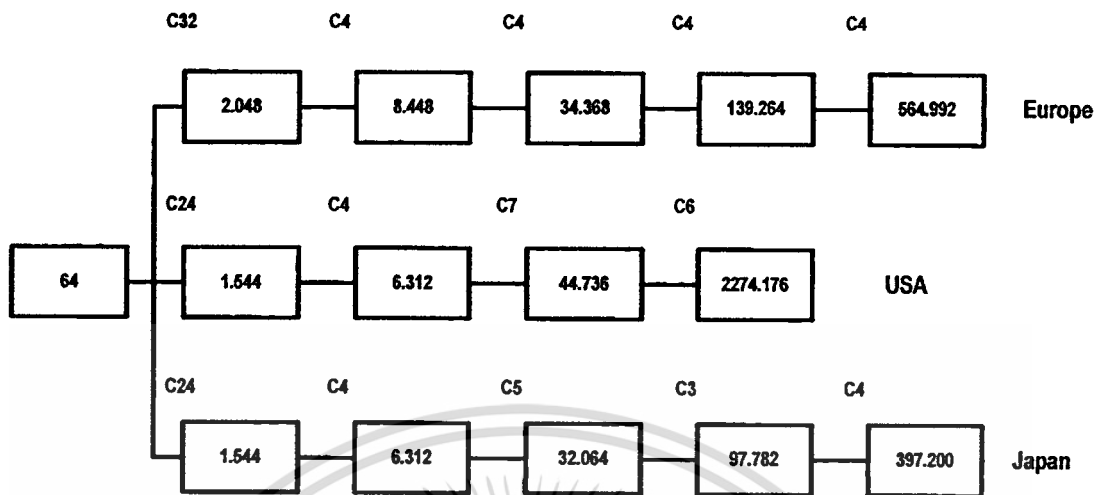
เนื่องจากการใช้วิธีการ multiplex ที่แตกต่างกันในแต่ละ ระดับดังกล่าวแล้ว ทำให้การทำ Drop & Insert ทำได้ด้วยความยากลำบากและสิ้นเปลืองอุปกรณ์ เช่น หากต้อง insert port 2 Mbit/s จำนวน 1 port เข้ากับระบบที่มีความจุขนาด 140 Mbit/s เราจะต้องทำการ Demux จาก 140 Mbit/s ลงมาเป็น 34 Mbit/s และ Demux ต่อลงมาจาก 34 Mbit/s เป็น 8 Mbit/s และ Demux ต่อลงมาจาก 8 Mbit/s ลงมาเป็น 2 Mbit/s แล้วจึง insert port ที่ต้องการเข้าไป และเริ่มต้น multiplex ขึ้นไปเป็นลำดับจนกระทั่งถึง 140 Mbit/s ใหม่ จะเห็นว่ายุ่งยากและสิ้นเปลืองมาก



รูปที่ 2.14 ปัญหาในการทำ Drop & Insert ในระบบ PDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปัญหาการเข้ากันไม่ได้ของระบบ PDH ในแต่ละมาตรฐานดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 มาตรฐาน PDH ที่มีใช้งานในปัจจุบัน

3. เนื่องจากวิธีการทำงานเฉพาะตัวในแต่ละระดับ ดังนั้นจึงเป็นลักษณะของ Asynchronous Multiplexing ไม่ใช่ Synchronous Multiplexing ที่แท้จริง

4. เนื่องจากหลักการมัลติเพล็กซ์แบบขั้นต่อขั้น โดยอาศัยหลักการ Asynchronous Multiplexing ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นโครงข่ายโทรคมนาคม เนื่องจากไม่มีความคล่องตัวและทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

5. มีข้อจำกัดในเรื่องการบริหารโครงข่ายและไม่รองรับการซ่อมบำรุงโครงข่ายเท่าที่ควร เนื่องจากไม่มีพื้นที่ว่างสำรองเหลืออยู่ใน Frame Structure ของ PDH

6. การมัลติเพล็กซ์ขึ้นไปยังระดับสูงเป็นการทำแบบตามวิธีเฉพาะตัวของแต่ละค่าย ดังนั้นการทำ Internetworking จึงมีเป็นไปได้ต่ำมากหรือเป็นได้ยาก

7. ขาดมาตรฐานที่เป็นสากล เช่น การ line coding ที่ไม่ตรงกัน เป็นต้น

### 2.2.6.1 ประวัติความเป็นมาของ Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

ระบบ Synchronous Multiplexing นี้ เริ่มแรกถูกพัฒนาขึ้นโดย Bellcore แห่งสหรัฐอเมริกาโดยใช้ชื่อว่า Synchronous Optical Network (SONET) ทั้งนี้เพื่อให้เป็นระบบสื่อสารแบบ synchronous ที่สมบูรณ์แบบ และเหมาะสำหรับการสื่อสารซึ่งเชื่อมโยงด้วยใยแก้วนำแสงสมัยใหม่ ซึ่งต่อมา CCITT ได้นำ SONET มาศึกษาใหม่และในปี ค.ศ. 1988 CCITT ก็ได้ออก Recommendation ชุดแรกที่เกี่ยวข้องกับระบบ SDH ขึ้น คือ REC. G.707, G.708 และ G.709 Recommendation เหล่านี้เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ความเร็วในการส่งสัญญาณ, รูปแบบของสัญญาณ, และ โครงสร้างของการเข้ามัลติเพล็กซ์ และการทำ Tributary mappings สำหรับ Network Node Interface (NNI) ซึ่งการนำ SDH ใช้งานมีข้อดีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ถูกออกแบบให้เป็น Cost - effective มีความคล่องตัวสำหรับการใช้งานเป็นโครงข่ายโทรคมนาคม การออกแบบระบบ SDH นั้นมีรากฐานมาจากการทำงานเป็น Direct Synchronous Multiplexing ทำให้เกิดความคล่องตัวในการนำมาใช้งานในการสื่อสาร จึงเกิดความประหยัดเมื่อเทียบการใช้ PDH เนื่องจาก Tributary signal สามารถถูกมัลติเพล็กซ์ขึ้นไปยังระดับสูงได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่าน Intermediate stages เหมือนกับกรณี PDH

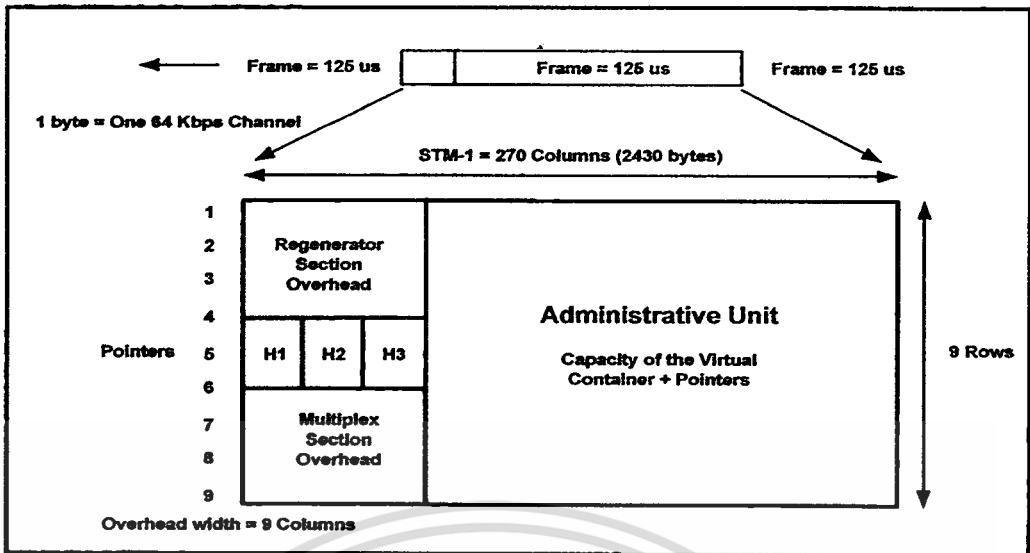
2. เตรียมการไว้สำหรับเรื่องบริหารและการซ่อมบำรุงโครงข่าย ได้ออกแบบโครงสร้างของสัญญาณของระบบ SDH ให้เพื่อเรื่อง บริหารและการซ่อมบำรุงโครงข่ายไว้แล้วไม่น้อยกว่า 5 % ดังนั้นจึงรองรับการบริหารและการซ่อมบำรุงโครงข่ายได้เป็นอย่างดี

3. เตรียมการให้มีความคล่องตัวในการถ่ายทอดสัญญาณได้เป็นอย่างดี SDH มีความสามารถในการนำส่ง Common Tributary signal เกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นจึงมีความคล่องตัวในการถ่ายทอดสัญญาณมากกว่าระบบ PDH เหมาะสมสำหรับการเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายโทรคมนาคม เนื่องจากการที่สามารถใช้งานได้กับ Tributary Signal เกือบทั้งหมด ทำให้ PDH จากค่ายต่างๆสามารถทำงานใช้งานร่วมกันได้

#### 2.2.6.2 โครงสร้างของ STM-1 Frame Structure

ระดับที่สูงสุดของ SDH นั้นเรียกว่า Synchronous Transport Module Level 1 (STM-1) ซึ่งในแต่ละ Frame ก็จะประกอบไปด้วย Virtual Container Capacity ที่ประกอบด้วย 2 dimensions mapping ขนาด 9 rows , 270 columns โดยที่ 9 columns ใช้สำหรับประกอบเป็น Transmission Overhead (section overhead และ pointer) ส่วน 261 columns ที่เหลือจะประกอบกันเป็นส่วนของ virtual container (VC) ซึ่งเมื่อรวมกับ ตัวชี้ (pointers : H1, H2, H3) แล้วจะกลายเป็น Administrative Unit(AU) เนื่องจากขนาด dimension เป็น 9 rows, 270 columns และเนื่องจาก 1 cell ถูกใช้ในการเก็บข้อมูลขนาด 1 Byte ข้อมูลใน 1 Frame จึงเท่ากับ 2,430 bytes และเนื่องจาก 1 Byte เท่ากับ 8 bits ดังนั้นใน 1 Frame มี 19,440 bits ในขณะที่ 1 Frame ยาว 125  $\mu$ s ใน 1 วินาทีจึงมี 8,000 Frame ทำให้ bitrate โดยรวมเท่ากับ

$$\begin{aligned} 19,440 \text{ bits/Frame} \times 8,000 \text{ Frame/s} &= 155,520,000 \text{ bit/s} \\ &= 155.52 \text{ Mbit/s} \end{aligned}$$



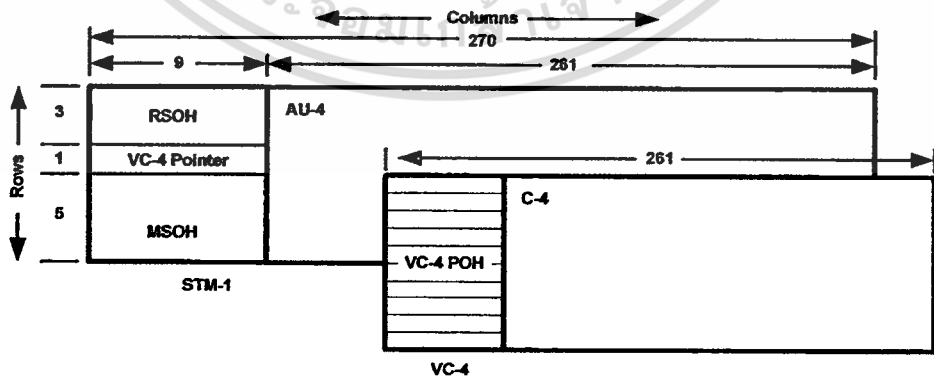
รูปที่ 2.16 โครงสร้างของ STM-1 Frame

Virtual Container นั้น ภายในจะมีส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Phase alignment ซึ่งจะถูกรวมอยู่ใน Administrative Unit โดยส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Phase alignment นี้ก็คือ Pointer ซึ่งถูกวางไว้ในแถวที่ 4 ของส่วนที่เป็น Section Overhead โดยที่ Section Overhead นี้ 3 rows แรกถูกใช้งานเป็น Regenerator section overhead และ 5 rows ทำயถูกใช้งานเป็น Multiplexer section overhead

สำหรับส่วนของ VC-4 นั้นจะประกอบด้วย 9 rows, 261 columns (หรือเท่ากับ 2349 bytes) ส่วนนี้จะเรียกว่า Payload Container ซึ่ง column แรก (ใน 261 columns) จะเป็นส่วนของ path overhead และส่วนที่เหลือจะเป็น payload จริงๆ (ส่วนของ container C-4) ดังนั้น container มีความจุ

$$261 \times 9 \times 8 \times 8000 = 150,336,000 \text{ bit/s}$$

$$= 150.336 \text{ Mbit/s}$$



AU : Administrative Unit  
 C : Container  
 STM : Synchronous Transport Module  
 VC : Virtual Container  
 Overhead (OH)  
 RSOH : Regenerator Section  
 MSOH : Multiplexer Section  
 POH : Path

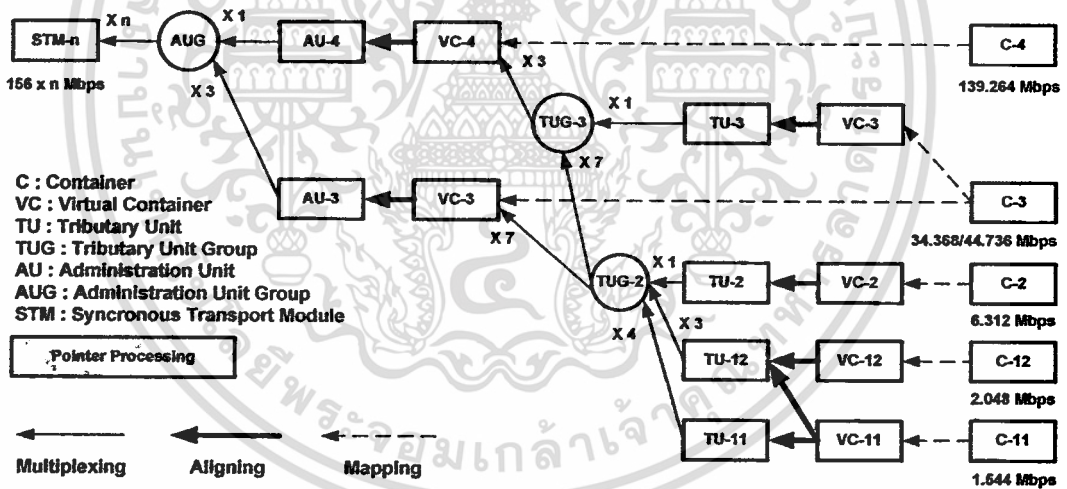
รูปที่ 2.17 โครงสร้างของ AU-4 และ VC-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	C2		
2	B1	RF1	RF2	E1			F1		
3	D1	RF3		D2			D3		
4	AU Pointer								
5	B2	B2	B2	K1			K2		
6	D4			D5			D6		
7	D7			D8			D9		
8	D10			D11			D12		
9	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2		

รูปที่ 2.18 Regenerator Section Overhead และ Multiplex Section Overhead

ดังนั้น STM-1 จึงสามารถส่งผ่านสัญญาณระดับต่ำที่ 139.264 Mbit/s (E4) ได้ และเนื่องจากการใช้ 8,000 Frame/sec ซึ่งกับเทออัตราการสุ่มตัวอย่างของสัญญาณ 64 Kbit/s จึงทำให้เกิดการ Synchronize มาตั้งแต่ระดับล่างสุด และสามารถทำการมัลติเพล็กซ์จากระดับล่างไปยังระดับสูง หรือดีมัลติเพล็กซ์ จากระดับสูง ลงมายังระดับล่าง ได้โดยตรงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 โครงสร้างการมัลติเพล็กซ์ในระบบ SDH

