

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย
ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา

COMPUTER BASED TRAINING ON INSTALLATION AND COMMISSIONING
THE BASE STATION OF THE TETRA DIGITAL TRUNKED RADIO SYSTEM



T128720

วัลลภ อากกล้า

WANLOP ARTKLA

09W.
ว44791
9555
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
รับ. เดือน. ปี.....

128720

12 พ.ย. 2556

id

.b. 12552021
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2555

KMITL-2012-ED-M-231-020

COMPUTER BASED TRAINING ON INSTALLATION AND COMMISSIONING
THE BASE STATION OF THE TETRA DIGITAL TRUNKED RADIO SYSTEM

WANLOP ARTKLA

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
KMITL-2012-ED-M-231-020

COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน เททรา
นักศึกษา	นายวัลลภ อากกล้า
รหัสประจำตัว	50063510
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ. ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุนคุณภาพ และประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมจำนวน 5 หน่วย คือความรู้พื้นฐานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 การติดตั้งสถานีแม่ข่าย โมโตโรล่า รุ่น MTS4 และการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 2) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน และ 3) แบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือวิศวกร ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัทสามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 20 คน

ผลจากการวิจัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ค่าเฉลี่ยทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 84.94 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา สามารถนำไปใช้ในการช่วยอบรมเพื่อเพิ่มทักษะในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น

Thesis Title	Computer Based Training On Installation and Commissioning the Base Station of the TETRA Digital Trunked Radio System
Student	Mr. Wanlop Artkla
Student ID.	50063510
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2012
Thesis Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat
Thesis Co-advisor	Assist. Prof. Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and determine the quality and efficiency of the computer based training on installation and commissioning the base station of the TETRA digital trunked radio system. Research instrument consisted of 1) the training software, consisting of five units including the basic understanding of the TETRA system, the infrastructure and component of the TETRA system, the infrastructure and component of the Motorola MTS4 base station, the installation of the Motorola MTS4 base station, and the commissioning process of the Motorola MTS4 base station, 2) the quality evaluation forms of content and media production technique by six experts, and 3) the four choices achievement test. Research sample was 20 engineers at the Engineering Consultant Department of the Samart Comtech company limited.

Research results showed that the quality of the computer based training on installation and commissioning the base station of the TETRA digital trunked radio system was at a good level both in the content ($\bar{X}=4.47$, S.D.=0.39) and the media production technique aspects ($\bar{X}=4.02$, S.D.=0.53). the efficiency of the training software was 84.94 percent hypothesis. Therefore, the computer based training on installation and commissioning the base station of the TETRA digital trunked radio system could be used as a training package for helping engineers and technical staff work more efficiently, in installing and commissioning the base station of the TETRA digital trunked radio system.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นายวัชรพงศ์ คงมนต์ นายอนุชา ยานวิมุตติ และนายประพจน์ แป้นศรี ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ดร. สุรสิทธิ์ ไกรสิน และ นายยุทธนา พงศ์พฤษชาติ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบ คุณภาพเครื่องมือ ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณวิศวกรกลุ่มบริษัทสามารถและวิศวกรฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอโน้มรำลึกถึงพระคุณบิดามารดาและกัลยามิตรทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำงาน วิจัย และขอโน้มรำลึกถึงพระคุณครูที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

วัลลภ อาจกล้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร.....	7
2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานทหาร.....	11
2.3 การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4.....	19
2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	24
2.5 การประเมินและการหาประสิทธิภาพ.....	26
2.6 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	30
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	35
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	35
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	48
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	52
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	60
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
หนังสือราชการ.....	66
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	74
ภาคผนวก ข.....	75
ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมด้านเนื้อหา.....	76
ภาคผนวก ค.....	77
ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	78
ภาคผนวก ง.....	80
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องข้อคำถามกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	81
ภาคผนวก จ.....	84
แบบทดสอบหลังการอบรม.....	85
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	101
ภาคผนวก ฉ.....	107
คู่มือแนะนำการใช้งานใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานทหาร.....	108
ประวัติผู้เขียน	112

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหา ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร.....	48
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร.....	50
4.3 รายการความรู้ค่าคะแนนแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร.....	53
ข 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	76
ค 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	78
ง 1 ผลการพิจารณาประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ.....	81
จ 1 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังการอบรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	101

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การจัดสรรคลื่นความถี่ในยุโรป.....	9
2.2 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานเททรา ในยุโรป.....	10
2.3 ย่านความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา ในประเทศไทย.....	11
2.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานเททรา.....	13
2.5 ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย.....	13
2.6 โครงสร้างและองค์ประกอบภายในสถานีแม่ข่าย.....	14
2.7 ระบบบริหารจัดการโครงข่าย.....	15
2.8 ระบบสั่งการ (Dispatcher Console)	16
2.9 เครื่องลูกข่ายแบบมือถือ (Portable) และแบบติดรถยนต์ (Vehicle Mobile Radio).....	17
2.10 สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS) และองค์ประกอบในชุดสถานีแม่ข่าย.....	19
2.11 TETRA Communication Analyzer.....	22
2.12 E1 Tester.....	22
2.13 Watt Meter.....	23
2.14 Load Resistor.....	23
2.15 Basic Service Cable.....	24
2.16 Service Connector Box.....	24
3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา.....	36
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ แบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา.....	40
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา.....	42
ฉ 1 หน้าเมนูหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	108
ฉ 2 เมนูการเข้าดูคำแนะนำการใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	109
ฉ 3 เมนูการเข้าดูวัตถุประสงค์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	109

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฉ 4 เมนูการเข้าคู่มือหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	110
ฉ 5 เมนูแต่ละหน่วยการอบรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	110
ฉ 6 เมนูการเข้าทำแบบทดสอบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	111
ฉ 7 เมนูการเข้าดูประวัติผู้จัดทำ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม.....	111

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิวัฒนาการด้านการสื่อสารโทรคมนาคมทั้งระบบใช้สาย (Wired System) และระบบไร้สาย (Wireless System) ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็วในสังคมปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เพิ่มมากขึ้น ทั้งระบบการสื่อสารทางข้อมูล ภาพ และเสียง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารทำให้หน่วยงานราชการ ทหาร ตำรวจ หน่วยงานเอกชน รวมไปถึงหน่วยงานด้านการศึกษา มีความสะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะหน่วยงานเฉพาะกิจต่างๆ ที่ต้องการความรวดเร็ว และอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อใช้ในการสื่อสารทางเสียง และข้อมูล จำเป็นต้องนำระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ มาใช้ในหน่วยงาน ในประเทศไทยได้มีการนำระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอล (Digital Trunked Radio System) เข้ามาใช้งานแทนระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบ แอนะล็อก (Analog Trunked Radio System) ที่มีอยู่เดิม ซึ่งระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบ แอนะล็อกนั้น คุณภาพของเสียงจะลดลงและมีสัญญาณรบกวนเมื่อผู้ใช้งานห่างออกไปจากเครื่องรับส่งสัญญาณ มากๆ อีกทั้งยังเสถียรภาพในการป้องกันข้อมูลข่าวสารหรือการดักฟัง การใช้ในการกิจการรักษาความปลอดภัย หรือใช้เพื่อความมั่นคงยังดีไม่เพียงพอ รวมทั้งปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีได้ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในภูมิภาคและทั่วโลกไปสู่ยุคโลกาภิวัตน์ที่ข่าวสารไร้พรมแดน มีความต้องการติดต่อสื่อสารสูงขึ้นมาก โดยมุ่งเน้นให้เป็นข่าวสารที่ เชื่อถือได้ รวดเร็ว และปลอดภัย ความเร็วที่ใช้ส่งข่าวสารต้องการให้ใกล้เคียงเวลาจริงมากที่สุด เพื่อให้การปฏิบัติงานมีความคล่องตัวมากขึ้นจึงมีการนำเอาระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลเข้ามาใช้ในประเทศ

ทั้งนี้มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลในประเทศไทยซึ่งมีสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) เป็นผู้กำกับดูแล มีการกำหนดขอบข่ายการใช้งานความถี่ให้สามารถใช้ได้ทั้งเทคโนโลยีมาตรฐาน APCO-25 และเททรา (TErrestrial Trunked RAdio: TETRA) แต่โดยส่วนใหญ่หน่วยงานของภาครัฐที่จำเป็นต้องใช้งานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจและได้รับการจัดสรรให้ใช้คลื่นความถี่วิทยุที่สามารถนำมาใช้ในระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลได้นั้น เป็นย่านความถี่ที่ถูกกำหนดให้ใช้ได้กับมาตรฐานเททรา (สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีโทรคมนาคม (วท.). 2550) จึงได้มีการนำมาตรฐานเททราเข้ามาใช้ในประเทศไทย

ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานเททรา ซึ่งระบบประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ อุปกรณ์ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Mobile Switching Office : MSO) อุปกรณ์บริหารจัดการเครือข่าย (Network Management Terminal : NMT) ระบบบริหารจัดการเครือข่าย

(Network Management System : NMS) สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS) ระบบสั่งการ (Dispatcher Console) และเครื่องลูกข่าย (Subscriber) ซึ่งในประเทศไทยได้มีหน่วยงานที่ได้มีการติดตั้งและใช้งานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ได้แก่ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ท่าอากาศยานดอนเมือง ระบบรถไฟฟ้ามหานครเอ็มอาร์ที ระบบรถไฟฟ้ามหานครบีทีเอส การไฟฟ้านครหลวงและกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

เนื่องจากระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา เป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับผู้ใช้งานและผู้ให้บริการในประเทศไทย ซึ่งยังต้องใช้บุคลากรที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญจากต่างประเทศเป็นผู้ติดตั้ง ทดสอบและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาเบื้องต้น ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมสูงมากทั้งยังพนักงานของบริษัทผู้ให้บริการที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและการทดสอบ ยังไม่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการสื่อสารระบบวิทยุแบบดิจิทัลมากนัก จึงทำให้ยากที่จะรู้ถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ การทำงานและการแก้ไขปัญหาของสถานีแม่ข่ายรวมไปถึงระบบโดยรวมด้วย หากต้องมีการจัดฝึกอบรมที่ต้องเดินทางไปยังต่างประเทศจะต้องจัดพนักงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องไปฝึกอบรมจำนวนมากจึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูง ซึ่งปรกติแล้วการฝึกอบรมนั้นผู้ฝึกอบรมจะเป็นชาวต่างประเทศ เมื่อมีการถ่ายทอดความรู้หรือฝึกปฏิบัติ ผู้รับการฝึกอบรมจะเข้าใจในเรื่องที่ฝึกอบรมนั้นค่อนข้างน้อยและเอกสารหรือคู่มือการใช้งานต่างๆ ที่ใช้ประกอบค่อนข้างมากและเป็นภาษาต่างประเทศทั้งสิ้น เมื่อพนักงานนำมาประกอบกับการปฏิบัติงานจริงก็อาจจะเกิดความล่าช้า การปฏิบัติงานไม่เป็นขั้นตอน ซึ่งอาจส่งผลให้อุปกรณ์ในสถานีแม่ข่ายซึ่งเป็นหัวใจหลักของระบบอีกอย่างหนึ่ง เกิดความเสียหายซึ่งอุปกรณ์เหล่านั้นมีมูลค่าค่อนข้างสูง หรืออาจเกิดการดำเนินงานที่ผิดพลาดจากตัวอุปกรณ์ จึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของตัวอุปกรณ์ลดลงหรือชำรุดเสียหายได้

ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยมีหน้าที่ออกแบบ ติดตั้งและทดสอบระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา มีความสนใจที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา เพื่อให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสถานีแม่ข่ายและระบบโดยรวมของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตราเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ช่วยลดเวลา ค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้ที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญจากต่างประเทศ ลดความล่าช้าในการติดตั้งและการทดสอบระบบ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบวิทยุได้อย่างต่อเนื่อง และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตราที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.5$)

1.3.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารที่สร้างขึ้น โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปและมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดและทฤษฎีในการวิจัยดังนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดในการออกแบบพัฒนาโปรแกรม (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ. 2543: 169) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร จำนวน 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1.1 การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม

1.4.1.2 การวิเคราะห์ระบบ

1.4.1.3 การออกแบบระบบ

1.4.1.4 การพัฒนาโปรแกรม

1.4.1.5 การทดสอบระบบ

1.4.1.6 การติดตั้งระบบ

1.4.1.7 การประเมินผล

1.4.2 กรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถาม (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2530: 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.4.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม
- 1.4.2.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักของเนื้อหา
- 1.4.2.3 แจกแจงประเด็นหลักเป็นประเด็นย่อย
- 1.4.2.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม
- 1.4.2.5 กำหนดประเภทของคำถาม
- 1.4.2.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม
- 1.4.2.7 ตรวจสอบความสอดคล้อง
- 1.4.2.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง
- 1.4.2.9 ทดลองใช้ แก้วไข และจัดพิมพ์

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ วิศวกร บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 55 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ วิศวกร ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.2.1 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

1.5.2.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

1.5.3 เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร เพื่อการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร รายละเอียดของอุปกรณ์ การติดตั้ง และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่อยู่ในสถานีแม่ข่ายสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 เท่านั้น โดยในเนื้อหาสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.5.3.1 ความรู้พื้นฐานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

1.5.3.2 โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

1.5.3.3 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

1.5.3.4 การติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

1. การติดตั้งตู้ Cabinet
2. การติดตั้งเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio : BR)
3. การติดตั้งชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC)
4. การติดตั้งชุด Radio Frequency Distribution System (RFDS)
5. การติดตั้ง Power Supply Unit
6. การติดตั้งระบบกราวด์และระบบไฟฟ้ากระแสตรง บน Junction Panel
7. การติดตั้ง Fan Tray
8. การติดตั้งระบบสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ (Controller Area

Network หรือ CAN Bus Cabling)

9. การติดตั้งระบบสื่อสารสัญญาณ แบบ E1
10. การติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนภายนอก (External Alarm)
11. การติดตั้งระบบสายอากาศ
12. การติดตั้งระบบ GPS Antenna

1.5.3.5 การทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

1. การทดสอบชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC)
2. การทดสอบเครื่องรับ - ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio : BR)
3. การทดสอบอุปกรณ์ผ่านทางสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ (Can Bus)
4. การทดสอบการเชื่อมต่อระบบสื่อสารสัญญาณแบบ E1
5. การทดสอบระบบสายอากาศและพื้นที่ให้บริการ
6. การทดสอบระบบ GPS Antenna
7. คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบในการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม หมายถึง ฐานข้อมูล คู่มือพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับพื้นฐาน โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา โครงสร้างและรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่ารุ่น MTS4 จัดทำในลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมบรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม

1.6.2 เทตรา (TErrestrial Trunked Radio : TETRA) หมายถึง เทคโนโลยีมาตรฐานระบบเปิด (Open Standard) ของการสื่อสารวิทยุเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มีองค์กรที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารโทรคมนาคมในกลุ่มประเทศยุโรป (European Telecommunications Standards Institute : ETSI) เป็นผู้รับรองมาตรฐาน

- 1.6.3 สถานีแม่ข่าย หมายถึง ชุดอุปกรณ์ทวนสัญญาณของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบ ดิจิตอลมาตรฐานทหาร โมโตโรล่า รุ่น MTS4
- 1.6.4 วิศวกร หมายถึง พนักงานที่มีหน้าที่ สำรอง ติดตั้งและทดสอบ ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ ของบริษัท สามารถคอมเทค จำกัด
- 1.6.5 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านระบบสื่อสาร โทรคมนาคมและระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 1.6.6 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง ผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้าน เทคนิคการผลิตสื่อ มีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 1.6.7 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี แม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหาร หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมิน คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุ สื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหาร ของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 1.6.8 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหาร หมายถึง ผลของค่าคะแนนที่ได้ จากการทดสอบโดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป
- 1.6.9 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ หลังได้ พิจารณาตรวจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบ วิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหาร ทั้งด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ
- 1.6.10 แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลหลังการเรียนรู้ ที่ใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากงานตำราเอกสารต่างๆ รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล

มาตรฐานทหาร

2.3 การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2.5 การประเมินและการหาประสิทธิภาพ

2.6 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร พัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรกำหนดมาตรฐานการสื่อสารโทรคมนาคมในกลุ่มประเทศยุโรป เป็นผู้รับรองมาตรฐานโดยระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารถูกกำหนดให้เป็นระบบมาตรฐานเปิด ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานที่ได้รับความร่วมมือจากองค์กรรับรองมาตรฐานสากลและจากผู้ผลิตหลายๆ ราย โดยอนุญาตให้ผู้ผลิตทุกรายสามารถใช้ฮาร์ดแวร์และส่วนประกอบต่างๆ ของระบบมาเชื่อมต่อใช้งานร่วมกันได้โดยการใช้งานส่วนใหญ่จะใช้เกี่ยวกับความปลอดภัยสาธารณะ การขนส่งสาธารณูปโภค เขตอุตสาหกรรมเกี่ยวกับแก๊สและน้ำมัน หน่วยงานราชการ และผู้ให้บริการทางด้านโทรคมนาคม

2.1.1 มาตรฐานทางเทคโนโลยีของเครื่องวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ในประเทศไทย

มาตรฐานทางเทคโนโลยีของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ (กทข. มท. 1009 - 2549) เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Digital Trunked Radio

2.1.1.1 ขอบข่าย

มาตรฐานทางเทคโนโลยีนี้ กำหนดคุณลักษณะทางเทคโนโลยีขั้นต่ำสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Digital Trunked Radio ประเภทสถานีฐาน (Base Station: BS) และเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่าย (Mobile Station: MS) ในย่านความถี่วิทยุดังต่อไปนี้ 380 - 400 MHz, 421.8 - 422.95/433.8 - 434.95 MHz, 484 - 489/494 - 499 MHz และ

806 - 824/851 - 869 MHz

2.1.1.2 มาตรฐานทางเทคโนโลยี

1. มาตรฐานทางเทคโนโลยีด้านคลื่นความถี่ (Radio Frequency Requirements) มาตรฐานทางเทคโนโลยีด้านคลื่นความถี่ ของเครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Digital Trunked Radio ภาคส่ง และภาครับ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

- ETSI EN 300 392-2 : Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI)

- ETSI EN 300 396-2: Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Technical requirements for Direct Mode Operation (DMO); Part 2: Radio aspects

- ETSI EN 303 035-1 : Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Harmonized EN for TETRA equipment covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive; Part 1: Voice plus Data (V+D)

- ETSI EN 303 035-2 : Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Harmonized EN for TETRA equipment covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive; Part 2: Direct Mode Operation (DMO)

- ANSI/TIA-102.CAAB-B: Project 25 Land Mobile Radio Transceiver Recommendations, Project 25 - Digital Radio Technology, C4FM/CQPSK Modulation

2. มาตรฐานทางเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า (Electrical Safety Requirements) มาตรฐานทางเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า ของเครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Digital Trunked Radio ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

- IEC 60950 – 1 : Information Technology Equipment Safety Part 1: General Requirements

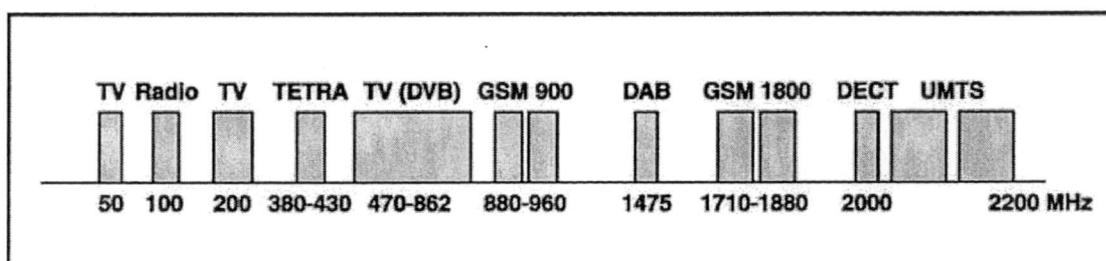
- มอก. 1561 – 2548 : บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศเฉพาะด้านความปลอดภัย: ข้อกำหนดทั่วไป

2.1.1.3 มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคมต่อสุขภาพของมนุษย์ (Radiation Exposure Requirements) การติดตั้งสถานีฐาน และการใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่ายในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Digital Trunked Radio จะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคมต่อสุขภาพของมนุษย์ ที่คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติประกาศกำหนด (สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีโทรคมนาคม (วท.). 2550.)

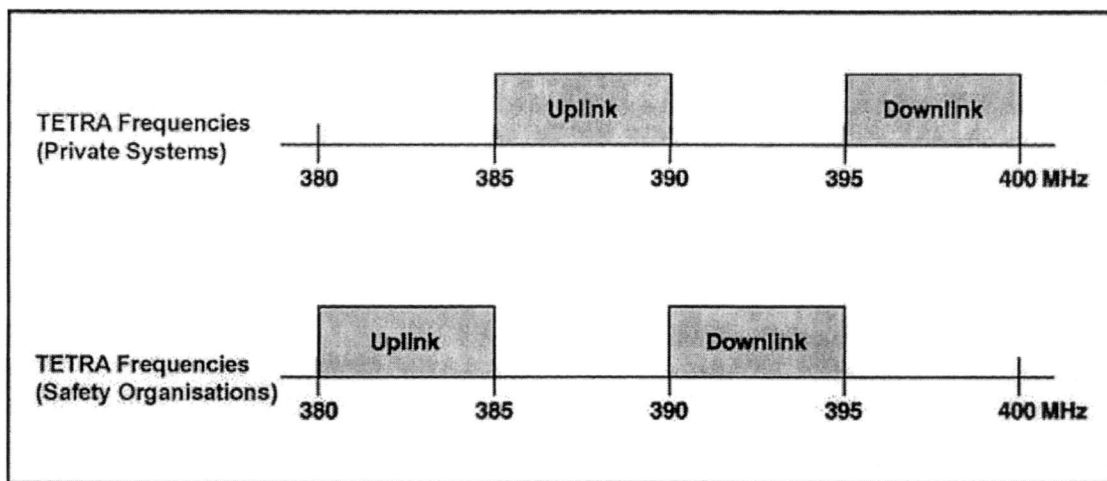
2.1.2 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน เทตรา

เนื่องจากทรัพยากรคลื่นความถี่ถูกใช้เข้ามาใช้งานทางด้านสื่อสารเป็นอย่างมาก และมีช่วงใช้งานที่เหมาะสมอยู่อย่างจำกัด จึงมีหน่วยงานที่กำหนดและจัดสรรคลื่นความถี่ โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) มีหน้าที่ในการพัฒนามาตรฐาน และกฎระเบียบ สำหรับการสื่อสารวิทยุ และโทรคมนาคมระหว่างประเทศ การกำหนดแถบคลื่นความถี่วิทยุ และบริหารจัดการ กรณีที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมโยงโครงข่ายระหว่างประเทศ และองค์การกำหนดมาตรฐานการสื่อสารโทรคมนาคมในกลุ่มประเทศยุโรปเป็นผู้กำหนดมาตรฐาน (ETSI) โดยระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตราถูกกำหนดให้ใช้งานได้ที่ย่านความถี่ 380 - 400 MHz 410 - 430 MHz และย่านความถี่ 800 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ในภูมิภาคยุโรปที่ใช้สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรานั้น มีความถี่อยู่ระหว่าง 380-430MHz โดยจัดสรรความถี่ให้หน่วยงานด้านความมั่นคงและความปลอดภัยอยู่ในช่วง 380-385MHz และ 390-395 MHz และจัดสรรย่านความถี่ 385-390MHz และ 395-400MHz สำหรับหน่วยงานผู้ให้บริการที่ใช้ในองค์กรและย่านความถี่ 410-430MHz ถูกจัดสรรเพื่อสำหรับให้บริการด้านการค้าและธุรกิจ แต่สำหรับการใช้งานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ในภูมิภาคอื่นๆ การจัดสรรคลื่นความถี่ให้ใช้งานนั้นจะถูกกำหนดโดยหน่วยงานหรือคณะกรรมการที่กำกับดูแลด้านความถี่ของแต่ละประเทศ ซึ่งการจัดสรรคลื่นความถี่จะอยู่ภายใต้มาตรฐานของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU)