จากโครงสร้างการมัลติเพล็กซ์ ตามรูปที่ 2.19 หากเราใช้งานที่ความเร็ว 2.048 Mbps ทุก ๆ พอร์ต โดยผ่าน STM-1 (155.52 Mbit/s) เราจะสามารถใช้งานได้ทั้งหมด 63 พอร์ต หากมีการใช้งานที่ 34.368 Mbit/s หรือ 44.736 Mbit/s ร่วมด้วยแล้ว จำนวนพอร์ต 2.048 Mbit/s ที่สามารถใช้งานได้จะลดลง และจากรูปจะพบว่า ระบบ SDH สามารถใช้งานร่วมกันได้ทั้ง Tributary group ตามมาตรฐาน PDH ของยุโรป และ Tributary group ตามมาตรฐาน PDH ของอเมริกาเหนือ ทำให้มีความคล่องตัวในการใช้งานสูง หลักในการมัลติเพล็กซ์ที่ถูกนำมาใช้งานสำหรับ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mapping เป็นกระบวนการที่จะถูกนำมาใช้เมื่อ Tributaries ถูกแปลงให้เข้ากับ Virtual Containers (VCs) โดยการเพิ่มข้อมูลหรือข่าวสาร ที่เป็นบิตเพื่อทำการปรับแต่ง (justification bits) และส่วนที่เป็น Path Overhead (POH) เข้าไป

Aligning กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่จะนำมาใช้เมื่อต้องการรวม Pointer เข้าไปใน Tributary Unit (TU) หรือ Administrative Unit (AU) เพื่อเป็นการให้ไปรวมอยู่กับ Byte แรกใน Virtual Container

Multiplexing กระบวนการนี้ถูกใช้เมื่อ Lower Order หลายชุดที่อยู่ในช่องสัญญาณ (path) ของสัญญาณนั้นถูกแปลงให้เข้ากับเส้นทางสัญญาณของ Higher Order หรือเมื่อ เส้นทางสัญญาณ Higher Order ถูกแปลงให้เข้ากับ Multiplex section

Stuffing เนื่องจาก SDH ถูกออกแบบให้ มีความสามารถในการรองรับ (Handle) Input Tributary rate ที่ถูกลงมาจาก PDH ได้หลายค่า เมื่อ Tributary signal ถูกมัลติเพล็กซ์และถูกปรับ หรือจัดให้ตรงตำแหน่ง จึงต้องมีการออกแบบที่ว่างสำรองเพิ่มเติมไว้ใน SDH Frame ทั้งนี้เพื่อการเตรียมการให้มิต่างมากเพียงพอสำหรับ Tributary rate ทั้งหมดนี้ ดังนั้น ณ ตำแหน่งที่แน่นอน ในลำดับชั้นของการมัลติเพล็กซ์ (Multiplexing Hierarchy) ที่ว่างสำรองนี้จะถูกเติมด้วย Fixed stuffing bits ซึ่งมีได้มีข่าวสารใดๆอยู่ภายใน แต่ต้องเติมเพื่อให้ตรงตาม Frame นั้นๆ

จากโครงสร้างของการมัลติเพล็กซ์เราจะเห็น ที่ระดับล่างสุดจะเป็น Container (C) ซึ่งจะต้องส่งต้องให้กับ Virtual Container (VC) ทั้งนี้เพื่อสร้าง VC payload โดยการใส่ bit-stuffing เพื่อให้ Input ทั้งหมด มี bit rate เท่ากันหรือเหมือนกัน เพื่อให้พร้อมสำหรับวิธีการ Synchronous Multiplexing ซึ่งจะเห็นว่ามิต่าง Container (C) และ Virtual Container (VC) หลายชุด เริ่มจาก C-11 (สำหรับ bit rate 1.544 Mbit/s) และเมื่อเพิ่ม stuffing แล้วจะเป็น 1.728 Mbit/s จนกระทั่งถึง C-4 (139.264 Mbit/s) และ VC-4 (150.336 Mbit/s) หลังจากนั้น VCs จัดวางใน Tributary Unit (TU) ตามลำดับชั้นที่เหมาะสม ซึ่งในชั้นตอนนี้จะมีการจัด pointer เพิ่มเติมเข้าไป

หลังจากนั้น payload จะถูกมัลติเพล็กซ์เข้าไปใน Tributary Unit Groups (TUGs) ค่า  $x \cdot N$  ที่เขียนไว้ใน path ระหว่าง TUs และ TUGs (ในลำดับเดียวกัน) และระหว่าง TUGs ที่อยู่ในลำดับต่ำกว่า TUGs หรือ VCS ที่อยู่ในลำดับสูงขึ้นไป แสดงถึงค่าสูงที่สุดที่สามารถมัลติเพล็กซ์ได้ และการมัลติเพล็กซ์ก็จะทำต่อๆกัน ไปเป็นลำดับจนถึง Administrative Unit Group-4 (AUG-4) ซึ่งสามารถมัลติเพล็กซ์เป็น STM-N ได้ตามต้องการ เช่น STM-1 (155.52 Mbit/s), STM-4 (622.08 Mbit/s) เป็นต้น

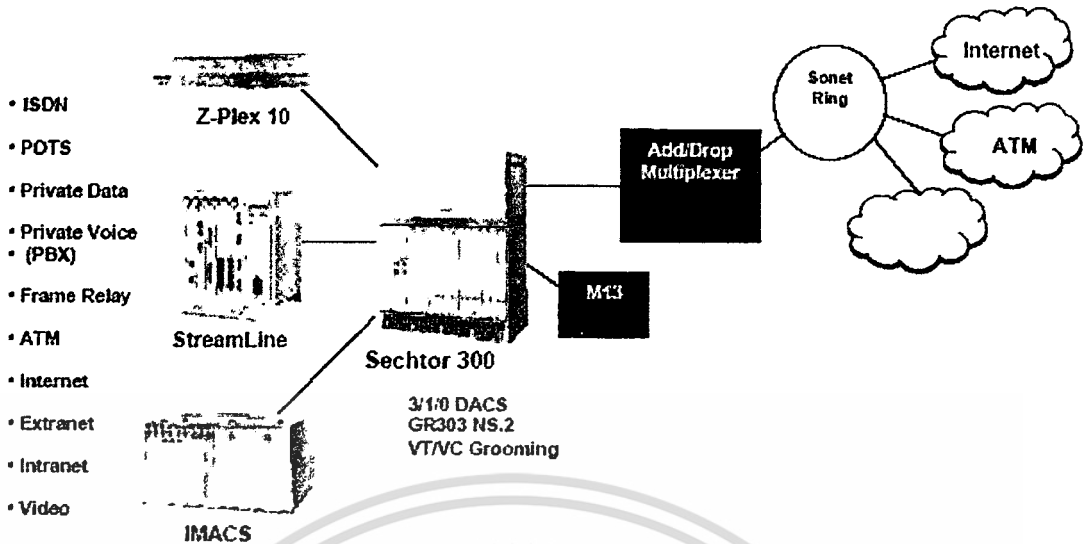
ตารางที่ 2.3 Bit rate ของ SONET และ SDH

SONET	SDH	Bit Rate - Mbps
STS-1/OC-1		51.84
STS-3/OC-3	STM-1	155.52
STS-9/OC-9		466.56
STS-12/OC-12	STM-4	622.08
STS-18/OC-18		933.12
STS-24/OC-24		1244.16
STS-36/OC-36		1866.24
STS-48/OC-48	STM-16	2488.32

### 2.3 อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ IMACS

อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ IMACS (Integrated Multiple Access Communications Server) เป็นอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นสูงและมีความเหมาะสมกับการใช้งานติดต่อสื่อสารทางธุรกิจ โดยการใช้งานจะประกอบไปด้วย โทรศัพท์พื้นฐาน(POTS: Plain Telephone Services), โทรศัพท์ภายในองค์กร, DDN (Digital Data Network), Fram Relay, ISDN (Integrated Services Digital Network), ATM(Asynchronous Transfer Mode) และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยรองรับการเชื่อมต่อแบบ V.35, V11/X.21, HDSL, T1 และ E1

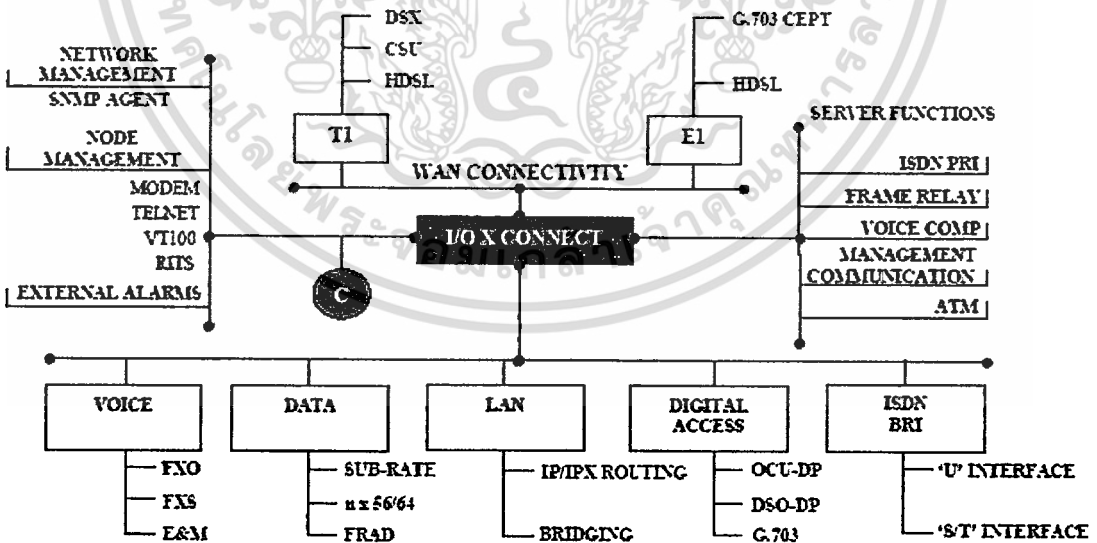
ในส่วนของการ Cross Connect จะรองรับการทำงานทั้ง สัญญาณเสียง ข้อมูล และในส่วน ของ T1 และ E1 นอกจากนั้นภายในตัวอุปกรณ์ยังมีการทำงานที่เรียกว่า Bit Error Rate Test, Test Tone and Signaling State Generation, การ Loop Back ทั้งที่เป็นแบบดิจิทัลและแบบอนาล็อก ตลอดจนสามารถควบคุมและตั้งค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่อยู่ปลายทางจากคันทางได้โดยการใช้การทำงานแบบ SNMP อุปกรณ์ IMACS จะมีอยู่ 4 รุ่น คือ IMACS 900, IMACS 800, IMACS 600 และ IMACS 200 โดยแต่ละรุ่นจะมีความแตกต่างกันตรงที่ความสามารถของการ์ด ทั้งที่ใส่ด้านหน้า ด้านหลังของตัวอุปกรณ์



รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ IMACS ที่ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ

### 2.3.1 โครงสร้างของอุปกรณ์ IMACS

อุปกรณ์ IMACS มีหน่วยประมวลผลที่รองรับการทำงานของอุปกรณ์ และรองรับความต้องการการใช้งานในอนาคตของโครงข่าย โดยโครงสร้างแบ่ง Bus ออกเป็นหลาย ๆ เส้นทางเพื่อเชื่อมต่อกับส่วนต่าง ๆ เช่น WAN (Wide Area Network) จะเชื่อมต่อกับส่วนของ CPU เพื่อประมวลผลและควบคุมการทำงาน



รูปที่ 2.21 โครงสร้างของ IMACS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### User Buses

User Buses จะมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยแบ่ง Bus ที่เป็น TDMA โดยจะมี 4 ช่องทาง คือ A, B, C และ D เพื่อให้สามารถจัดการกับอุปกรณ์ทางด้านปลายทางได้ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสัญญาณเสียง หรือสัญญาณที่เป็นข้อมูล ซึ่งจะผ่านทาง WAN Card (E1หรือT1)

### WAN Buses

WAN Buses จะแบ่ง Bus ออกเป็น 8 ช่องสัญญาณ คือ W1-1, W1-2, W2-1, W2-2, W3-1, W3-2, W4-1 และ W4-2 ในรุ่น IMACS 800 หรือจะมี 4 ช่องสัญญาณ คือ W1, W2, W3 และ W4 สำหรับรุ่น IMACS 200 โดยทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์โดยสัญญาณจะอยู่ระดับ E1 หรือ T1 ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการใช้งาน

### Server Buses

Server Buses คือ Bus ทั้งหมดที่ใช้งานร่วมกันกับ Server Card โดยประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของ CPU Card และ WAN Card คือ การประมวลผลทางด้านข้อมูลร่วมกัน

### 2.3.2 ชนิดของ Card ที่ใช้งานของ IMACS

#### CPU Card

CPU Card เปรียบเสมือนสมองของ IMACS ซึ่งจะมีค่าต่าง ๆ ที่สำคัญมากมาย เช่น IP, ค่าการจัดการเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ทั้งที่เป็นอุปกรณ์ต้นทางและอุปกรณ์ปลายทาง CPU Card สามารถมี 2 Card ได้ ซึ่งจะทำงานแทนกันได้เมื่อ Card ใด Card หนึ่งเสียไป

#### Interface Card

Interface Card จะเป็นส่วนที่เชื่อมโยงการทำงานของตัว IMACS โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ตั้งค่าไว้ใน CPU Card หรือ Card อื่น ๆ จะถูกเก็บไว้ใน Interface Card ที่เรียกว่า "NVRAM" และจะมีพอร์ตโมเด็ม, พอร์ตการเชื่อมต่อเพื่อการจัดการ IMACS (Control Terminal), พอร์ตสำหรับปริ้นเตอร์ และพอร์ตสำหรับการเชื่อมต่อของ Alarm Relay

#### WAN Card

WAN Card ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ โดยระดับการเชื่อมต่อจะขึ้นอยู่กับการตั้งค่าว่าจะเป็นการเชื่อมต่อแบบ E1 หรือ T1

#### Voice Card

Voice Card จะมี 3 ชนิด คือ 2 Wire FXS, 2 Wire FXO และ 4 Wire E&M โดยลักษณะการใช้งานแต่ละชนิดก็จะต่างกัน เช่น 2 Wire FXS มีไว้สำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์, 2 Wire FXO จะต้องเชื่อมต่อกับตู้สาขาเท่านั้น ไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้โดยตรง โดยจะใช้ที่อุปกรณ์ต้นทาง ส่วน 4 Wire E&M จะใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ประเภทที่เป็น 4 Wire ต่าง ๆ