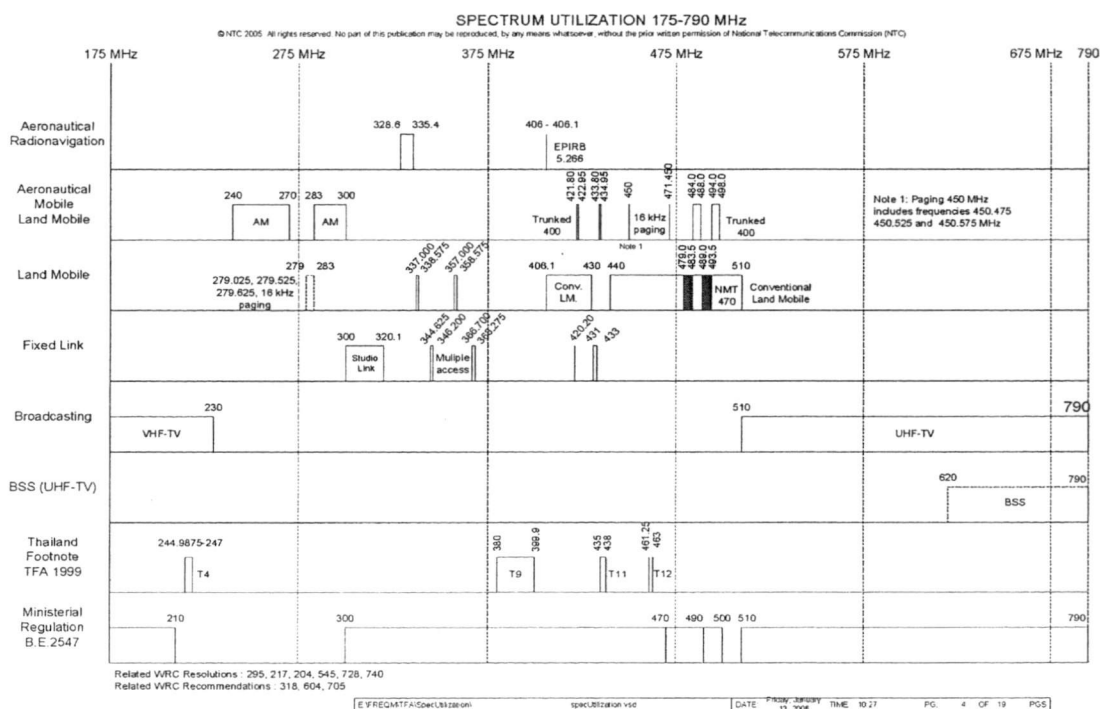
ภาพที่ 2.1 การจัดสรรคลื่นความถี่ในยุโรป



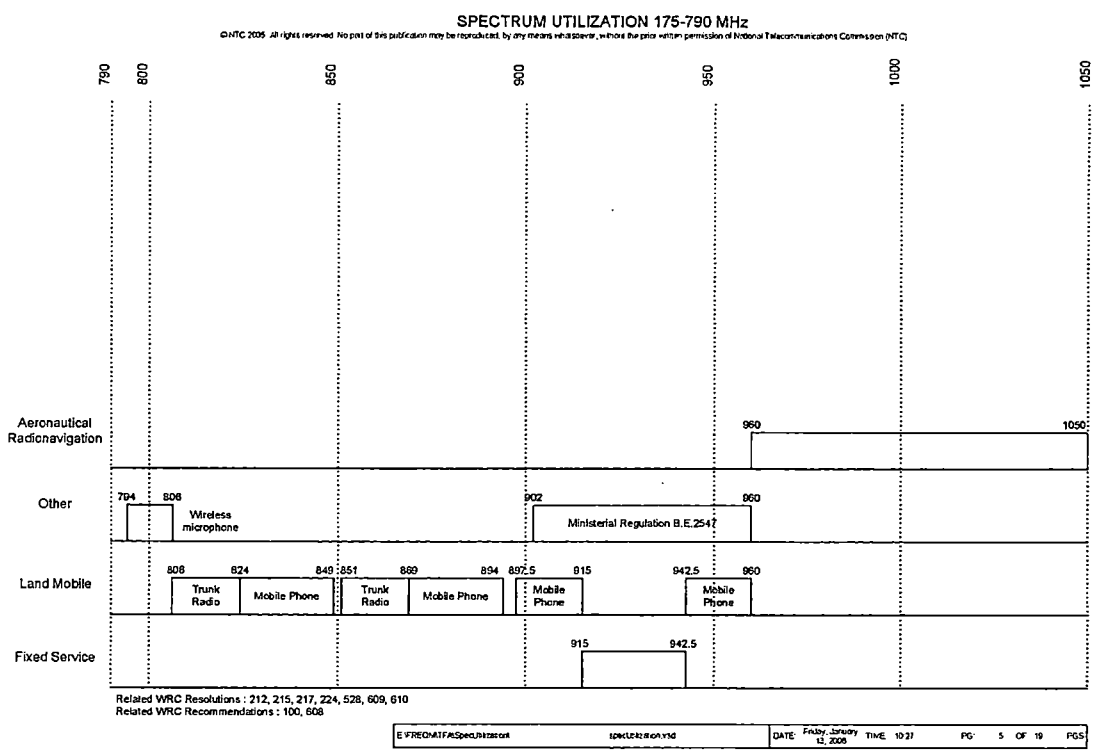
ภาพที่ 2.2 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ในยุโรป

2.1.3 การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้จัดสรรย่านความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา มีแถบความถี่ใช้งานอยู่ในย่าน 380-400 MHz, 421.8-422.95/433.8-434.95 MHz และ 806-824/851-869 MHz



ภาพที่ 2.3 ย่านความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตราในประเทศไทย



ภาพที่ 2.3 (ต่อ) ย่านความถี่สำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหารในประเทศไทย

2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐานทหาร

ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอล (Digital Trunked Radio System) เป็นระบบที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยแยกออกตามระบบมาตรฐาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบมาตรฐานคือ ระบบมาตรฐานเปิด (Open Standards) และระบบมาตรฐานปิด (Proprietary System)

ระบบมาตรฐานเปิด เป็นระบบมาตรฐานที่ได้รับความร่วมมือจากองค์กรรับรองมาตรฐานสากลและจากผู้ผลิตหลายๆ ราย โดยอนุญาตให้ผู้ผลิตทุกรายสามารถใช้ฮาร์ดแวร์และส่วนประกอบต่างๆ ของระบบมาเชื่อมต่อใช้งานร่วมกันได้ โดยปัจจุบันระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอล ที่เป็นระบบมาตรฐานเปิด มี 2 หน่วยงานหลักเป็นผู้กำกับดูแลระบบและรับรองมาตรฐานคือ

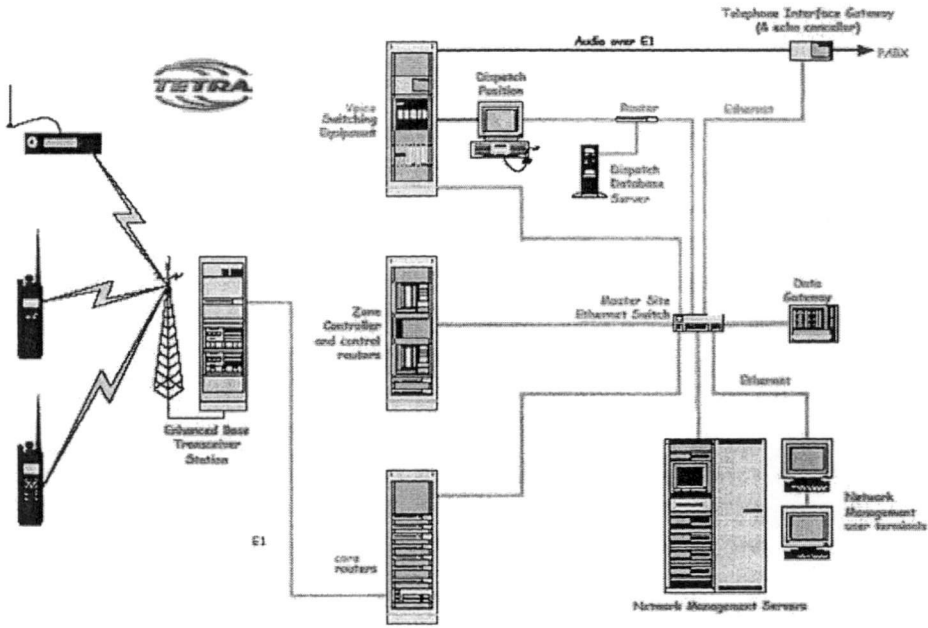
APCO-25 (Association of Public Safety Communication Officials - Project 25) เป็นการร่วมมือและพัฒนาโดยองค์กรที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารโทรคมนาคมในอเมริกาเหนือซึ่งประกอบไปด้วย รัฐบาลกลาง รัฐท้องถิ่นและตัวแทนสมาคมสื่อสารอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications Industry Association : TIA) เป็นผู้กำกับดูแลมาตรฐานเพื่อส่งเสริมและ

พัฒนาความก้าวหน้าด้านการสื่อสารและความปลอดภัยสาธารณะ โดยระบบจะใช้เทคโนโลยี (Frequency Division Multiple Access : FDMA) ซึ่งใน 1 ช่องสัญญาณวิทยุที่มีความกว้างของช่องสัญญาณอยู่ที่ 25KHz สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่องสัญญาณเสียงและถูกกำหนดให้ใช้ที่แถบย่านความถี่ 136 - 174 MHz , 403 - 512MHz และย่านความถี่ 800MHz เป็นความถี่ใช้งาน โดยปัจจุบันมาตรฐาน APCO-25 เป็นที่ยอมรับและมีระบบใช้งานที่อเมริกา ออสเตรเลีย และแอฟริกาบางส่วน

TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) หรือเททรา พัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กรกำหนดมาตรฐานการสื่อสารโทรคมนาคมในกลุ่มประเทศยุโรป ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้เป็นที่ไป ตามความต้องการของกลุ่มองค์กรผู้ใช้งานระบบวิทยุในแถบยุโรป (Professional Mobile Radio : PMR) ซึ่งในปัจจุบันได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานทั่วไป (Public Access Mobile Radio : PAMR) ด้วย โดยระบบจะใช้เทคโนโลยี (Time Division Multiple Access : TDMA) แบ่งออกเป็น 4 Time Slot ใน 1 ช่องสัญญาณวิทยุที่มีความกว้างของช่องสัญญาณอยู่ที่ 25KHz ซึ่งถูกกำหนดให้ใช้ที่แถบย่านความถี่ 380 - 400MHz, 410 - 430MHz และย่านความถี่ 800MHz เป็นความถี่ใช้งาน โดยปัจจุบันมาตรฐานเททราเป็นที่ยอมรับและมีระบบใช้งานทั่วทั้งยุโรป ตะวันออกกลาง เอเชีย ออสเตรเลีย แอฟริกา และในอเมริกาใต้

ระบบมาตรฐานเปิดหรือระบบกรรมสิทธิ์ หมายถึงเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาสามารถใช้ได้เฉพาะระบบของผู้ผลิตแต่ละรายเท่านั้น ทั้งนี้ผู้ถือกรรมสิทธิ์ของระบบสามารถให้ผู้ผลิตรายอื่นๆ สามารถนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ได้ ภายใต้กรอบและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยระบบมาตรฐานเปิดมีเทคโนโลยีที่รองรับเช่น เทคโนโลยี iDEN (integrated Enhanced Digital Network) เทคโนโลยี EDACS (Enhanced Digital Access Communication System) เทคโนโลยี Open Sky

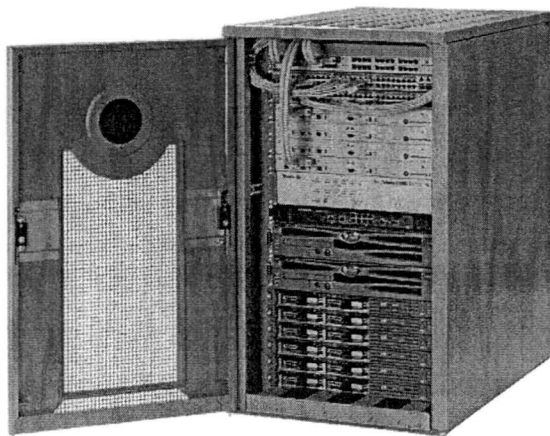
ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา จะมี Bit error rate ที่ต่ำสำหรับการสื่อสารข้อมูล และรองรับบริการการสื่อสารด้วย Voice Circuit Switched Data และ Packet Switched Data โดยมีอัตราการส่งข้อมูลและระดับการป้องกันความผิดพลาดที่หลากหลาย โดยระบบใช้เทคโนโลยี TDMA (Time Division Multiple Access) โดยแบ่งออกเป็น 4 Time Slot ใน 1 ช่องสัญญาณวิทยุที่มีความกว้างของช่องสัญญาณอยู่ที่ 25 KHz และใช้การมอดูเลตแบบ Phase Shift Keying ($\pi/4$ DQPSK) ซึ่งทำให้การใช้งานคลื่นความถี่มีประสิทธิภาพและความเร็วในการส่งข้อมูล ของระบบ ในการส่งข้อมูลมีทั้งแบบไม่มีการป้องกัน (Unprotect) มีความเร็วในการส่งอยู่ที่ 7.2, 14.4, 21.6 และ 28.8 kbps แบบมีการป้องกันระดับมาตรฐาน (Standard) มีความเร็วในการส่งอยู่ที่ 4.8, 9.6, 14.4 และ 19.2 kbps และแบบมีการป้องกันระดับสูง (High Protection) มีความเร็วในการส่งอยู่ที่ 2.4, 4.8, 7.2 และ 9.6 kbps โดยมีโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบดังนี้



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน เทตรา

2.2.1 ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Mobile Switching Office : MSO)

ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่ายถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบ โดยจะทำหน้าที่ในการกำหนดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่าย และการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างสถานีแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายภายในพื้นที่ครอบคลุมผ่านการเชื่อมทางอากาศ (Air Interface) ซึ่งจะทำให้การประมวลผล บริหารจัดการให้เครื่องลูกข่ายสามารถติดต่อสื่อสารได้อย่างต่อเนื่องขณะเคลื่อนที่ (Mobility Management) ภายในพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณของระบบ



ภาพที่ 2.5 ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย

2.2.2 สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS)

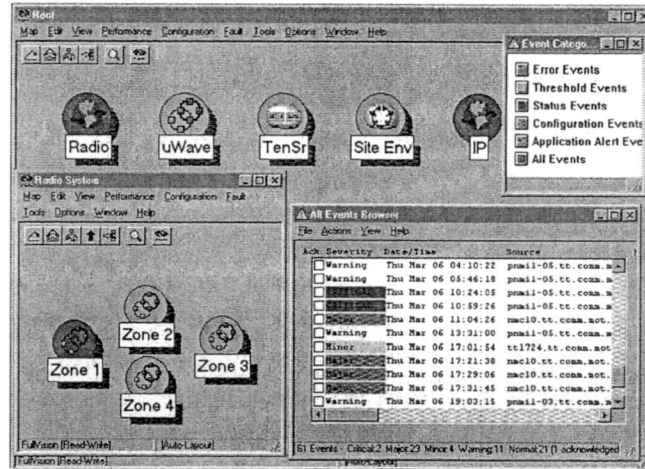
สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย โดยสถานีแม่ข่ายมีหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณวิทยุให้มีรัศมีครอบคลุมสำหรับการใช้งานภายในระบบ ทำให้อุปกรณ์วิทยุสามารถใช้งานได้ภายใต้รัศมีการครอบคลุมของสัญญาณ แม้ว่าเครื่องวิทยุนั้นจะเดินทางข้ามจากสถานีหนึ่งไปสู่อีกสถานีหนึ่งก็ตามโดยสถานีแม่ข่ายที่ติดตั้งประจำที่ในแต่ละสถานีจะเป็นตัวเชื่อมการทำงานไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างและองค์ประกอบภายในสถานีแม่ข่าย

2.2.3 ระบบบริหารจัดการโครงข่าย (Network Management System : NMS)

ระบบบริหารจัดการโครงข่าย มีหน้าที่เฝ้าดูสถานะและสภาพของอุปกรณ์ ปริมาณการใช้งาน ประเมินสถานะและผลกระทบโดยรวมของการสื่อสารต่อประสิทธิภาพของโครงข่าย จัดวิธีการควบคุมโครงข่ายสำหรับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ระบบบริหารจัดการโครงข่ายเป็นกลุ่มของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วย Workstation, Printer และ Database Server โดยระบบบริหารจัดการโครงข่าย จะถูกควบคุมและดูแลโดยผู้ควบคุมระบบซึ่งระบบบริหารจัดการโครงข่าย มีหน้าที่หลักดังนี้



ภาพที่ 2.7 ระบบบริหารจัดการโครงข่าย

2.2.3.1 Fault Management จะทำหน้าที่ในการตรวจจับความผิดพลาดของอุปกรณ์ต่างๆ ฝ้าดูสถานการณ์ และการทำงานของระบบ โดยเมื่อระบบเกิดการทำงานผิดพลาดขึ้น ระบบจะแสดงสถานะของอุปกรณ์และแจ้งสัญญาณเตือนจากอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหาย ในระบบ

1. ความเสียหายของสถานีแม่ข่าย (Radio Base Station Failure)
2. ความเสียหายของการควบคุมจัดการระบบ (System Management Control Failure)
3. ความเสียหายของระบบย่อยของสถานีแม่ข่าย (Radio Base Station Trunking Sub-System Failure)
4. ความเสียหายของชุดควบคุมศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Switch Controller Failure)
5. ความเสียหายของวงจรเชื่อมต่อชุดควบคุมศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่ายกับสถานีแม่ข่าย (Radio Base Station to Switch Controller Link Failure)
6. ความเสียหายอื่นๆ ที่มีผลต่อระบบโดยรวม (Other Failures Critical to the Overall Radio System Integrity)

2.2.3.2 Configuration Management ทำหน้าที่ 2 ประการดังนี้

1. System Configuration ทำหน้าที่ในการตั้งค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพของโครงข่าย ตั้งค่า Parameter ในการควบคุมการทำงานของโครงข่ายและสามารถทำการดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ใหม่จากระบบบริหารจัดการโครงข่าย ไปยังสถานีแม่ข่าย
2. Subscriber Configuration ทำหน้าที่ในการจัดสรรหมายเลขประจำเครื่องลูกข่าย (Subscriber ID) หมายเลขประจำกลุ่ม (Talkgroup ID) และหมายเลขประจำกลุ่ม การเรียกแบบป่าวประกาศ (Broadcast ID)