## Data Card

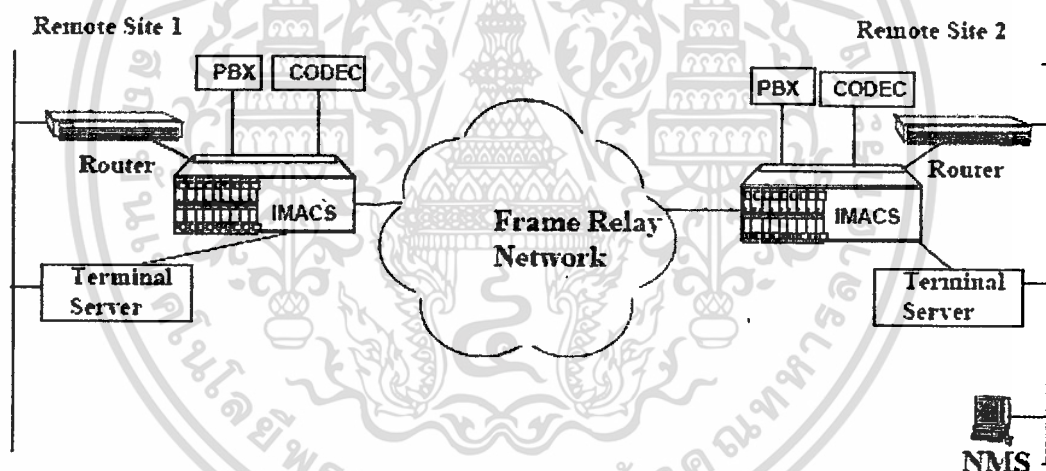
Data Card จะมีอยู่หลายชนิดเช่น SRU Card, HSU Card, DSO Card ซึ่งจะรองรับการเชื่อมต่อแบบ V.35, EIA530, RS499, RS422, V.1, V24 และ RS232

### 2.3.3 ระบบการจัดการของ IMACS

การจัดการเกี่ยวกับ IMACS สามารถทำได้ 2 แบบ คือ การจัดการที่เชื่อมต่อกับ IMACS โดยตรง และการจัดการ โดยผ่าน โครงข่าย ซึ่ง IMACS จะมีการทำงานแบบ SNMP และการ Telnet โดยที่ CPU Card จะมีการตั้งค่า IP ของ IMACS แต่ละตัว

SNMP (Simple Network Management Protocol) คือ โพรโตคอลมาตรฐานเกี่ยวกับการจัดการกับอุปกรณ์ ทั้ง SNMP และ Telnet จะต้องทำงานร่วมกับเส้นทางที่ได้สร้างไว้ตั้งแต่ต้น การจัดการของ IMACS แบบ PPP หรือ SLIP

การแจ้งเตือนของอุปกรณ์แต่ละตัวแต่ละสถานที่ สามารถแจ้งเตือนมายังอุปกรณ์ต้นทาง หรืออุปกรณ์ส่วนกลางได้ โดยใช้การทำงาน TCP/IP หรือการทำงานแบบ SNMP



รูปที่ 2.22 โครงข่ายของ IMACS ที่เชื่อมต่อกับ NMS

1. สัญญาณเตือนที่ค่าน้ำของรูป ถูกส่งออกผ่านทางพอร์ทขานานของ Interface Card
2. พอร์ทขานานของ Interface Card จะถูกตั้งค่าให้เป็นแบบ SLIP หรือ PPP SNMP Trap และส่งต่อไปยัง Ethernet LAN
3. IP ของอุปกรณ์ที่ต่าง ๆ จะถูกเชื่อมต่อกับ NMS โดยผ่านทาง Router
4. Router จะส่งผ่าน Trap และข้อมูล ผ่านทาง Frame Relay เพื่อเชื่อมต่อกันระหว่าง Site
5. การตรวจสอบสัญญาณเตือน สามารถทำได้โดยการ Telnet จาก NMS เพื่อเข้าไปตรวจสอบ ณ อุปกรณ์ที่ต้องการ หรือสามารถตรวจสอบจาก MIBs ของ NMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรม

ประสงค์ ประสิทธิภาพการ และคณะ ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ดังนี้

2.4.1 การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม คือ ขั้นตอนของการกำหนดขอบเขตของปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการพัฒนา โปรแกรม

2.4.2 การวิเคราะห์ระบบ คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ประกอบด้วย อะไรบ้าง มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งใด กำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ทำงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 การออกแบบระบบ คือ ขั้นตอนที่น่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ระบบมาออกแบบ รูปแบบการทำงานของโปรแกรม เช่น การออกแบบฐานข้อมูล รูปแบบหน้าจอ การบันทึกข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และการรายงานข้อมูล

2.4.4 การพัฒนาโปรแกรม คือ ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมา

2.4.5 การทดสอบระบบ คือ ขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนการนำไปใช้งานจริง ถ้าพบ ข้อผิดพลาด จะย้อนกลับไปพัฒนาโปรแกรมใหม่

2.4.6 การติดตั้งระบบ คือ ขั้นตอนหลังจากที่ได้ทำการทดสอบ โปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ว่า โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามต้องการแล้ว จึงทำการติดตั้งโปรแกรมจริง

2.4.7 การประเมินผล คือ ขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนา โปรแกรม ซึ่งต้องมีการประเมินผล เพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นของผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งาน โปรแกรม

## 2.5 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างและพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

Macromedia DreamWeaver 8

เป็น โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ (Web Page) โดยการลากองค์ประกอบของหน้าเว็บเพจที่ต้องการ (เรียกว่า อ็อบเจ็กต์ (Object)) ไปวางบนหน้าเอกสาร

เว็บเพจ เป็นการรวบรวมข้อมูล รูปภาพ และเนื้อหาด้านมัลติมีเดีย เว็บเพจ แต่ละหน้ามีการ เชื่อมต่อกันกันทำให้สามารถเรียกดูเว็บเพจหนึ่งจากเว็บเพจอื่นได้ โดยในเว็บเพจจะมีจุดเชื่อมโยงที่ เรียกว่า ลิงค์ (Link) ซึ่งเมื่อคลิก (Click) เมาส์ (Mouse) ตรงจุดที่กำหนดจะทำให้สามารถไปดูข้อมูล ในส่วนอื่นของเว็บเพจหรือเว็บเพจหน้าอื่นได้

เว็บไซด์เป็นที่เก็บเว็บเพจ เมื่อใดที่ต้องการเปิดดูเว็บเพจจะต้องใช้เว็บเบราว์เซอร์ (Web Brower) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีหน้าที่ส่งข้อมูลร้องขอข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเว็บ โดยตัวเว็บเบราว์เซอร์มีความเข้าใจภาษามาตรฐานของเว็บ คือ ภาษา HTML (Hyper Text Markup Language)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถแปลงภาษา HTML ใหกลายเป็นหน้าเอกสารที่สามารถเข้าใจได้ นอกจากนี้แล้ว เว็บไซต์ยังเกี่ยวข้องกับคำสำคัญอีกคำหนึ่ง คือ World Wide Web (หรือบางที่เรียก W, the Web และ WWW) ซึ่งเป็นบริการรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้สามารถสืบค้นข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้จากเว็บไซต์ที่อยู่ตามคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ทั่วโลก โดยจะต้องระบุ URL (Uniform Resource Locator) ซึ่งหมายถึงตัวระบุตำแหน่งของแหล่งข้อมูล โดย URL จะถูกเปลี่ยนให้เป็นชื่อแบบตัวเลข หรือ IP Address ซึ่งหมายเลข IP นั้นจะถูกใช้ในการอ้างอิงตำแหน่ง เครื่องในอินเทอร์เน็ต โดยเครื่องทุกเครื่องที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตจะมีเลข IP ที่ไม่ซ้ำกัน ทำให้สามารถระบุที่อยู่ของเครื่องที่เก็บเว็บที่ต้องการเปิดดูได้ (พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร และคณะ. 2544 : 6-12)

คำศัพท์ที่จำกัดความเกี่ยวกับเว็บไซต์ เช่น เอกสาร มัลติมีเดีย เป็นต้น มีความหมายดังนี้

เอกสาร (Document) คือ รายงานที่ใช้บรรยายสิ่งต่าง ๆ ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะจัดทำกันบนแผ่นกระดาษทั้งสิ้น แม้ว่าจะสร้างและแสดงเอกสารบนจอคอมพิวเตอร์ ก็ยังเรียกว่าเอกสารได้เช่นกัน สำหรับเอกสารในเว็บไซต์ จะมีชื่อเรียกเป็นการเฉพาะว่า เว็บเพจ

มัลติมีเดีย (Multimedia) เกี่ยวกับเอกสารที่นำเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีข้อความอย่างเดียวเท่านั้น อาจมีรูป ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และเสียงประกอบ

สรุปได้ว่า เว็บไซต์ คือ ชุดของเว็บเพจที่เชื่อมโยงกันด้วยไฮเปอร์ลิงก์เท่านั้น ก็สามารถจะกระโดดข้ามเอกสารฉบับหนึ่ง ไปยังอีกฉบับหนึ่งได้ ในการเรียกดู (สังสิทธิ์ เลิศสินธวานนท์และคณะ. 2541 : 5-7)

## 2.6 การสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถาม (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530 : 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตั้ง และการทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.6.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม คือ ผู้สร้างแบบสอบถามต้องระบุให้ได้ว่าแบบสอบถามนี้จะถูกนำไปใช้ในเรื่องอะไร เช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัย เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของโครงการบางอย่าง หรือใช้เป็นเครื่องมือของการประเมิน ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการนำแบบสอบถามไปใช้จึงต้องมีความชัดเจน ตัวอย่างเช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ เนื่องจากในการวิจัยนี้ แบบสอบถามเป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น แบบสอบถามที่สร้างจะต้องครอบคลุมทุกประเด็นในเรื่องประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักให้ครบถ้วน คือ ผู้สร้างต้องพิจารณาว่าประเด็นหลักจะต้องมีอะไรบ้าง ในขั้นนี้ผู้สร้างแบบสอบถามจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาสาระ ทฤษฎี โครงสร้างที่เกี่ยวข้อง จึงจะช่วยให้สามารถกำหนดประเด็นหลักได้ถูกต้อง ครบถ้วน

2.6.3 แจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นประเด็นย่อย คือ เมื่อกำหนดประเด็นหลักได้แล้ว จะต้องแจกแจงประเด็นหลักแต่ละประเด็นออกมาเป็นประเด็นย่อย ผู้สร้างแบบสอบถามต้องใช้ความรู้ หรือผลการศึกษาค้นคว้ามาช่วยแจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นให้ครบถ้วนให้ได้

2.6.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม คือ กำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นหลักแต่ละประเด็นในประเด็นทั้งหมด และกำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นย่อยแต่ละประเด็น กำหนดข้อคำถามตามประเด็นย่อย พิจารณาสัดส่วนเทียบกลับไปหาจำนวนข้อทั้งหมด

2.6.5 กำหนดประเภทของคำถาม สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ประเภทถามความรู้ ประเภทถามความคิดเห็น ทศนคติ ประเภทถามพฤติกรรม ผู้สร้างต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสร้างว่า ต้องการจะถามอะไร ความรู้ความจริง ความคิดเห็น หรือถามพฤติกรรม

2.6.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม คือ ผู้สร้างต้องกำหนดรูปแบบของคำถาม ก่อนการเขียนข้อคำถาม โดยคำถามในแบบสอบถามจำแนกได้เป็น 11 รูปแบบ คือ

1. คำถามแบบสั้น ๆ
2. แบบเลือกตอบ
3. แบบเติมคำ
4. แบบฝึกดูถูก
5. แบบจับคู่ให้ถูกต้อง
6. แบบประมาณค่า
7. แบบประมาณค่าแบบให้ค่า
8. แบบประมาณค่าแบบให้ทำเครื่องหมาย
9. แบบจัดลำดับ
10. แบบเลือกตามความเห็นสมควร
11. แบบให้เลือกตอบหลายตัวเลือก

2.6.7 การตรวจสอบความสอดคล้อง คือ การตรวจสอบความตรงของแบบสอบถาม (Validity) ของแบบสอบถามว่า ตรงตามสาระเนื้อหา ความครอบคลุมประเด็นหลัก ประเด็นย่อย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามหรือไม่

2.6.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง คือ การจัดทำแบบสอบถามฉบับร่างขึ้นมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของข้อคำถาม

2.6.9 ทดลองใช้ แก๊ว และจัดพิมพ์ คือ การนำเอาแบบสอบถามฉบับร่างมาทดสอบและ แก๊วให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ถูกต้องทั้งการประเด็นการตั้งคำถาม ความสอดคล้องของข้อความ วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

## 2.7 การประเมินโปรแกรมหลังการติดตั้งใช้งาน

ประสงค์ ประเมินผลครั้ง และคณะ ได้กล่าวถึงขั้นตอนการประเมิน โปรแกรมหลังจากการ ติดตั้งใช้งาน เป็นการรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้ใช้งานในระยะหนึ่งแล้วสำหรับเป็นข้อมูลในการ ปรับปรุงโปรแกรมใหม่ให้ดีขึ้น จำนวน 4 ขั้นตอนดังนี้

2.7.1 โปรแกรมทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ คือ ความถูกต้องในการทำงาน ของโปรแกรมกับความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมที่ตรงกัน ตามที่ได้กำหนดไว้ในเบื้องต้น

2.7.2 โปรแกรมให้ผลประ โยชน์ ตามที่ระบุขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการมาน้อย เพียงใด คือ ผลของการใช้โปรแกรมก่อให้เกิดการทำงานที่ดีขึ้นกว่าเดิม ค่าใช้จ่ายลดลง ระยะเวลา ในการทำงานลดลง มีความสะดวกในการทำงานมากขึ้น

2.7.3 ผู้ใช้พอใจกับโปรแกรมในระดับใด คือ ความพอใจของผู้ใช้ต่อโปรแกรม ซึ่งอาจจะ มาจากการสัมภาษณ์ หรือแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้รับค่าบริการ หรือการสนับสนุนจาก โปรแกรม เช่น โปรแกรมมีลักษณะการใช้งานที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน ใช้งานง่าย เรียนรู้ง่าย มี ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วน

2.7.4 ผลลัพธ์จากโปรแกรมถูกนำไปใช้ตามที่คาดหวังมาน้อยเพียงใด คือ ผลจากการ ทำงานของโปรแกรมสามารถนำไปใช้งานให้เกิดประ โยชน์ หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มาก น้อยเพียงใด

ผลการประเมินนี้จะถูกรวบรวมและนำเสนอต่อผู้บริหารเพื่อการตัดสินใจในการดำเนินการ ต่อไป เช่น การปรับปรุงระบบ การฝึกอบรมบุคลากรเพิ่มเติม เป็นต้น

การศึกษาผลกระทบแบบเป็นทางการ (Formal impact study) เป็นวิธีการประเมินผลระบบ โดยการสืบหาและตัดสินใจว่าระบบงานทำงานตามที่คาดหวังหรือไม่ การศึกษาจะเริ่มขึ้นหลังจาก ระบบทำงานเต็มที่และพนักงานมีประสบการณ์เพียงพอแล้วในการป้อนกลับสิ่งที่เป็นประ โยชน์

การตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ (Regular audit) โดยวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบระบบคือ เพื่อให้แน่ใจว่าระบบได้ทำงานตามหน้าที่ที่ควรจะเป็น การตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ ผู้บริหารมั่นใจได้ว่าระบบนั้นประมวผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือจัดหาข้อมูลได้อย่างมี ประสิทธิภาพ การตรวจสอบสามารถทำได้โดยผู้ตรวจสอบระบบมืออาชีพ เช่น บริษัทตรวจสอบ EDP ซึ่งมีความชำนาญด้านการตรวจสอบและมีความเข้าใจด้านเทคโนโลยี

## 2.8 คุณภาพ

ความหมายและความสำคัญของคุณภาพนั้น มีความหมายได้หลายด้าน และหลายความหมาย เช่น ความเหมาะสมต่อการทำงาน การทำงานได้อย่างเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งความหมายของคุณภาพในลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งของที่สำคัญมี 2 ประการ คือ หน้าที่ ความคงทน ความมั่นคง การอยู่ในสภาพที่ดีที่ทำงานได้ และรูปร่างลักษณะ ความสวยงาม สี ความเรียบร้อย กลมกลืนเส้นแนว หรือโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และยังแบ่งชนิดของคุณภาพออกเป็น 4 ชนิด คือ

2.8.1 คุณภาพที่บ่งถึงขีดความสามารถหน้าที่ (State Quality) คือ คุณภาพที่อยู่ในสัญญา ซื่อขาย เป็นสิ่งที่ต้องการของผู้ซื้อ การตั้งระดับคุณภาพจะถูกกำหนดโดยผู้ซื้อ ซึ่งอาจได้ระดับคุณภาพจากการทดลองการใช้งาน หรือผลงานที่ผลิตขึ้นมา

2.8.2 คุณภาพที่แท้จริง (Real Quality) คือ คุณภาพผลงานที่เริ่มจากการผลิตและนำไปใช้ จนหมดอายุการใช้งาน หรือไม่สามารถรู้ได้

2.8.3 คุณภาพโฆษณา คือ คุณภาพที่ผู้ขาย หรือผู้ผลิต โฆษณา หรือ โอ้อวด หรือประกันให้ลูกค้าซึ่งอาจจะสร้างความเสียหายแก่บริษัทผู้ผลิต

2.8.4 คุณภาพจากการใช้งานและประสบการณ์ (Experienced Quality) คือ คุณภาพจากการพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับคุณภาพโฆษณา อายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของอุปกรณ์ จะต้องมีการคำนวณค่าต่าง ๆ ให้มีค่าพอเพียงในการออกแบบ และความปลอดภัยในการบำรุงรักษา ทดสอบ ก่อนการผลิตมาใช้งานจริง

จากความหมายของคุณภาพที่กำหนดมาข้างต้น สรุปได้ว่า คุณภาพเกิดจากการผลิต และจัดทำซึ่งมีมาตรฐาน และมีความเหมาะสมการใช้งาน การวัดคุณภาพจะใช้หลักการทางสถิติเข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล (ศิริพร ขอพรกลาง. 2545 :11-12)

### ลักษณะของคุณภาพ

1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ (Quality in Goods) มีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 การปฏิบัติงานได้ (Performance) ผลิตภัณฑ์ต้องสามารถใช้งานได้ตามหน้าที่ที่กำหนดไว้

1.2 ความสวยงาม (Aesthetics) ผลิตภัณฑ์ต้องมีรูปร่าง ผิวสัมผัส กลิ่น รสชาติ และสีสันทัดใจลูกค้า

1.3 คุณสมบัติพิเศษ (Special Features) ผลิตภัณฑ์ควรมีลักษณะพิเศษที่โดดเด่นแตกต่างจากผู้อื่น

1.4 ความสอดคล้อง (Conformance) ผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ตามที่ลูกค้าคาดหวังไว้

1.5 ความปลอดภัย (Safety) ผลิตภัณฑ์ควรมีความเสี่ยงอันตรายในการใช้น้อยสุด

1.6 ความเชื่อถือได้ (Reliability) ผลิตภัณฑ์ควรใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ความคงทน(Durability)ผลิตภัณฑ์ควรมีอายุการใช้งานยาวนานในระดับหนึ่ง

1.8 คุณค่าที่รับรู้ (Perceived Quality) ผลิตภัณฑ์ควรสร้างความประทับใจ และมีภาพพจน์ที่ดีในสายตาลูกค้า

1.9 การบริการหลังการขาย (Service after Sale)ธุรกิจควรมีการบริการหลังการขายอย่างต่อเนื่องทำให้สินค้าสามารถคงคุณสมบัติหรือหน้าที่การงานที่สมบูรณ์ต่อไปได้ รวมทั้งบริการในการรับฟังความคิดเห็นจากลูกค้าเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ด้วย

2. ลักษณะของบริการที่มีคุณภาพดี (Quality in Services) มีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ความเชื่อถือได้ (Reliability) การบริหารสามารถให้บริการได้อย่างสม่ำเสมอ

2.2 ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ (Responsiveness) ตรงความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า

2.3 ความสามารถ (Competence) พนักงานที่ให้บริการจะต้องมีทักษะและความรู้เพื่อปฏิบัติในการบริการ

2.4 ความสุภาพ (Courtesy)ผู้ให้บริการจะต้องมีมารยาทที่ดี เป็นมิตรและอ่อนน้อม

2.5 ความน่าไว้วางใจ (Credibility) ผู้ให้บริการต้องเป็นคนที่มีความซื่อสัตย์, ความน่าไว้วางใจและน่าเชื่อถือ

2.6 ความปลอดภัย (Security) การบริการจะต้องมีความปลอดภัย ไม่มีความเสี่ยง

2.7 ความเข้าถึง (Access) การบริการควรจะง่ายต่อการติดต่อ

2.8 การติดต่อสื่อสาร (Communication) การบริการควรจะสามารถให้ข้อมูลเมื่อลูกค้าต้องการหรือสอบถาม

2.9 ความเข้าใจในตัวลูกค้า (Understanding the Customer) เข้าใจลักษณะเฉพาะของลูกค้าแต่ละคน

3. ทักษะคดีของลูกค้าในแง่ของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี

3.1 ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้คีตามรายละเอียดทางวิศวกรรม (Specification) ที่ระบุไว้

3.2 ผลิตภัณฑ์คุ้มค่างบเงินหรือราคาของลูกค้าจ่ายเพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์นั้นมา

3.3 ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ โดยมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมด้วย

3.4 ผลิตภัณฑ์มีการบริการประกอบเพื่อความสะดวกของลูกค้า หรือเพื่อรักษาสภาพที่สมบูรณ์ของสินค้าให้คงอยู่ในช่วงระยะเวลาการใช้งานได้ตลอด

3.5 ผลิตภัณฑ์สร้างความภาคภูมิใจ ความประทับใจให้แก่ผู้ใช้

4. ทักษะคดีของลูกค้าในแง่ของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีสำหรับ ผู้ผลิต คุณภาพที่ดี หมายถึง

4.1 การผลิตให้ถูกต้องตั้งแต่แรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การผลิตที่มีระดับของของเสียอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเป็น Zero Defect ซึ่งหมายถึงไม่มีของเสียจากการผลิตเลย

4.3 การผลิตตามตัวแปรที่ต้องการอย่างถูกต้อง ไม่เบี่ยงเบนจากมาตรฐานที่ตั้งไว้

4.4 การผลิตที่มีระดับต้นทุนที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ลูกค้าที่มีความต้องการสามารถซื้อผลิตภัณฑ์ในระดับราคาที่ยอมรับได้

## 2.9 ความพึงพอใจ

การอธิบายความหมายของความพึงพอใจ ได้มีผู้ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังต่อไปนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535 : 143) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจนั้น หมายถึงความรู้สึกต่อบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน และได้รับผลตอบแทน คือผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจ สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน รวมทั้งการส่งผลต่อความสำเร็จ และเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

วิมล กาญจนนิวาสน์ (2542 : 13) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นที่คนงานมีต่องาน และนายจ้าง เป็นอารมณ์พึงพอใจ สบายใจที่ผลงานนั้น ได้ทำให้ความต้องการได้รับการตอบสนอง

ปรีเชศ สติธิสรวง (2541 : 26) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ทศนคติที่มีต่องาน และปัจจัยต่าง ๆ ในการทำงาน เป็นความรู้สึกที่บุคคลมีต่องานที่ทำอยู่ในอดีตตามพฤติกรรมที่ผ่านมา โดยมีปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งถ้าบุคคลมีความรู้สึก หรือทศนคติที่ต่องานจะทำให้เกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ทুমทและอุทิศแรงกาย แรงใจให้กับงาน แต่ถ้ามีทศนคติที่ไม่ดีต่องาน ก็จะเกิดความไม่พึงพอใจในการปฏิบัติงาน

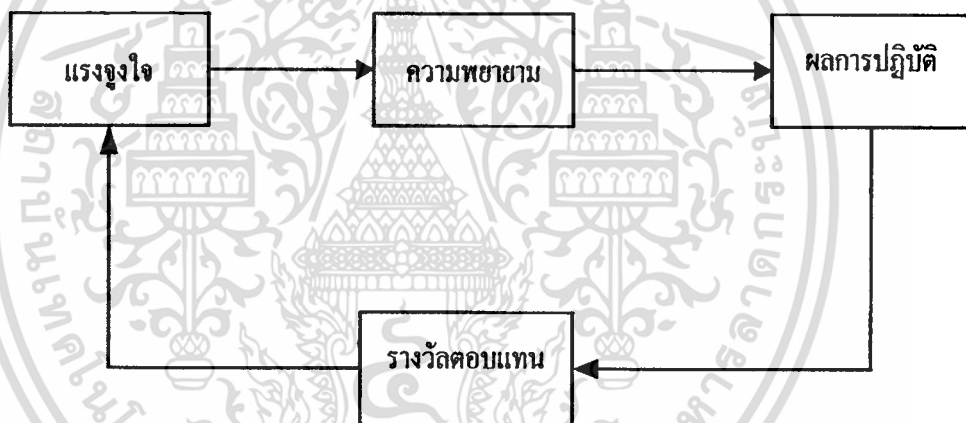
สุภาลักษณ์ ชัยอนันต์ (2540 : 17) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจนั้น เป็นความรู้สึกส่วนตัว ที่รู้สึกเป็นสุขหรือยินดีที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งทำให้เกิดความไม่สมดุล ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมที่จะแสดงออกของบุคคล ซึ่งมีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมใดๆ นั้น

ชริณี เคชจินดา (2535 : 14) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก หรือทศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้น เมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนอง หรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น หากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

สนิท เหลือบุญนาศ (2529 : 7) กล่าวถึงความพึงพอใจว่า หมายถึง ทำที่ ความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งภายหลังที่ได้รับประสบการณ์ในสิ่งนั้นมาแล้ว ในทางบวก พึงพอใจ นิยมชมชอบ สนับสนุน เจตคติที่ดีของบุคคล เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการ ในทางตรงกันข้าม ถ้าไม่ได้รับการตอบสนองตามความต้องการ ความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า ความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจมีความเกี่ยวโยงกัน ในลักษณะตรงกันข้าม

วิชัย เหลืองธรรมชาติ (2531 : 15) กล่าวว่า ความพึงพอใจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองซึ่งมนุษย์ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดย่อมมีความต้องการในขั้นพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

Kotler (1994 : อ้างใน รัชวลี วรวุฒิ : 2548) กล่าวถึงกระบวนการของการสร้างความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานว่าถ้าผู้ปฏิบัติงานมีแรงจูงใจมากจะมีความพยายาม และถ้ามีความพยายามมากจะปฏิบัติงานได้มาก ทำให้ได้รางวัลมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่ความพึงพอใจปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ดังที่แสดงกระบวนการเกิดความพึงพอใจตามแนวคิดของ Kotler ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.23 กระบวนการเกิดความพึงพอใจ

จากความหมายและกระบวนการของความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลเมื่อได้รับผลสำเร็จ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้รับการตอบสนองทั้งทางร่างกายและจิตใจ จนทำให้เกิดความรู้สึก ความพึงพอใจภายใต้สภาพบรรยากาศการทำงานที่ถูกใจ

## การวัดความพึงพอใจ

ปริญญา จเรรัชต์ (2546 : 43) กล่าวว่า มาตรการวัดความพึงพอใจจะสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร และการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ว่าที่ร้อยตรีปริญญา จันทร์ใส (2548 : บทคัดย่อ) โดยในการทำวิจัยเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่องการสร้างสายอากาศไดโพล ด้านเนื้อหาและด้านการเทคนิคการผลิตสื่อและหาความพึงพอใจผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องการสร้างสายอากาศไดโพล โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ เรื่องการสร้างสายอากาศไดโพล จำนวน 7 ท่าน ใช้แบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์การหาค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีผลดังนี้

- 1.คุณภาพของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างสายอากาศไดโพล จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี
- 2.ผู้ใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างสายอากาศไดโพล จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีความพึงพอใจผู้ใช้ระดับดีมากในการใช้งาน โปรแกรม

ยุทธพงษ์ จุจรูญ ( 2547 : บทคัดย่อ) ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพของ คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ โดยการสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver บรรจุลงแผ่นซีดีรอม โดยผลการวิจัยพบว่า คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินของประชากรอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.42 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53

สุขสันต์ ลีลาสุวณิษฐ์ (2546 : บทคัดย่อ) วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องเสียงฟิลิปส์ รุ่น FW-V720/21M ใช้สำหรับพนักงานช่างเทคนิคประจำศูนย์บริการฟิลิปส์ โดยผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมที่นำมาทดสอบกับพนักงานช่างเทคนิคประจำศูนย์บริการฟิลิปส์โดยแต่งตั้ง (กลุ่มตัวอย่าง) ได้ค่าร้อยละ 91.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

สุภาวดี นาคสีทอง (2546 : บทคัดย่อ) ในวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมเพื่อพัฒนาหาคุณภาพ และศึกษาความคิดเห็นจากผู้ใช้งานนุกรมอิเล็กทรอนิกส์ศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธา ระบบที่นำเสนอนี้มีการทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ โดยผลการวิจัยพบว่า พจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธา ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และจากการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.48 และ 4.51 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งฉบับเท่ากับ 0.55 และ 0.51 ตามลำดับ

กฤตกร กัลยารัตน์ (2545 : บทคัดย่อ) โดยวิจัยเพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ เพื่อช่วยในการจัดเก็บ และค้นหาข้อมูลคำศัพท์ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าผลการประเมินคุณภาพของ โปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป การพัฒนาครั้งนี้ทำให้ได้โปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ บรรจุอยู่ในซีดีรอม จำนวน 1 แผ่น ซึ่งช่วยให้การศึกษาค้นคว้าด้านฮาร์ดแวร์ สะดวก รวดเร็ว และง่ายขึ้น

ผลการพัฒนาโปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณภาพของ โปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ จากการประเมินของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับ เท่ากับ 4.47 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53

2.คุณภาพของ โปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับ เท่ากับ 4.19 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52

จักรพันธ์ ลังการิน (2550 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การคิดตั้ง โปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์สาขาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยผลการวิจัยพบว่า จากการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

4.60 และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ คุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

ยูธนา เนาวรัตน์ (2550 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด(มหาชน) ซึ่งพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ไปศึกษา เป็นเอกสารและงานวิจัยที่ได้ใช้โปรแกรมมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างหรือพัฒนาเครื่องมือ โดยจะนำเนื้อหาต่างที่มีเป็นจำนวนมาก และยากต่อการทำความเข้าใจ มาสรุปเนื้อหาที่สำคัญ ๆ และจัดลำดับเพื่อให้สามารถเรียนรู้ สืบค้นได้รวดเร็วหรือเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางและมีการแทรกเนื้อหาบางส่วนที่มาจากประสบการณ์ตรงและจำเป็นต่อการติดตั้ง และทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 เพื่อนำมาสร้างเป็นคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิศวกรและ/หรือช่างเทคนิค บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส เซส จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จำนวน 25 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย

- 3.2.1 แบบประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200
- 3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200
- 3.2.3 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

### 3.2.1 แบบประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และหลักการสร้างแบบประเมินคุณภาพเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์
2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา สำหรับการสร้างแบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200
3. ออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพด้านเนื้อหาวิศวกรรม และคุณภาพด้านการผลิตสื่อ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การ ให้คะแนนคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้
  - 5 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดีมาก
  - 4 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดี
  - 3 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ปานกลาง
  - 2 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ พอใช้
  - 1 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง
4. เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบ และรับแบบประเมินคุณภาพมาแก้ไขจนสมบูรณ์
5. เสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมินจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ให้คำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข โดยรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1. รศ.ดร. วิไลพร วรจิตตานนท์  | รองศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 2. ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 3. ดร. ณรงค์ พิมสาร           | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมิน จะประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อนำมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งจะใช้ข้อคำถามที่มีค่า IOC = 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถามเป็นดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117) ดังนี้