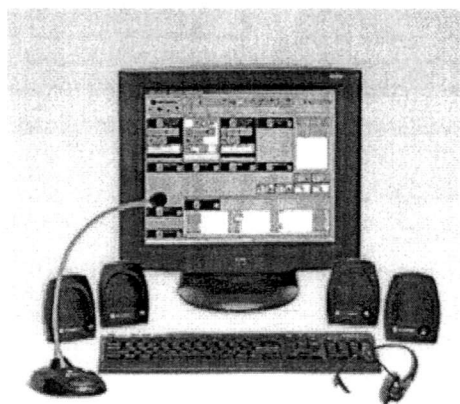
2.2.3.3 Accounting Management ทำหน้าที่จัดสรรข้อมูลทางด้านสถิติและรายงานเพื่อใช้ในการตรวจสอบการใช้งานของแต่ละหน่วยงาน

2.2.3.4 Performance Management ทำหน้าที่ในการให้ความช่วยเหลือผู้จัดการระบบ การเฝ้าดู การควบคุมและการปรับแต่งระบบ

2.2.3.5 Security Management ทำหน้าที่ในการกำหนดขอบเขตการเข้ามาใช้งานของระบบบริหารจัดการโครงข่ายของผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม

2.2.4 ระบบสั่งการ (Dispatcher Console)

ระบบสั่งการเป็นระบบที่ใช้สำหรับการสื่อสารและการจัดการกับผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นติดต่อเฉพาะบุคคลหรือการติดต่อเป็นกลุ่ม



ภาพที่ 2.8 ระบบสั่งการ (Dispatcher Console)

2.2.5 เครื่องลูกข่าย (Subscriber)

เครื่องลูกข่ายวิทยุใช้สำหรับติดต่อกับระบบสถานีแม่ข่าย ซึ่งเครื่องลูกข่ายวิทยุจะติดต่อกับสถานีแม่ข่าย ด้วยโปรโตคอลการเชื่อมต่อในอากาศตามมาตรฐานเทตรา (TETRA Air Interface Encryption) และเครื่องลูกข่ายวิทยุยังมีคุณสมบัติต่างๆ ที่สามารถทำให้การบริการมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.9 เครื่องลูกข่ายแบบมือถือ (Portable) และแบบติดรถยนต์ (Vehicle Mobile Radio)

2.2.6 ฟังก์ชันการทำงานพื้นฐาน

2.2.6.1 Voice service

1. การเรียกแบบส่วนบุคคล (Private call หรือ Individual Call) ระบบสามารถเรียกเฉพาะบุคคล โดยสามารถเรียกผ่านได้ทั้งผู้ใช้ในเครือข่าย (Dispatcher) และผู้ใช้ภายนอกผ่านทางระบบชุมสายโทรศัพท์ส่วนบุคคล (PABX)

2. การเรียกแบบกลุ่ม (Group Call) ระบบสามารถสื่อสารการเรียกแบบเฉพาะกลุ่มผู้ใช้ หรือ Talk group โดยให้เครื่องลูกข่ายถูกจัดเป็นเฉพาะกลุ่มภายใต้สถานการณ์ปกติ สมาชิกภายในกลุ่มจะสามารถติดต่อสื่อสารภายในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น นอกเหนือจากนั้นแล้วเครื่องลูกข่ายก็สามารถพูดคุยกับกลุ่มผู้ใช้อื่นๆ ได้ตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้าในเครื่องวิทยุ โดยการเลือกด้วยตัวเองบนเครื่องวิทยุสื่อสารและเมื่ออยู่ในโหมดการทำงานการเรียกแบบกลุ่ม เครื่องวิทยุสื่อสารสามารถเรียกในกลุ่มได้โดยอัตโนมัติ ตามกลุ่มที่เครื่องวิทยุสื่อสารนั้นๆ ได้ถูกจัดไว้ โดยผู้ใช้งานไม่ต้องกระทำการใดๆ ในในลักษณะการใช้งานการเรียกแบบกลุ่ม

3. การเรียกแบบเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ (Telephone linterconnect Call) ระบบสามารถเรียกแบบเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ โดยรวมอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็น เช่น โปรแกรม และการเชื่อมต่อต่างๆ เพื่อให้เครื่องลูกข่ายสามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ สามารถเข้าถึงระบบชุมสายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN) หรือระบบชุมสายโทรศัพท์ส่วนบุคคล (PABX) โดยผ่านโครงข่ายการสื่อสาร แบบ E1 (E1 Interface) โดยใช้มาตรฐานโปรโตคอล เช่น QSIG Signaling หรือ Euro ISDN DSS1 ระบบยังสามารถรองรับการสนทนาทางโทรศัพท์แบบ Full duplex ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับระบบชุมสายโทรศัพท์ส่วนบุคคล (PABX) หรือ ระบบชุมสายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN) และระบบสามารถติดต่อสื่อสารจาก เครื่องลูกข่าย (Subscriber) ไปยังโทรศัพท์พื้นฐาน (Landline) และจากโทรศัพท์พื้นฐานไปยังเครื่องลูกข่าย

4. การเรียกแบบฉุกเฉิน (Emergency Call) ระบบสามารถให้บริการเรียกแบบฉุกเฉินได้ โดยจะถูกให้ความสำคัญที่สูงที่สุดสำหรับสัญญาณต่างๆ และการเข้าถึงทรัพยากรของระบบ การเรียกแบบฉุกเฉินเป็นการเรียกส่วนบุคคลหรือเป็นการเรียกแบบกลุ่มที่มีความสำคัญสูง

5. การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายสองเครื่อง หรือมากกว่า (Direct Mode Operation : DMO) ระบบสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่ายสองเครื่องหรือมากกว่า โดยการทำงานในรูปแบบนี้มีการใช้ช่องสัญญาณที่ไม่ต้องผ่านระบบโครงข่ายของระบบวิทยุสื่อสาร

6. การเรียกแบบประกาศ (Broadcast Call) ระบบสามารถให้บริการแบบประกาศได้ โดยการยินยอมให้มีการประกาศไปยังผู้ใช้งานหลายๆ กลุ่มได้และการเรียกแบบประกาศไปยังผู้ใช้งานหลายๆ กลุ่มนี้ จะมีลักษณะเหมือนกับการเรียกแบบกลุ่ม ไปยังหลายๆ กลุ่ม ในเวลาเดียวกัน

2.2.6.2 Data Service

1. การส่งข้อความสั้น (Short Data Service : SDS) ระบบเครื่องข่ายเครื่องลูกข่าย และระบบส่งการ สามารถบริการส่งข้อความสั้นทั้งการส่งบุคคลต่อบุคคลและการส่งไปยังกลุ่มผู้ใช้ โดยสามารถรับส่งข้อความได้ไม่น้อยกว่า 120 bytes เครื่องลูกข่ายและระบบส่งการสามารถส่งข้อความเพื่อแจ้งการได้รับข้อความ (Message Received Acknowledgement) ให้กับผู้ส่งข้อความเมื่อได้รับข้อความใหม่ระบบเครื่องข่าย เครื่องลูกข่าย และระบบส่งการสามารถรับข้อความสั้นหรือข้อความตัวอักษรในระหว่างการโทรทั้งเสียงและข้อมูลได้ไม่ว่าจะเป็นการโทรแบบบุคคลต่อบุคคลหรือการโทรเป็นกลุ่ม

2. การส่งข้อมูลแบบ Packet Data หรือแบบ Circuit Switch หากการส่งข้อมูลเป็นแบบ packet data ระบบเครื่องลูกข่ายและศูนย์ส่งการสามารถรับการส่งผ่าน Packet Data Protocol โดยใช้ Protocol IPv4 หากการส่งข้อมูลเป็นแบบ Circuit Switch ระบบเครื่องข่ายและเครื่องลูกข่ายสามารถเชื่อมต่อสำหรับการเรียกแบบ Circuit mode Data ผ่านทางช่องสัญญาณสื่อสาร ซึ่งระบบสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 14.4 kbps โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น Unprotected Mode (7.2 kbit/s per time slot) Low Protected Mode (4.8 kbit/s per time slot) และ High Protected Mode (2.4 kbit/s per time slot)