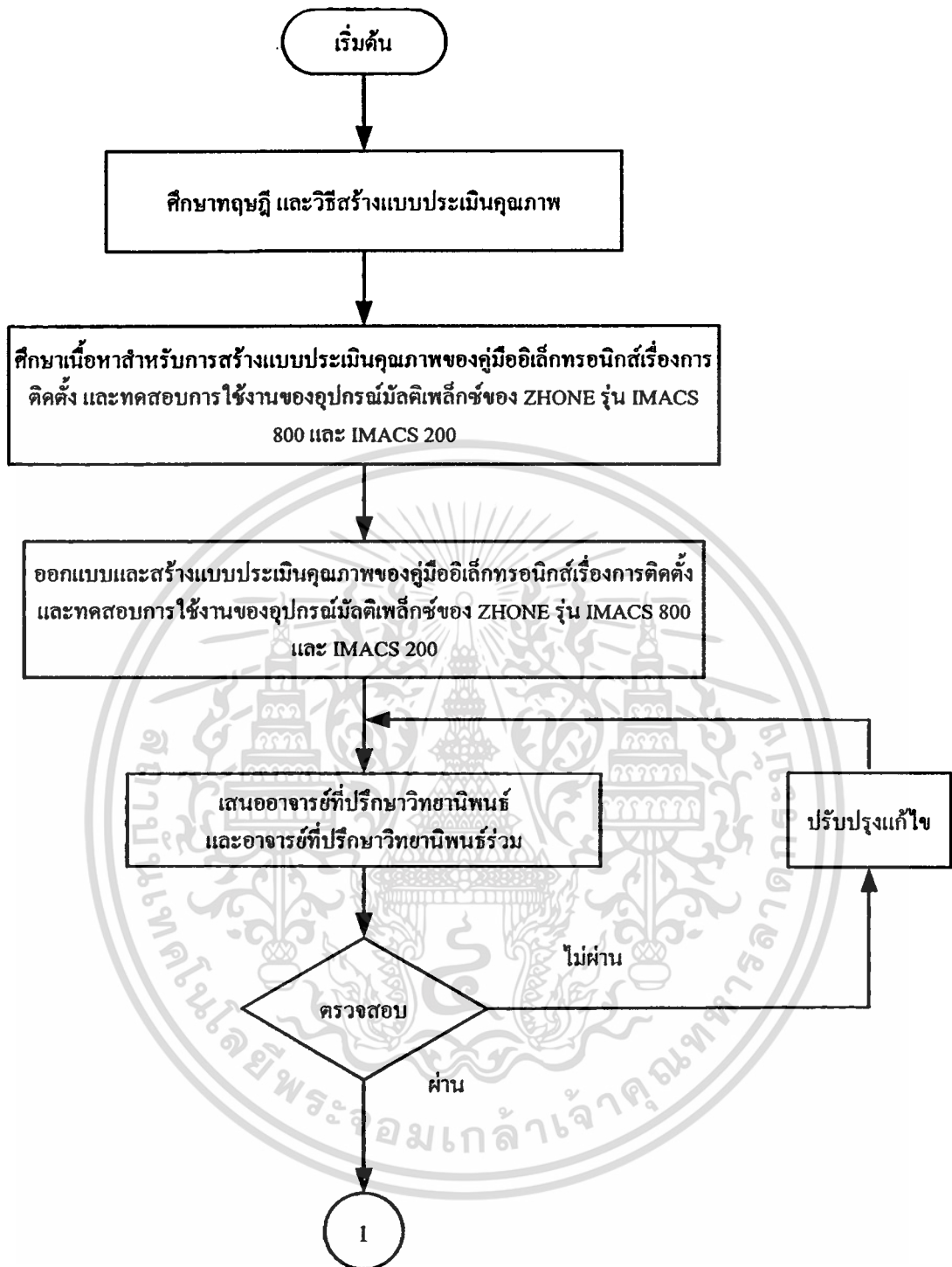
$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ  $IOC$  หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ  
 $\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด  
 $n$  หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมิน จำนวน 3 ท่าน พบว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาวิศวกรรมและแบบประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยแต่ละข้อคำถามมีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และผู้วิจัยได้เพิ่มข้อคำถาม คือ ความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา และความชัดเจนของเสียง ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในแบบประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ

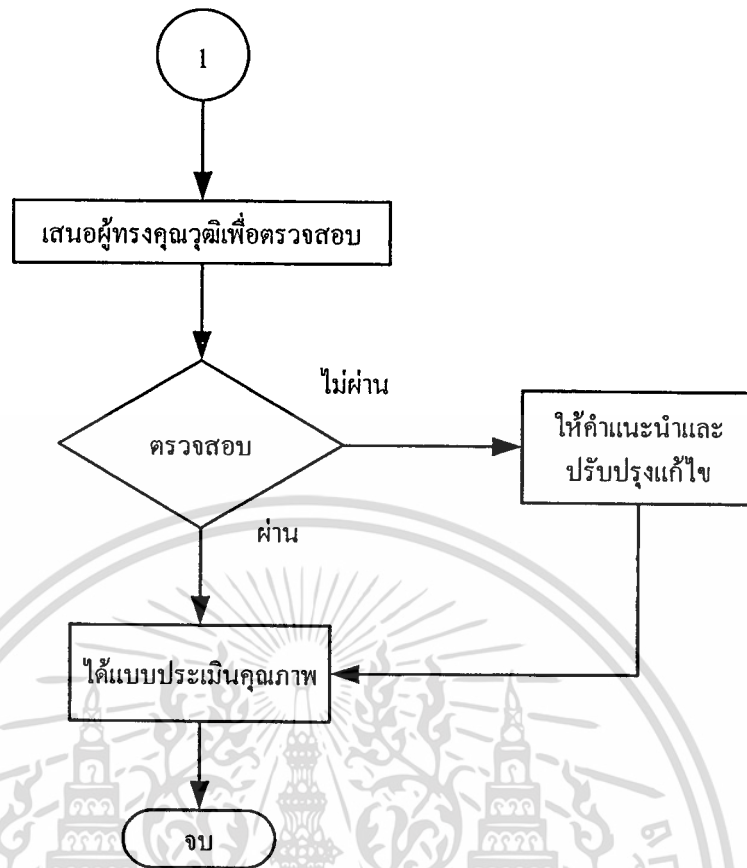
6. ได้แบบประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิศวกรรม 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 แสดงดังรูปที่ 3.1



**รูปที่ 3.1** ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบ การใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

3.2.2 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

1. ศึกษาทฤษฎี และวิธีสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบประเมินความพึงพอใจสำหรับการใช้ประเมินความพึงพอใจการใช้งานของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

2. กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อประเมินความพึงพอใจ ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อต่าง ๆ สำหรับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์

3. ออกแบบและสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัยฯ และ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัยฯร่วม ตรวจสอบและรับกลับมาแก้ไข

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจ เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมิน จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและปรับปรุง โดยรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

1. รศ.ดร. วิไลพร วรจิตตานนท์ รองศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ดร. ณรงค์ พิมสาร อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมิน จะประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ เพื่อนำมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งจะใช้ข้อคำถามที่มีค่า IOC = 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถามเป็นดังนี้

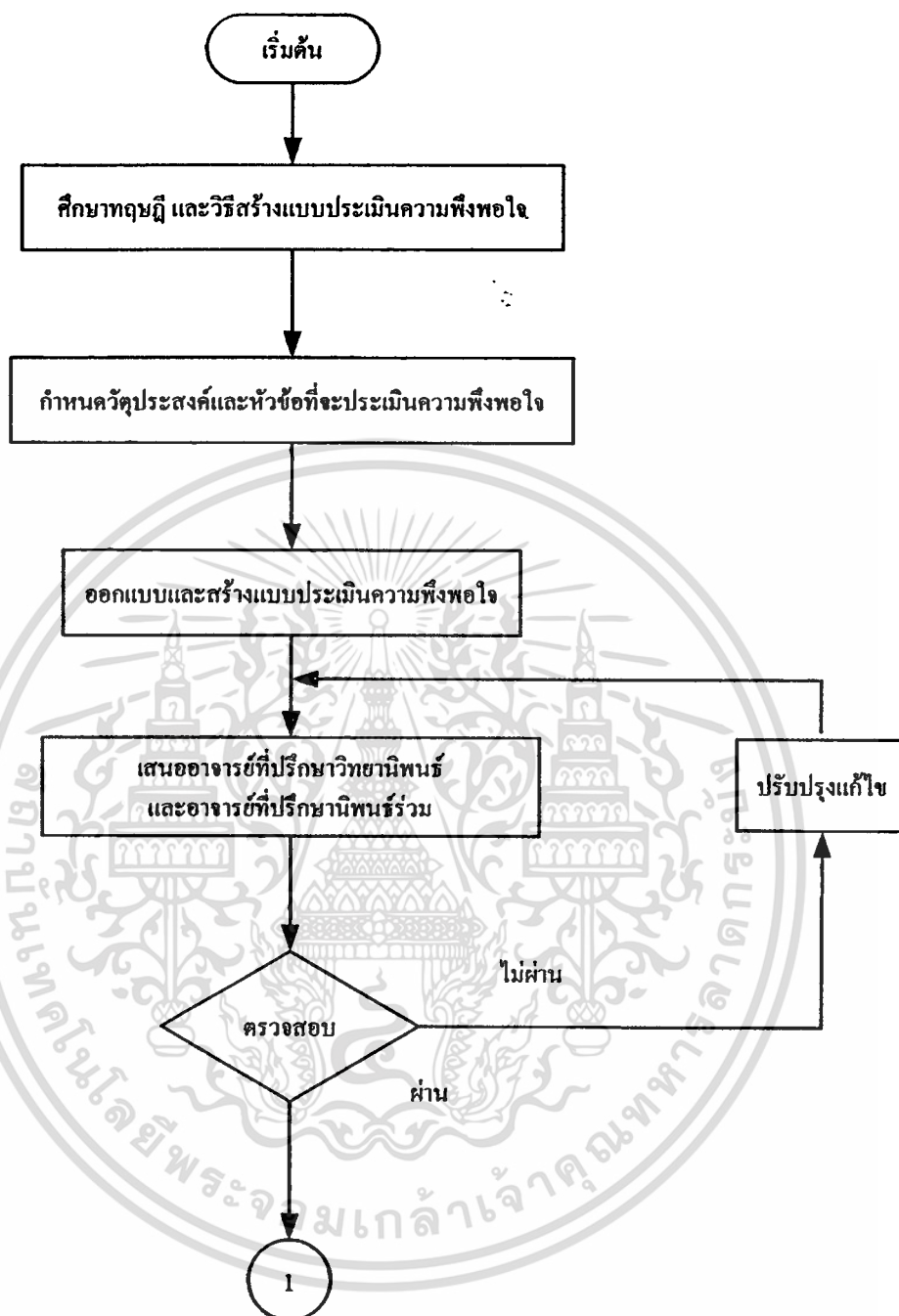
- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

จากผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบประเมิน จำนวน 3 ท่าน พบว่า ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยแต่ละข้อคำถามมีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 1.00

6. ได้แบบประเมินความพึงพอใจที่จะนำไปใช้กับกลุ่มประชากรที่ทดลองใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์

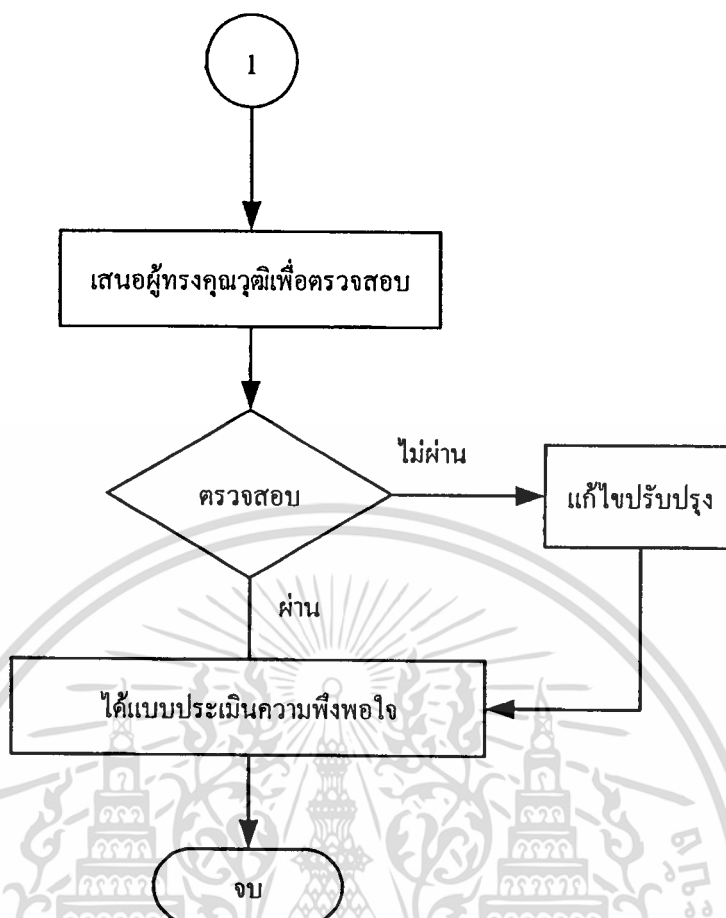
ขั้นตอนการออกแบบ และสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ผลิตฟิล์มผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 แสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.2** ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.2.3 กลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

การสร้างและพัฒนาทีมอิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ มาประยุกต์ใช้โดยแบ่งเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ผลิตภัณฑ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จากคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ และมาตรฐานของการทดสอบการใช้งานของตัวอุปกรณ์
2. ศึกษาโปรแกรมสำหรับการสร้างทีมอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver 8 และ โปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว Macromedia Flash เพื่อนำมาสร้างเป็นทีมอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ออกแบบและสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ โดยการกำหนดเนื้อหา และแยกออกมาเป็นแต่ละหัวข้อเพื่อนำมาเป็นรูปแบบของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ แล้วทำการสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Deamweaver 8 และ Macromedia Flash

4. เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ และรับมาแก้ไข

5. เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิศวกรรมและด้านการผลิตสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ และเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดีมาก

4 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดี

3 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ พอใช้

1 หมายถึง คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิศวกรรมมีดังนี้

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1.พ.อ.อ.พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ | อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต  |
| 2.นายนพคุณ วัฒนารานาม         | ผู้จัดการแผนก Maintenance ฝ่าย Account Network 3 บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเชส จำกัด |
| 3.นายสายัณห์ รัชดาชาน         | ผู้จัดการแผนก Implement ฝ่าย Account Network 3 บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเชส จำกัด   |

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อมีดังนี้

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. ผศ.สุชิน อาจหาญ           | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. รศ.ดร. ฉันทนา วิริยเวชกุล | รองศาสตราจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 3. นายอนุชา รุ่งอรุณศรี      | วิศวกรฝ่ายขาย ฝ่าย Account Network 3 บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเชส จำกัด   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรเพื่อประเมินหาความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