3. E-mail and Fax ระบบสามารถรับส่งอีเมลล์และแฟกซ์ ผ่านทางเครื่องลูกข่าย (Subscriber) ได้

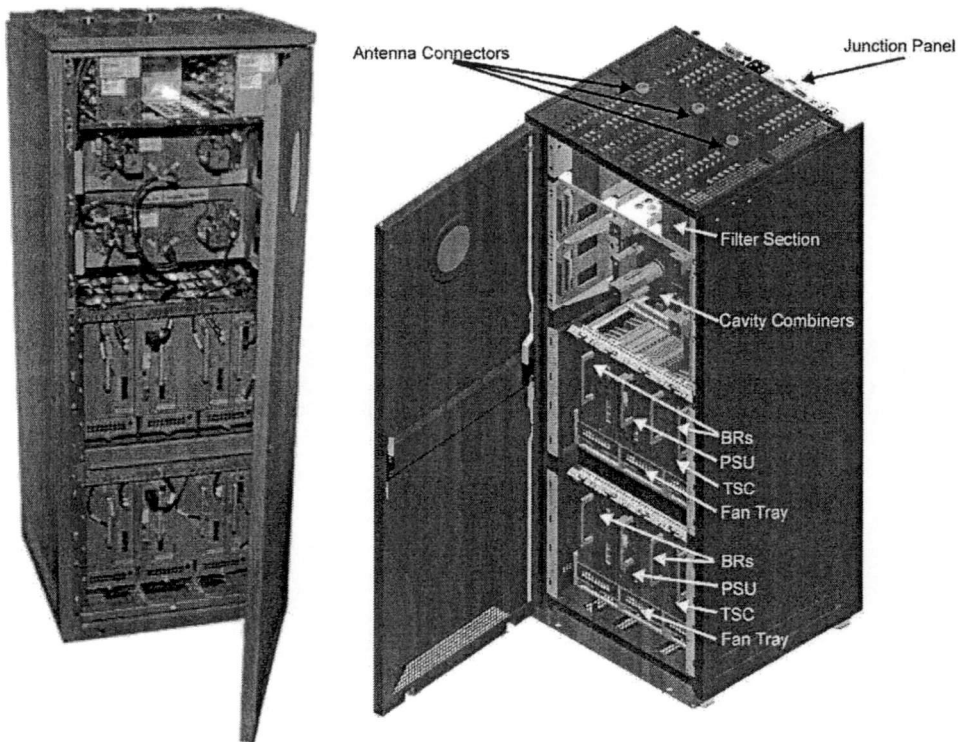
4. ระบบติดตามอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Location : AVL) ระบบวิทยุสื่อสารแบบดิจิตอลมาตรฐานทหารสามารถนำเอาระบบติดตามอัตโนมัติมาใช้ได้ โดยการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์เซอร์เวอร์เข้ามาช่วย เพื่อรับข้อมูลพิกัดจากดาวเทียมที่ระบุพิกัดตำแหน่ง ID Latitude และ Longitude ของเครื่องลูกข่าย โดยระบบนั้นสามารถใช้ร่วมกับแผนที่อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการนำมาใช้ร่วมกับระบบได้

2.3 การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบ โครงสร้างและองค์ประกอบภายในสถานีแม่ข่าย การติดตั้งและการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ภายในสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 เท่านั้น โดยในเนื้อหาสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Main Switching Office : MSO) โดยสถานีแม่ข่ายมีหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณวิทยุให้มีรัศมีครอบคลุมสำหรับการใช้งานภายในระบบ ทำให้อุปกรณ์วิทยุสามารถใช้งานได้ภายใต้รัศมีการครอบคลุมของสัญญาณแม้ว่าเครื่องวิทยุนั้นจะเดินทางข้ามจากสถานีหนึ่งไปสู่อีกสถานีหนึ่งก็ตามโดยสถานีแม่ข่ายที่ติดตั้งประจำที่ในแต่ละสถานีประกอบไปด้วย



ภาพที่ 2.10 สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS) และองค์ประกอบในชุดสถานีแม่ข่าย

2.3.1.1 เครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio: BR) โดยแต่ละเครื่องจะรองรับคู่ของความถี่ทางด้านภาคส่ง (Tx) และด้านทางด้านภาครับ (Rx) ที่มีความกว้างของแบนวิดธ์ ด้านละ 25 KHz แล้วใช้เทคโนโลยี TDMA ในการแบ่งแบนวิดธ์ที่ 25 KHz ออกเป็น 4 Time Slot และใน

1 ช่องสัญญาณของความถี่ต่ำจะถูกใช้เป็นช่องสัญญาณควบคุม (Control Channel : CC) โดยที่ในแต่ละชุดสถานีแม่ข่ายสามารถมีจำนวนของช่องสัญญาณควบคุม ได้สูงสุด 4 ช่องสัญญาณต่อจำนวนของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย 4 เครื่อง

2.3.1.2 ชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC) ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่าง ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่ายเข้ากับอุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย ที่อยู่ในชุดสถานีแม่ข่าย โดยทำการบริหารจัดการภายในสถานีแม่ข่าย และทำหน้าที่ในการจัดสรรช่องสัญญาณตามความต้องการของ Zone Controller ในกรณีที่ไม่สามารถเชื่อมต่อไปยัง MSO ได้ ชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย จะทำหน้าที่เป็น Local Site Trunking ทำให้อุปกรณ์ลูกข่ายยังคงติดต่อสื่อสารกันได้ภายในสถานีนั่น

2.3.1.3 Radio Frequency Distribution System (RFDS) ทำหน้าที่จัดการคลื่นวิทยุที่ถูกส่งเข้าและออกจากเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย ไปยังสายอากาศประกอบด้วย Transmit Combiner Receive Multicoupler และ Duplexer ที่ถูกใช้เพื่อให้สามารถใช้งานของสายอากาศให้มีจำนวนน้อยที่สุดซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. Preselector เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกรองความถี่ผ่านทางด้านภาครับ โดยภายในของ Preselector ประกอบด้วยวงจรขยายสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ (Low Noise Amplifier :LNC) และวงจรที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณทางด้านภาครับ (Receiver Multicoupler :RMC)
2. Duplexer เป็นอุปกรณ์ที่ยอมให้ทั้งความถี่ทางด้านภาครับและภาคส่งผ่าน ซึ่งใน Duplexer ประกอบด้วยวงจรที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณทางด้านภาครับ (Receiver Multicoupler :RMC) และ Digital Power Monitor (DPM) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจวัดค่า Power Output ที่ส่งออกไปยังสายอากาศ และตรวจวัดกำลังส่งที่ย้อนกลับ รวมไปถึงค่า VSWR โดยจะส่งข้อมูลผ่านไปยัง CAN Bus
3. Cavity Combiner เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกสัญญาณความถี่ทางด้านภาคส่ง โดย Cavity Combiner สามารถแยกสัญญาณความถี่ได้ทั้งแบบธรรมดา และแบบที่แยกได้อัตโนมัติ

2.3.1.4 Power Supply Unit เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีแม่ข่าย การทำงานของ Power Supply มีแรงดันไฟ In Put 110-240 VAC และ Out Put -48VDC

2.3.1.5 Junction Panal เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ Port หรือ Connector ต่างๆ ออกสู่ภายนอก เช่น External Alarm port, GPS Antenna Port, X.21 หรือ E1 Port และ Remote GPS Connector

2.3.1.6 Fan Tray เป็นระบบพัดลมระบบความร้อนให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในชุดสถานีแม่ข่าย

2.3.1.7 ระบบสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ (Controller Area Network หรือ CAN Bus Cabling) เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ภายในสถานีแม่ข่าย ซึ่งจะส่งข้อมูลการทำงาน หรือ สัญญาณแจ้งเตือน ไปยังชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย โดยผ่านทางสาย Ethernet Lan

2.3.2 การติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.3.2.1 การติดตั้งตู้ Cabinet

2.3.2.2 การติดตั้งเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio: BR)

2.3.2.3 การติดตั้งชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller :SC)

2.3.2.4 การติดตั้งชุด Radio Frequency Distribution System (RFDS)

2.3.2.5 การติดตั้ง Power Supply Unit (PSU)

2.3.2.7 การติดตั้ง กราวด์และระบบไฟฟ้ากระแสตรง บน Junction Panel

2.3.2.8 การติดตั้ง Fan Tray

2.3.2.9 การติดตั้งระบบสายนำสัญญาณควบคุม (Controller Area Network หรือ CAN Bus)

2.3.2.10 การติดตั้งระบบสื่อสารสัญญาณ แบบ E1

2.3.2.11 การติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนภายนอก (External Alarm)

2.3.2.12 การติดตั้งระบบสายอากาศ

2.3.2.13 การติดตั้งระบบ GPS และสายอากาศ

2.3.2.14 คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบการติดตั้งของระบบสถานีแม่ข่าย

โมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.3.3 การทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.3.3.1 การเตรียมระบบและการใช้ชุดคำสั่ง MMI (Man-Machine Interface)

2.3.3.2 การทดสอบชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller:SC)

2.3.3.3 การทดสอบเครื่องรับ - ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio :BR)