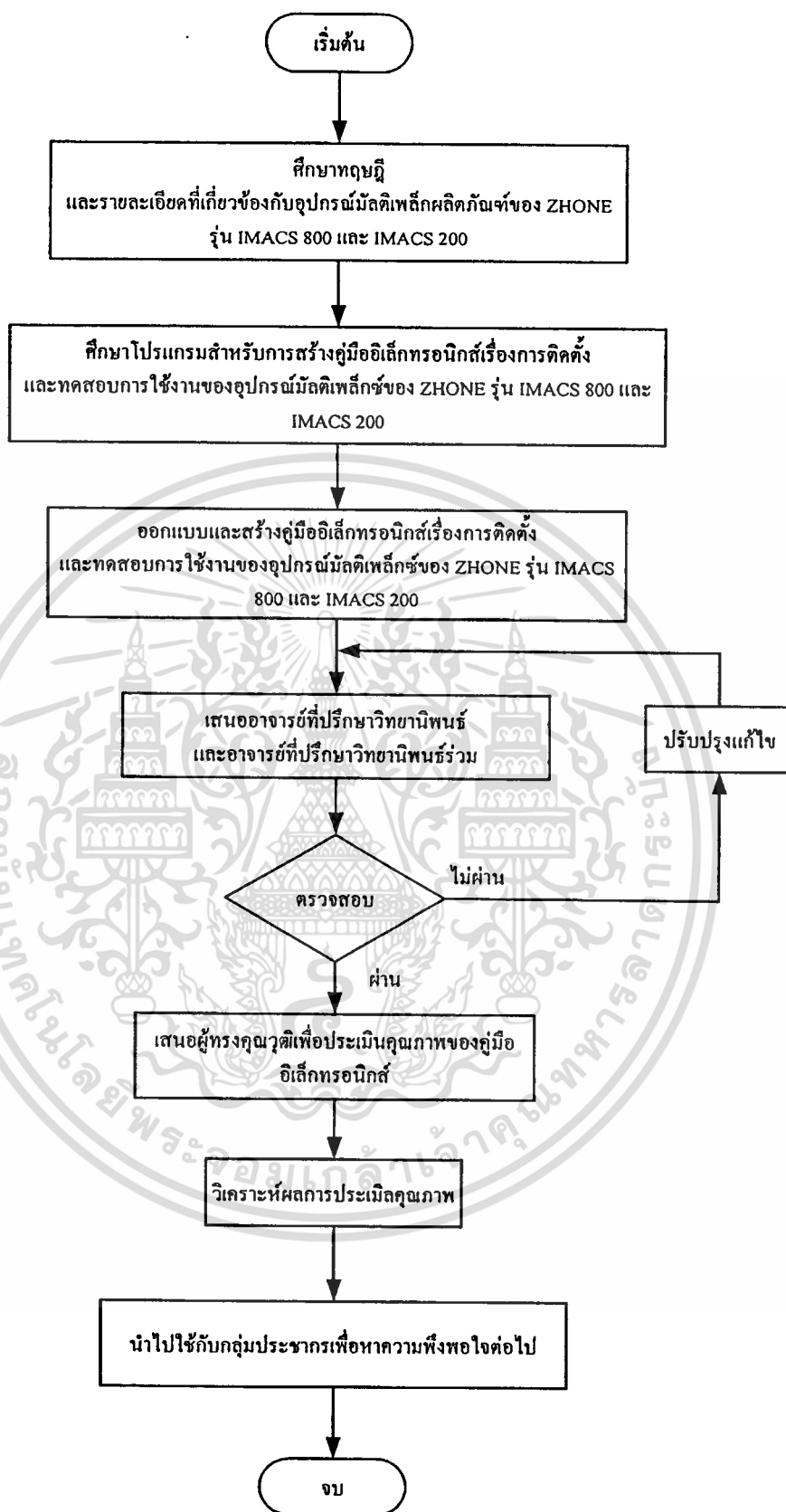
2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยสุด

โดยขั้นตอนการสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 แสดงดังรูปที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการ

ใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.3.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ติดต่อขอรับหนังสือ จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.2 นำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไปติดต่อผู้อำนวยการฝ่าย Account Network 3 บริษัท ยูไนเต็ค เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเซต จำกัด เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.3 แจงให้กลุ่มประชากรและแจงเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้ทรงคุณวุฒิทราบล่วงหน้าก่อนการทำเก็บข้อมูล

3.3.1.4 นำคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ และแบบประเมินคุณภาพ เสนอให้กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิศวกรรม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ ประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผล

3.3.1.5 นำคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ไปให้ประชากรทดลองใช้งานและประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดลองใช้เป็นรายบุคคลระหว่างวันที่ 2 - 17 กุมภาพันธ์ 2552 และเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ผล

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลผลการประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ มาทำการวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ และประมวลผลค่าทางสถิติของแบบประเมินคุณภาพคู่ๆ โดยมีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย (John W.Best. 1977) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป (นวลวรรณ ทิพย์สุนงา. 2544 : 61)

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยใช้ข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจของประชากรเกี่ยวกับการทดลองใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ระดับ น้อยที่สุด

โดยระดับความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จะต้องอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

3.5.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย  
(วิไลพร วรจิตตานนท์.2549 : 113)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น

$\sum X$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

$N$  หมายถึง จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

### 3.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2538 : 162)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	$S.D.$	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$x$	หมายถึง	คะแนนแต่ละจำนวน
	$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน
	$n$	หมายถึง	จำนวนข้อมูล

### 3.5.3 การหาค่าเฉลี่ยใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มประชากร (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 165)

สูตร 
$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\mu$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	หมายถึง	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	$N$	หมายถึง	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

### 3.5.4 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลจากกลุ่มประชากร (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 177)

สูตร 
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ	$\sigma$	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$x$	หมายถึง	ข้อมูลของแต่ละจำนวน
	$\mu$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$N$	หมายถึง	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด
	$\sum$	หมายถึง	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพ และความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

4.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาวิชากรรม และด้านการผลิตสื่อ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชากรรม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อประเมินคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพ แสดงตามตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชากรรม

รายการประเมิน	N=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	4.67	0.47	ดีมาก
2. เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์	4.33	0.94	ดี
3. ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา	4.33	0.47	ดี
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	4.00	0.82	ดี
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.33	0.47	ดี
6. ปริมาณของเนื้อหา	3.67	0.47	ดี
7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน	4.33	0.94	ดี
8. เนื้อหา มีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์	4.33	0.47	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.25	0.63	ดี

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ระดับคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรม อยู่ใน ระดับดี ( $\bar{X}=4.25$ , S.D.=0.63) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า มีรายการที่มีคุณภาพดีมากที่สุดคือ ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา ( $\bar{X}=4.67$ , S.D.=0.47) ส่วนรายการที่ 2 - 8 มีคุณภาพที่อยู่ในระดับดี โดยเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ เนื้อหาที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.94) ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความน่าสนใจของเนื้อหา ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.94) เนื้อหาที่มีรายละเอียดที่ครบถ้วน สมบูรณ์ ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.82) และปริมาณของเนื้อหา ( $\bar{X}=3.67$ , S.D.=0.47)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินคุณภาพกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	N=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>1. เทคนิคการนำเสนอ</b>			
- ความเหมาะสมของเมนูหลัก	4.33	0.47	ดี
- เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา	4.00	0.82	ดี
- ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา	4.33	0.47	ดี
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4.33	0.94	ดี
- ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ	4.67	0.47	ดีมาก
<b>2. ภาพและพื้นหลัง</b>			
- ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	4.33	0.94	ดี
- ความเหมาะสมของสีภาพ	4.33	0.47	ดี
- ความชัดเจนของภาพ	3.67	0.47	ดี
- ความน่าสนใจของภาพ	3.67	0.47	ดี
- ความเหมาะสมของขนาดภาพ	4.33	0.47	ดี
- ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ	4.00	0.00	ดี
- ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ	4.00	0.00	ดี
<b>3. ตัวอักษร</b>			
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.82	ดี
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	3.67	0.47	ดี
- ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
- ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า	4.00	0.00	ดี

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	N=3		ระดับคุณภาพ
	$\bar{X}$	S.D.	
4. เสียง			
- ความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา	3.67	0.47	ดี
- ความชัดเจนของเสียง	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.07	0.43	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ พบว่า ระดับคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.07$ , S.D.=0.43) โดยแบ่งการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. เทคนิคการนำเสนอ พบว่า รายการที่มีระดับคุณภาพดีมาก คือ ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ มีคุณภาพระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.67$ , S.D.=0.47) และพบว่า รายการที่มีระดับคุณภาพดี 4 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ ความเหมาะสมของเมนูหลัก ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.94) และเทคนิคการนำเสนอเนื้อหา ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.82)

2. ภาพและพื้นหลัง พบว่า รายการที่มีระดับคุณภาพดี 7 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.94) ความเหมาะสมของสีภาพ ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความเหมาะสมของขนาดภาพ ( $\bar{X}=4.33$ , S.D.=0.47) ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.00) ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.00) ความชัดเจนของภาพ ( $\bar{X}=3.67$ , S.D.=0.47) และความน่าสนใจของภาพ ( $\bar{X}=3.67$ , S.D.=0.47)

3. ตัวอักษร พบว่า รายการที่มีระดับคุณภาพดี 4 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ คือ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.82) ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.00) ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.00) และความเหมาะสมของสีตัวอักษร ( $\bar{X}=3.67$ , S.D.=0.47)

4. เสียง พบว่า รายการที่มีระดับคุณภาพดี โดยแสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ ความชัดเจนของเสียง ( $\bar{X}=4.00$ , S.D.=0.00) และความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา ( $\bar{X}=3.67$ , S.D.=0.47)

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยการให้ประชากรจำนวน 25 คน ทดลองใช้งานและประเมินความพึงพอใจ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์
2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

โดยรายละเอียดของค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของประชากรคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ แสดงตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน	N=25		ระดับความพึงพอใจ
	$\mu$	$\sigma$	
<b>1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์</b>			
1.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์			
รุ่น IMACS 800			
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	4.12	0.71	มาก
- การเดินสายไฟและสายดิน	4.64	0.48	มากที่สุด
- การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ	4.64	0.48	มากที่สุด
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	3.96	0.60	มาก
รุ่น IMACS 200			
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	4.16	0.54	มาก
- การเดินสายไฟและสายดิน	4.40	0.57	มาก
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	4.04	0.73	มาก
1.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์			
รุ่น IMACS 800			
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	3.92	0.39	มาก
- การทดสอบ WAN Card	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	N=25		ระดับความพึงพอใจ
	$\mu$	$\sigma$	
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	4.44	0.57	มาก
- การทดสอบ E&M Card	4.20	0.58	มาก
- การทดสอบ SRU Card	4.60	0.49	มากที่สุด
<b>รุ่น IMACS 200</b>			
- การทดสอบแรงคันทาเข้าตัวอุปกรณ์	3.84	0.67	มาก
- การทดสอบ WAN Unit	4.52	0.48	มากที่สุด
- การทดสอบ FXS Unit	4.28	0.57	มาก
- การทดสอบ E&M Unit	4.48	0.58	มาก
- การทดสอบ SRU Unit	4.76	0.42	มากที่สุด
<b>2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์</b>			
2.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	4.36	0.55	มาก
2.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.84	0.37	มากที่สุด
<b>3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์</b>			
3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	4.16	0.54	มาก
3.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	4.28	0.60	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.34</b>	<b>0.54</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ในภาพรวมพบว่า ประชากรมีความพึงพอใจมาก ( $\mu=4.34$ ,  $\sigma=0.54$ ) และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า

1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียด และขั้นตอนของการติดตั้งอุปกรณ์ มัลติเพล็กซ์ รุ่น IMACS 800 พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ การเดินสายไฟและสายดิน ( $\mu=4.64$ ,  $\sigma=0.48$ ) การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ ( $\mu=4.64$ ,  $\sigma=0.48$ ) และพบว่า รายการที่มีระดับความพึงพอใจมาก 2 รายการ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet ( $\mu=4.12, \sigma=0.71$ ) และการตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น ( $\mu=3.96, \sigma=0.60$ )

1.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียด และขั้นตอนของการติดตั้ง อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ รุ่น IMACS 200 พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมาก 3 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ การเดินสายไฟและสายดิน ( $\mu=4.40, \sigma=0.57$ ) การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet ( $\mu=4.16, \sigma=0.54$ ) และการตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น ( $\mu=4.04, \sigma=0.73$ )

1.3 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียด และขั้นตอนของการทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ รุ่น IMACS 800 พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ การทดสอบ WAN Card ( $\mu=4.60, \sigma=0.49$ ) การทดสอบ SRU Card ( $\mu=4.60, \sigma=0.49$ ) และพบว่า รายการที่มีระดับความพึงพอใจมาก 3 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังต่อไปนี้ คือ การทดสอบ FXS Card และ FXO Card ( $\mu=4.44, \sigma=0.57$ ) การทดสอบ E&M Card ( $\mu=4.20, \sigma=0.58$ ) การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์ ( $\mu=3.92, \sigma=0.39$ )

1.4 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียด และขั้นตอนของการทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ รุ่น IMACS 200 พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ การทดสอบ SRU Unit ( $\mu=4.76, \sigma=0.42$ ) การทดสอบ WAN Unit ( $\mu=4.52, \sigma=0.48$ ) และพบว่า รายการที่มีระดับความพึงพอใจมาก 3 รายการ แสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ การทดสอบ E&M Unit ( $\mu=4.48, \sigma=0.58$ ) การทดสอบ FXS Unit ( $\mu=4.28, \sigma=0.57$ ) และการทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์ ( $\mu=3.84, \sigma=0.67$ )

2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน ( $\mu=4.80, \sigma=0.37$ ) และรายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมาก คือ คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน ( $\mu=4.36, \sigma=0.55$ )

3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า รายการที่ประชากรมีระดับความพึงพอใจมาก 2 รายการ โดยแสดงลำดับตามค่าเฉลี่ยดังนี้ คือ คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลา และข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ( $\mu=4.28, \sigma=0.60$ ) และคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ( $\mu=4.16, \sigma=0.54$ )

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีคุณภาพ และหาความพึงพอใจของประชากร โดยมีรายละเอียดสรุป และอภิปรายผลวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่มีคุณภาพ

5.1.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

#### 5.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.2.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} \geq 3.5$ ) ขึ้นไป

5.2.2 ประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\mu \geq 3.5$ ) ขึ้นไป

#### 5.3 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ วิศวกรและ/หรือช่างเทคนิค บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญในการติดตั้งและการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 จำนวน 25 คน

#### 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วย

5.4.1 แบบประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

5.4.3 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

## 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 เพื่อหาความพึงพอใจจากการทดลองใช้งานของประชากร ในระหว่างวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2552 ถึง วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2552 โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.5.1 ติดต่อขอรับหนังสือเพื่อขออนุญาตการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.5.2 นำหนังสือขออนุญาตการดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลแจ้งให้กับผู้อำนวยการฝ่าย Account Network 3 ทราบ เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.5.3 แจ้งให้ประชากรทราบกำหนดการล่วงหน้าถึงวันที่ ที่จะดำเนินการทดลองการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

5.5.4 นำคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ให้ประชากรทดลองใช้งานเป็นรายบุคคลและเก็บข้อมูลในวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2552 ถึง วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2552

5.5.5 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ได้ทดลองใช้ มาวิเคราะห์เพื่อหาความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ด้าน ดังนี้

5.6.1 วิเคราะห์คุณภาพของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพด้านเนื้อหาวิศวกรรม และคุณภาพด้านการผลิตสื่อ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระดับคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

5.6.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของระดับความพึงพอใจจากประชากรที่ได้ทดลองใช้งานกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.7.1 คุณภาพของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ด้านเนื้อหาวิศวกรรม ซึ่งพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.7.2 คุณภาพของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ด้านการผลิตสื่อ พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.7.3 ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 พบว่า มีความพึงพอใจมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54

## 5.8 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### 5.8.1 คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ทางด้านเนื้อหาวิศวกรรม มีคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับดี ซึ่งมีเนื้อหาที่ถูกต้องสมบูรณ์ มีความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา มีความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน ความน่าสนใจของเนื้อหา ปริมาณของเนื้อหา ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน และเนื้อหามีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ส่วนรายการที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาวิศวกรรม อยู่ในระดับดีมาก คือ ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา

คุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ทางด้านการผลิตสื่อ มีคุณภาพที่อยู่ในระดับดี ประกอบด้วยด้านเทคนิคการนำเสนอ คือ ความเหมาะสมของเมนูหลัก เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา ความง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ ด้านภาพและพื้นหลัง คือ ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา ความเหมาะสมของสีภาพ ความชัดเจนของภาพ ความน่าสนใจของภาพ ความเหมาะสมของขนาดภาพ ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ ด้านตัวอักษร คือ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ความเหมาะสมของสีตัวอักษร ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า และด้านเสียง คือ ความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา ความชัดเจนของเสียง ส่วนรายการที่มีระดับคุณภาพดีมาก คือ ด้านเทคนิคการนำเสนอ รายการความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ที่ได้สร้างขึ้นนี้ มีความสะดวกและน่าสนใจต่อการใช้งาน เนื่องจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีการจัดขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาที่ดี เนื้อหา มีความชัดเจน ถูกต้องและสอดคล้องกับขั้นตอนการนำเสนอ การออกแบบลักษณะหน้าจอที่มีความเหมาะสม สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่าย สีของภาพมีความเหมาะสม ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้อง มีความเหมาะสมของขนาดและสีของตัวอักษร ตลอดจนมีเสียงบรรยายของแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรพันธ์ ลังการิน (2550 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์สาขาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยผลการวิจัยพบว่า จากการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ คุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

## 5.8.2 ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

ความพึงพอใจของประชากรที่ได้ใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 พบว่า ภาพรวมประชากรที่ได้ทดลองใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีรายการที่ประชากรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังนี้ คือ ด้านเนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ของรุ่น IMACS 800 ประกอบด้วยรายการ การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์ การทดสอบ FXS Card และ FXO Card และการทดสอบ E&M Card ด้านเนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ของรุ่น IMACS 200 ประกอบด้วย การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet การเดินสายไฟและสายดิน การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์ การทดสอบ FXS Unit และการทดสอบ E&M Unit ด้านการใช้งานของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ของรุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ของรุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ส่วนรายการประชากรมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดประกอบด้วย ด้านเนื้อหา คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ รุ่น IMACS 800 คือ การเดินสายไฟและสายดิน การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ การทดสอบ WAN Card และการทดสอบ SRU Card ด้านเนื้อหาของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ รุ่น IMACS 200 ประกอบด้วย การทดสอบ WAN Unit การทดสอบ SRU Unit และด้านการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด พบว่า ประชากรที่ได้ทดลองใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความพึงพอใจมาก เนื่องจาก คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน มีการรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบไว้ในแหล่งเดียวกันที่เป็นซีดีรอม ซึ่งสามารถนำไปใช้ ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริงหรือสถานที่ที่มีคอมพิวเตอร์ได้ สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วกว่าการอ่านจากคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์โดยตรง ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งมีสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุธนา เนาวัฒน์ (2550 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด(มหาชน) ซึ่งพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด(มหาชน) มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.9 ข้อเสนอแนะ

### 5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.9.1.1 กลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 นั้น สามารถนำไปใช้ผู้ที่สนใจ และต้องการศึกษา โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา

5.9.1.2 กลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 นั้น สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมกับพนักงานใหม่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

5.9.1.3 วิศวกร และช่างเทคนิค ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการออกแบบ ควบคุมการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 สามารถนำคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 มาศึกษาทบทวนใหม่ได้อย่างไม่จำกัด

### 5.9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.9.2.1 การพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 นั้น ควรเพิ่มเติมในส่วนของ การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับคู่มือฯ เพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

5.9.2.2 การพัฒนาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 นั้น ควรจะเพิ่มเติมเนื้อหา รายละเอียดอื่น ๆ ของอุปกรณ์ เช่น การทำงานของการ์ดต่าง ๆ เพื่อให้สามารถนำกลับมาศึกษา ทบทวนได้เข้าใจยิ่งขึ้น

5.9.2.3 ควรจะต้องมีอุปกรณ์เซฟเวอร์เพื่อให้สามารถใช้งานแบบออนไลน์ได้ และควรมีการบันทึกปัญหา และแนวทางการแก้ไขของแต่ละผู้ใช้ เพื่อให้ผู้อื่นสามารถใช้เป็นแนวทางในการทำงานต่อไป

## บรรณานุกรม

- กฤตกร กัลยารัตน์. 2545. “การพัฒนาโปรแกรมพจนานุกรมคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์.” วิทยานิพนธ์  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จักรพันธ์ ลังการิน. 2550. " คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้ง โปรแกรมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์  
สาขา วิชาการเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชรีณี เดชจินดา. 2530. “ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์บริการกำจัดอุตสาหกรรม  
แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์สังคมศาสตร์  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นวลวรรณ ทิพย์สุมณฑา. 2544. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
พื้นฐานระบบเครือข่ายและการสื่อสารข้อมูล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปริญญา จันทน์ไธ. 2548. “โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรื่องการสร้างสายอากาศไดโพล” วิทยานิพนธ์ครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประสงค์ ประณีตพลกรัง และคณะ. 2543. “ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการและกรณีศึกษา”  
กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.
- ประภาพร ช่างไม้. 2550. "สร้างเว็บด้วย Dreamweaver 8" นนทบุรี : บริษัท ไอ ดี ซี อินโฟ  
ดิสทริบิวเตอร์ เซนเตอร์ จำกัด.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2539. “จิตวิทยาการศึกษา” กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ  
พันจันทร์ ธนวัฒนาเสถียร และทีมบรรณาธิการ. 2544. “สร้างงานแอนิเมชันและมัลติมีเดียด้วย  
Flash 8” กรุงเทพฯ : บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด.
- พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. “วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์” กรุงเทพฯ : สำนัก  
ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.  
ภาสกร เรืองรอง. 2550 : [www.thaiwbi.com](http://www.thaiwbi.com).

- บุทรพงษ์ จุจรูญ. 2547. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสาร  
หลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยุธนา เนาวรัตน์. 2550. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐาน  
โทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็กเซียส คอมมูนิเคชั่น จำกัด(มหาชน)”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. “การทำวิจัยทางการศึกษา” กรุงเทพฯ ๑ : ที พี พรินท์.
- สุขสันต์ ลีลาสุวณิชย์. 2546. “ชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับพนักงานช่างเทคนิค  
เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องเสียงฟิลิปส์ FW-V720/21M”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุภาวดี นาคสีทอง. 2546. “การพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ด้านวิศวกรรมโยธา”  
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุภาลักษณ์ ชัยอนันต์. 2547. “ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อโครงการส่งเสริมการปลูกมะเขือ  
เทศ แบบมีสัญญาผูกพันในพื้นที่จังหวัดลำปาง” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สังสิทธิ์ เลิศสินชวนนท์ และคณะ. 2541. “ฉบับประเด็น Microsoft FrontPage 98” กรุงเทพฯ ๑ :  
บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- วิชัย เหลืองธรรมชาติ. 2531. “ความพึงพอใจในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมใหม่ของประชากร  
หมู่บ้านอพยพโครงการเขื่อนรัชชประภาจังหวัดสุราษฎร์ธานี” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร  
มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศทางการเกษตร) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทาง  
การเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีไลพร วรจิตตานนท์. 2549. “วิจัยทางการศึกษา” กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ ชันเงิน ฉะเชิงเทรา.
- ศิริพร ขอพรกลาง. 2544. “การควบคุมคุณภาพ” กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.
- อารี เพชรผุด. 2530. “มนุษย์สัมพันธ์ในการทำงาน” กรุงเทพฯ ๑ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามามาน. 2530. “แบบสอบถามการสร้างและการใช้งาน” เล่มที่ 1 คณะครุ  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

John W.best 1977. "**Research in Education**" Englewood Clitts,NS:Prentice Hall

System Refere nce Guide 2003." **Integrated Access System for IMACS 800** " ZHONE

Technologies : USA

System Reference Guide 2007." **Integrated Access System for IMACS 200** " ZHONE

Technologies : USA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก  
แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเนื้อหาวิศวกรรม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมิน  
คู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหาวิศวกรรม)

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน  
อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

**คำชี้แจง**

1. โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
1. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....
2. เนื้อหาที่มีความถูกต้องสมบูรณ์	.....	.....	.....
3. ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา	.....	.....	.....
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	.....	.....	.....
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	.....	.....	.....
6. ปริมาณของเนื้อหา	.....	.....	.....
7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน	.....	.....	.....
8. เนื้อหาที่มีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบ  
ประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหาวิศวกรรม

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่			$\Sigma X$	IOC
	1	2	3		
1. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	1	1	1	3	1
2. เนื้อหาที่มีความถูกต้องสมบูรณ์	1	1	1	3	1
3. ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา	1	1	1	3	1
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	1	1	1	3	1
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	1	1	1	3	1
6. ปริมาณของเนื้อหา	1	1	1	3	1
7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน	1	1	1	3	1
8. เนื้อหาที่มีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์	1	1	1	3	1
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

(ด้านเนื้อหาวิศวกรรม)

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน

อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย ( / ) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
 คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2. เนื้อหาที่มีความถูกต้องสมบูรณ์	.....	.....	.....	.....	.....
3. ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	.....	.....	.....	.....	.....
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
6. ปริมาณของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน	.....	.....	.....	.....	.....
8. เนื้อหาที่มีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....  
 .....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ผลการประเมินคุณภาพของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหาวิศวกรรม

รายการ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่			$\bar{X}$	$\sigma$
	1	2	3		
1. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.47
2. เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์	5	5	3	4.33	0.94
3. ความชัดเจนในการนำเสนอของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.47
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	5	4	3	4.00	0.82
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.47
6. ปริมาณของเนื้อหา	4	4	3	3.67	0.47
7. ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน	5	5	3	4.33	0.94
8. เนื้อหา มีรายละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์	5	4	4	4.33	0.47
ค่าเฉลี่ยรวม	4.63	4.50	3.63	4.25	0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข  
แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านการผลิตสื่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของข้อกำหนดกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมิน  
คู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านการผลิตสื่อ)

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การคิดตั้งและทดสอบการใช้งาน  
อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

**คำชี้แจง**

1. โปรดกาเครื่องหมาย ( / ) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
<b>1. เทคนิคการนำเสนอ</b>			
- ความเหมาะสมของเมนูหลัก	.....	.....	.....
- เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....
- ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ	.....	.....	.....
<b>2. ภาพและพื้นหลัง</b>			
- ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีภาพ	.....	.....	.....
- ความชัดเจนของภาพ	.....	.....	.....
- ความน่าสนใจของภาพ	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของขนาดภาพ	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
<b>3. ตัวอักษร</b>			
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อกำหนดกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านการผลิตสื่อ

รายการ	ระดับความคิดเห็น			$\sum X$	IOC
	ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1	2	3		
<b>1. เทคนิคการนำเสนอ</b>					
- ความเหมาะสมของเมนูหลัก	1	1	1	3	1
- เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา	1	1	1	3	1
- ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ	1	1	1	3	1
<b>2. ภาพและพื้นหลัง</b>					
- ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของสีภาพ	1	1	1	3	1
- ความชัดเจนของภาพ	1	1	1	3	1
- ความน่าสนใจของภาพ	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของขนาดภาพ	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ	1	1	1	3	1
<b>3. ตัวอักษร</b>					
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	1	1	1	3	1
- ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า	1	1	1	3	1
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

(ด้านการผลิตสื่อ)

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน

อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
 คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. เทคนิคการนำเสนอ</b>					
- ความเหมาะสมของเมนูหลัก	.....	.....	.....	.....	.....
- เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ	.....	.....	.....	.....	.....
<b>2. ภาพและพื้นหลัง</b>					
- ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนของภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความน่าสนใจของภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของขนาดภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ	.....	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>3. ตัวอักษร</b>					
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า	.....	.....	.....	.....	.....
<b>4. เสียง</b>					
- ความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนของเสียง	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ผลการประเมินคุณภาพของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการผลิตสื่อ

รายการ	ระดับความคิดเห็น ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่			$\bar{X}$	$\sigma$
	1	2	3		
<b>1. เทคนิคการนำเสนอ</b>					
- ความเหมาะสมของเมนูหลัก	4	4	5	4.33	0.47
- เทคนิคการนำเสนอเนื้อหา	4	3	5	4.00	0.82
- ความยากง่ายต่อการเข้าถึงเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.47
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	3	5	4.33	0.94
- ความเหมาะสมของลักษณะหน้าจอ	5	4	5	4.67	0.47
<b>2. ภาพและพื้นหลัง</b>					
- ความสอดคล้องของภาพกับเนื้อหา	5	3	5	4.33	0.94
- ความเหมาะสมของสีภาพ	4	4	5	4.33	0.47
- ความชัดเจนของภาพ	4	3	4	3.67	0.47
- ความน่าสนใจของภาพ	4	3	4	3.67	0.47
- ความเหมาะสมของขนาดภาพ	5	4	4	4.33	0.47
- ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ	4	4	4	4	0
- ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของหน้าจอ	4	4	4	4	0
<b>3. ตัวอักษร</b>					
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	3	5	4	0.82
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	3	3.67	0.47
- ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร	4	4	4	4	0
- ความเหมาะสมของจำนวนบรรทัดตัวอักษรในแต่ละหน้า	4	4	4	4	0
<b>4. เสียง</b>					
- ความสอดคล้องของเสียงกับเนื้อหา	4	3	4	3.67	0.47
- ความชัดเจนของเสียง	4	4	4	4	0
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.22</b>	<b>3.61</b>	<b>4.39</b>	<b>4.07</b>	<b>0.43</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค  
แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มมืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง  
การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ  
ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของข้อกำหนดกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบประเมินความ  
พึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน  
อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อกำหนดสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์			
1.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการ ติดตั้งอุปกรณ์			
รุ่น IMACS 800	.....	.....	.....
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	.....	.....	.....
- การเดินสายไฟและสายดิน	.....	.....	.....
- การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ	.....	.....	.....
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	.....	.....	.....
รุ่น IMACS 200	.....	.....	.....
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	.....	.....	.....
- การเดินสายไฟและสายดิน	.....	.....	.....
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	.....	.....	.....
1.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของ การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์			
รุ่น IMACS 800			
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	.....	.....	.....
- การทดสอบ WAN Card	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	.....	.....	.....
- การทดสอบ E&M Card	.....	.....	.....
- การทดสอบ SRU Card	.....	.....	.....
รุ่น IMACS 200			
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	.....	.....	.....
- การทดสอบ WAN Unit	.....	.....	.....
- การทดสอบ FXS Unit	.....	.....	.....
- การทดสอบ E&M Unit	.....	.....	.....
- การทดสอบ SRU Unit	.....	.....	.....
2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์			
2.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	.....	.....	.....
2.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน	.....	.....	.....
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์			
3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	.....	.....	.....
3.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อกำหนดกับนิยามศัพท์เฉพาะสำหรับแบบ  
ประเมินความพึงพอใจของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์

รายการ	ระดับความคิดเห็น			$\sum X$	IOC
	ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่ 1	2	3		
1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์					
1.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการติดตั้งอุปกรณ์					
รุ่น IMACS 800					
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	1	1	1	3	1
- การเดินสายไฟและสายดิน	1	1	1	3	1
- การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ	1	1	1	3	1
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	1	1	1	3	1
รุ่น IMACS 200					
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	1	1	1	3	1
- การเดินสายไฟและสายดิน	1	1	1	3	1
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	1	1	1	3	1
1.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์					
รุ่น IMACS 800					
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	1	1	1	3	1
- การทดสอบ WAN Card	1	1	1	3	1
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	1	1	1	3	1
- การทดสอบ E&M Card	1	1	1	3	1
- การทดสอบ SRU Card	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็น ผู้ทรงคุณวุฒิท่านที่			$\sum X$	IOC
	1	2	3		
รุ่น IMACS 200					
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	1	1	1	3	1
- การทดสอบ WAN Unit	1	1	1	3	1
- การทดสอบ FXS Unit	1	1	1	3	1
- การทดสอบ E&M Unit	1	1	1	3	1
- การทดสอบ SRU Unit	1	1	1	3	1
2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์					
2.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	1	1	1	3	1
2.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน	1	1	1	3	1
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์					
3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	1	1	1	3	1
3.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	1	1	1	3	1
ค่าเฉลี่ยรวม	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน

อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย ( / ) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความ  
 คิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

5 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์					
1.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอน ของการติดตั้งอุปกรณ์					
รุ่น IMACS 800					
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	.....	.....	.....	.....	.....
- การเดินสายไฟและสายดิน	.....	.....	.....	.....	.....
- การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ	.....	.....	.....	.....	.....
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	.....	.....	.....	.....	.....
รุ่น IMACS 200					
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	.....	.....	.....	.....	.....
- การเดินสายไฟและสายดิน	.....	.....	.....	.....	.....
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอน ของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์					
รุ่น IMACS 800					
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	.....	.....	.....	.....	.....

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
- การทดสอบ WAN Card	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ E&M Card	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ SRU Card	.....	....	....	....	....
รุ่น IMACS 200					
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ WAN Unit	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ FXS Unit	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ E&M Unit	.....	....	....	....	....
- การทดสอบ SRU Unit	.....	....	....	....	....
2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์					
2.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	.....	....	....	....	....
2.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน	.....	....	....	....	....
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มือฯ					
3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	.....	....	....	....	....
3.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	.....	....	....	....	....

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของคู่มืออีเล็กทรอนิกส์

รายการ	ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากร											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.1 คู่มืออีเล็กทรอนิกส์												
1.1.1 คู่มืออีเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการติดตั้งอุปกรณ์												
รุ่น IMACS 800	5	4	5	4	5	3	5	4	4	4	4	4
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet												
- การเดินสายไฟและสายดิน	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5
- การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	5	5	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4
รุ่น IMACS 200												
- การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4
- การเดินสายไฟและสายดิน	5	4	4	4	5	4	5	3	4	5	5	5
- การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น	5	5	5	4	4	4	5	3	4	3	3	4



รายการ	ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากร											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.2 ผู้มีอิทธิพลทงอนิกส์ช่วยให้อำนาจและเจ็ดและขันตอนของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800												
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
- การทดสอบ WAN Card	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4
- การทดสอบ E&M Card	4	4	3	5	4	4	4	3	3	4	5	5
- การทดสอบ SRU Card	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5
รุ่น IMACS 200												
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	4	4	5	4	3	4	3	3	4	4	4	4
- การทดสอบ WAN Unit	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5
- การทดสอบ FXS Unit	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5
- การทดสอบ E&M Unit	5	5	5	4	5	3	4	4	4	5	5	5
- การทดสอบ SRU Unit	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5
2. การใช้งานผู้มีอิทธิพลทงอนิกส์												
2.1 ผู้มีอิทธิพลทงอนิกส์ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	4	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4
2.2 ผู้มีอิทธิพลทงอนิกส์มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากร													$\mu$	$\sigma$
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1.2. คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เข้าใจรายละเอียดและขั้นตอนของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800	4	3	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	3.92	0.39
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4.60	0.49
- การทดสอบ WAN Card	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	3	5	4.44	0.57
- การทดสอบ FXS Card และ FXO Card	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4.20	0.58
- การทดสอบ E&M Card	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4.60	0.49
- การทดสอบ SRU Card															
รุ่น IMACS 200															
- การทดสอบแรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์	3	3	4	3	4	4	4	5	5	3	4	3	4	3.84	0.67
- การทดสอบ WAN Unit	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4.52	0.48
- การทดสอบ FXS Unit	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4.24	0.57
- การทดสอบ E&M Unit	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4.48	0.58
- การทดสอบ SRU Unit	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.76	0.42
2. การใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์															
2.1 คู่มือฯ ไม่เกิดข้อผิดพลาดขณะใช้งาน	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4.38	0.55
2.2 คู่มือฯ มีความสะดวกต่อการใช้งาน	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.84	0.37

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากร												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์													
3.1 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	
3.2 คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	
ค่าเฉลี่ยรวม	4.71	4.48	4.43	4.48	4.10	4.00	4.52	3.86	3.95	4.38	4.62	4.33	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นของกลุ่มประชากร													$\mu$	$\sigma$			
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากคู่มืออิเล็กทรอนิกส์																		
3.1 คู่มือช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการติดตั้งอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	3	5				4.16	0.54
3.2 คู่มือช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดของการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	3	5				4.28	0.60
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.10</b>	<b>4.10</b>	<b>4.71</b>	<b>4.24</b>	<b>4.52</b>	<b>4.52</b>	<b>4.42</b>	<b>4.48</b>	<b>4.57</b>	<b>4.00</b>	<b>4.38</b>	<b>3.76</b>	<b>4.87</b>				<b>4.34</b>	<b>0.54</b>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศสำนักบริหารวิชาการ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารวิชาการ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2551 ให้ดำเนินการดังนี้

นายเจษฎา บุญพันธ์ รหัสประจำตัว 47065408 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้ง และทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 (Electronics Manual on Installation and Commissioning Multiplexing Equipment of ZHONE Series IMACS 800 and IMACS 200)” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ศศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนด

ประกาศ ณ วันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2551

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารวิชาการ



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4353

วันที่ 18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

ด้วย นายเกษญา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเกษญา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04/ 4353 วันที่ 18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์” เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 4353 วันที่ 18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ณรงค์ พิมสาร

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ศศ.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินเพื่อการวิจัย.

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศษ 0524.04 / 4353

วันที่ 18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.สุชิน อางหาญ

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 4353 วันที่ 18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 4353

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ ธันวาคม 2551

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายอนุชา รุ่งอรุณศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุดเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4353

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน พ.อ.อ.พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4353

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

(๙ ธันวาคม 2551)

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน นายณพคุณ วัฒนารานาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4353

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

เรียน นายสายัณห์ รัชดาชาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ด้านเนื้อหาวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดประสิทธิภาพของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคู่มืออิเล็กทรอนิกส์นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายเจษฎา บุญพันธ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4368

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ธันวาคม 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการฝ่าย Account Network 3 บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเชส จำกัด (นายบรรพจน์ วงศ์สวัสดิ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย

1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายเจษฎา บุญพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2551 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายเจษฎา บุญพันธ์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประเมินเพื่อการวิจัยภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งาน อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Macromedia Dreamweaver และ โปรแกรม Macromedia Flash โดยบรรจุอยู่ในแผ่น CD-Rom คู่มือฯ ประกอบด้วยเนื้อหาของการติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200 พร้อมเสียงบรรยาย ซึ่งวิธีการใช้งานของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ คือ ใส่แผ่น CD-Rom

- 1.ดับเบิลคลิกที่ Folder ชื่อ Index
- 2.ดับเบิลคลิก File ชื่อ Index-1.html
- 3.เลือกหัวข้อที่ต้องการ



รูปที่ ๑.1 หน้าเมนูหลักของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งและทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 และ IMACS 200

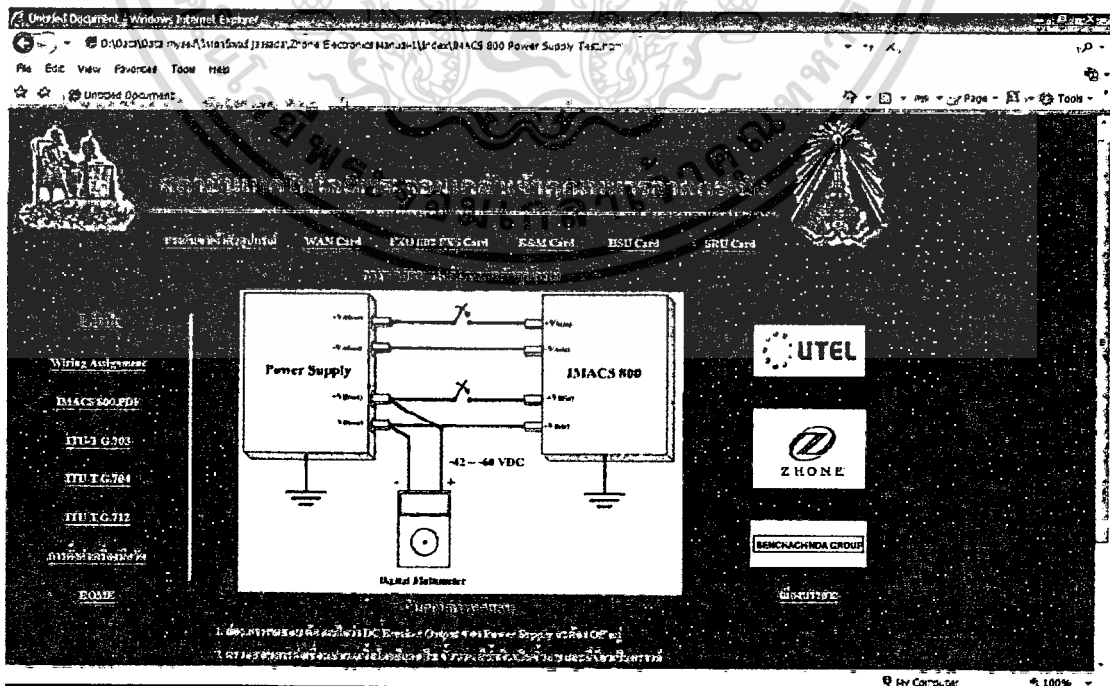
เมื่อเปิด File ชื่อ Index-1.html จะปรากฏหน้าเมนูหลักขึ้น โดยผู้ใช้สามารถเลือกเมนูได้ตามต้องการ ซึ่งแบ่งเมนูออกเป็น การติดตั้งและทดสอบการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ ZHONE รุ่น IMACS 800 และติดตั้งและทดสอบการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ ZHONE รุ่น IMACS 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 แสดงหน้าเมนูการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

แสดงเมนูการติดตั้งของอุปกรณ์ รุ่น IMACS 800 โดยแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ประกอบด้วย การติดตั้ง Chassis เข้ากับ Rack Cabinet การเดินสายไฟและสายดิน การติดตั้ง Card และการเชื่อมต่อ และการตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น อีกทั้งมีเมนูเปิดเสียงบรรยาย และหัวข้ออื่นๆ โดยสามารถเลือกได้ตามต้องการ



รูปที่ จ.3 แสดงหน้าเมนูการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800

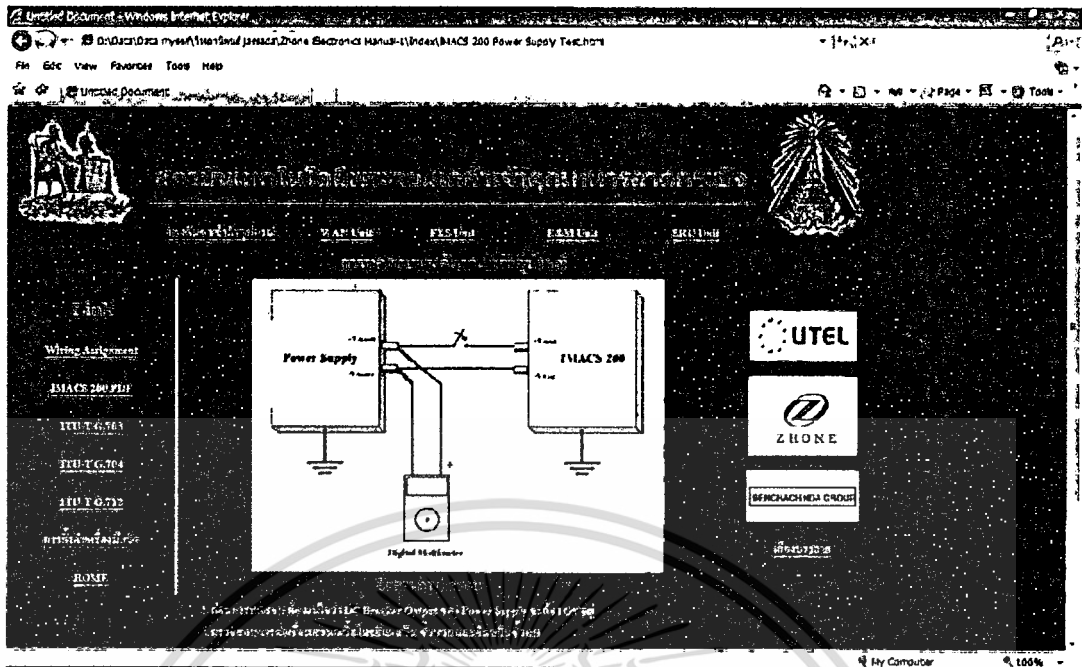
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.3 จะแสดงการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 800 โดยแบ่งเมนูการทดสอบออกเป็น 6 เมนู คือ แรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์, WAN Card, FXO และ FXS Card, E&M Card, HSU Card และ SRU Card และเมนูเสริมที่จำเป็นต้องใช้ เช่น การตั้งค่าเครื่องมือวัด มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ และเสียงบรรยาย



รูปที่ จ.4 แสดงหน้าเมนูการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

จากรูป จ.4 แสดงหน้าเมนูการติดตั้งอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200 โดยแบ่งเมนูออกเป็น การตั้งค่า Chassis เข้ากับ Rack Cabinet การเดินสายไฟและสายดิน การตั้งค่าการทำงานเบื้องต้น และเมนูที่จำเป็นต้องใช้ เช่น Wiring Assignment เสียงบรรยาย



รูปที่ จ.5 แสดงหน้าเมนูการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200

จากรูปที่ จ.5 จะแสดงหน้าเมนูการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ ของ ZHONE รุ่น IMACS 200 โดยแบ่งเมนูการทดสอบออกเป็น แรงดันขาเข้าตัวอุปกรณ์, WAN Unit, FXS Unit E&M Unit, SRU Unit และเมนูอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เช่น มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบ การตั้งค่าเครื่องมือวัด และเสียงบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเจษฎา บุญพันธ์
วัน-เดือน-ปีเกิด	15 ตุลาคม 2524
สถานที่เกิด	จ.นครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	99/282 โพธิ์ทองทาวเวอร์ ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
สถานที่ทำงาน	บริษัท ยูไนเต็ด เทเลคอม เซลล์ แอนด์ เซอร์วิสเชส จำกัด 499 หมู่ 3 อาคารเบญจจินดา ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ตำแหน่ง	วิศวกร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ปีการศึกษา 2552 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้