2.3.3.4 การทดสอบอุปกรณ์ผ่านทางสายนำสัญญาณควบคุมระบบ (Controller Area Network หรือ CAN Bus)

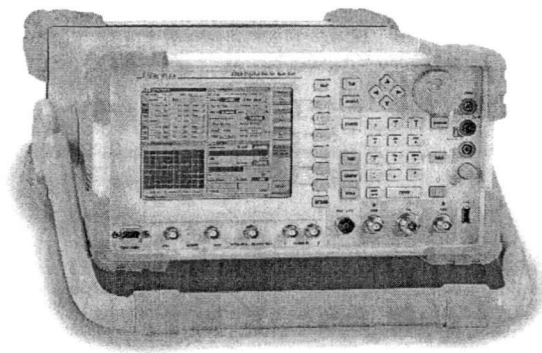
2.3.3.5 การทดสอบระบบสื่อสารสัญญาณ แบบ E1

2.3.3.6 การทดสอบระบบสายอากาศและพื้นที่ให้บริการ

2.3.3.7 การทดสอบระบบ GPS และสายอากาศ

2.3.3.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดค่าและการทดสอบระบบ

1. TETRA Communication Analyzer เป็นเครื่องมือตรวจสอบและวิเคราะห์ค่า Parameter ต่างๆ ของระบบ ของชุดเครื่องรับ-ส่งของสถานีแม่ข่าย



ภาพที่ 2.11 TETRA Communication Analyzer

2. E1 Tester หรือเครื่องทดสอบระบบการเชื่อมต่อระบบสื่อสารสัญญาณ (Transmission Line)



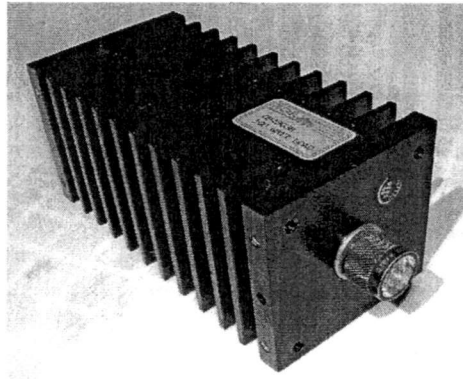
ภาพที่ 2.12 E1 Tester

3. Watt Meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดหาค่ากำลังส่งออกอากาศ ค่ากำลังส่งย้อนกลับ รวมไปถึงค่า VSWR ของเครื่องรับ-ส่งวิทยุ



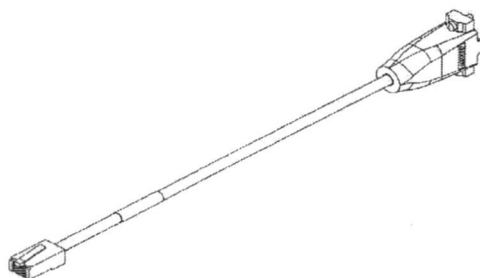
ภาพที่ 2.13 Watt Meter

4. Load Resistor หรือ Dummy Load เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต่อแทนสายอากาศในขณะที่มีการทดสอบเครื่องรับ-ส่งวิทยุ

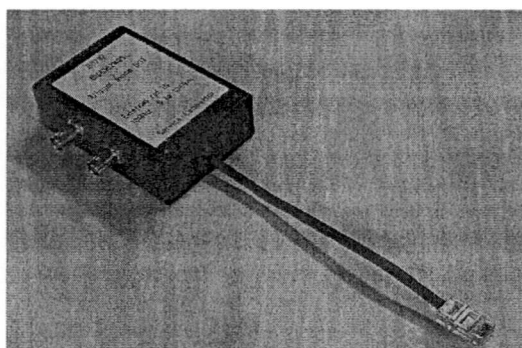


ภาพที่ 2.14 Load Resistor

5. Service Cable and Connector Box Description เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อในการตั้งค่าต่างๆ ของชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย ชุดเครื่องรับ-ส่งของสถานีแม่ข่าย ผ่านทาง Port RS-232 โดยมีชุดคำสั่ง MMI ในการทดสอบค่าต่างๆ



ภาพที่ 2.15 Basic Service Cable



ภาพที่ 2.16 Service Connector Box

2.3.3.13 คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบในการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ การทดสอบระบบและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นในสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

2.4 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2.4.1 ความหมายของการฝึกอบรม

จากการศึกษาและค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรม ได้ให้ความหมายการฝึกอบรมไว้ดังนี้

การฝึกอบรมหมายถึง เป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาบุคลากรในองค์กร เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น ทั้งความรู้ ความสามารถ ความชำนาญและความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ส่วนผลของการฝึกอบรมจะได้อะไรหรือไม่ขึ้นอยู่กับต้องอาศัยการทดสอบ ติดตามผลและย้อนกลับของข่าวสารในการทำงาน (พัลลภ พองเพชร. 2545 : 6)

การฝึกอบรม (Training) หมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เฉพาะด้านของบุคคลโดยมุ่งเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ (Attitude) อัน

จะนำไปสู่การยกมาตรฐานในการทำงานให้สูงขึ้น ทำให้บุคคลมีความเจริญก้าวหน้าในการทำงาน และองค์บรรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ (สมคิด บางโม. 2544 : 14)

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการหรือกิจกรรมที่ชัดเจน เพื่อที่จะพัฒนาทักษะความรู้ความชำนาญ อันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่จำกัดการศึกษา สถานที่ เพศ และโอกาส และเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรมจะช่วยลดปัญหาการทำงานและป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ (นิรชรา ทองธรรมชาติ และคณะ. 2544 : 12)

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการในการเรียนการสอนเพื่อที่จะให้เกิดการเรียนรู้เสริมสร้างทักษะ และแลกเปลี่ยนทัศนคติตามที่มุ่งหวังไว้ อันนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งอาจจะเป็นการเรียนการสอนในชั้นเรียน หรือสถานที่ทำงานก็ได้ (สมชาติ กิจยรรยงและอรจรรย์ ณะตะกั้วทุ่ง. 2539)

การฝึกอบรม (Training) หมายถึง เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาพนักงานให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน โดยมุ่งเน้นทักษะ ความรู้ และความสามารถ การฝึกอบรมจึงเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่ผู้บริหารใช้พัฒนาพนักงาน (ทองฟู ศิริวงศ์. 2536 : 1)

การฝึกอบรม หมายถึง กิจกรรมหรือความพยายามที่จะจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงาน เพื่อให้ผู้รับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีในเรื่องความรู้ ทัศนคติ และทักษะในการทำงาน (อุทุมพร จามรมาน. 2533 : 2)

ดังนั้นการฝึกอบรมจึงหมายถึง การจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งหวังให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักทฤษฎี หลักการปฏิบัติ ให้เป็นไปตามขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรม

2.4.2 จุดประสงค์ของเนื้อหา

2.4.2.1 เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความรู้เกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

2.4.2.2 เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมสามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบ และโครงสร้างการทำงานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานทหาร

2.4.2.3 เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความรู้และเข้าใจองค์ประกอบและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ในสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.4.2.4 เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความรู้และเข้าใจในการติดตั้งและทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

2.4.3 การออกแบบพัฒนาโปรแกรม

ในการออกแบบพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำโปรแกรมช่วยอบรมนั้น ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีในการออกแบบพัฒนาระบบงานของ ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และทีมบรรณาธิการ (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และทีมบรรณาธิการ (2543 : 169) มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยดังนี้

2.4.3.1 การกำหนดปัญหาของระบบงานเดิม (Problem Definition) คือ ขั้นตอนของการกำหนดขอบเขตของปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการพัฒนาโปรแกรม

2.4.3.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) คือ ขั้นตอนวิเคราะห์ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งใด กำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3.3 การออกแบบระบบ (System Design) คือ ขั้นตอนที่น่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ระบบมาออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม เช่น การออกแบบฐานข้อมูล รูปแบบหน้าจอ การบันทึกข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และการรายงานข้อมูล

2.4.3.4 การพัฒนาโปรแกรม (Development) คือ ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างระบบงานใหม่ขึ้นมา

2.4.3.5 การทดสอบระบบ (Testing) คือ ขั้นตอนของการทดสอบระบบก่อนการนำไปใช้งานจริง ถ้าพบข้อผิดพลาด จะย้อนกลับไปพัฒนาโปรแกรมใหม่

2.4.3.6 การติดตั้งระบบ (Implementation) คือ ขั้นตอนหลังจากที่ได้ทำการทดสอบโปรแกรมเรียบร้อยแล้วว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามต้องการแล้วจึงทำการติดตั้งโปรแกรมจริง

2.4.3.7 การประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งต้องมีการประเมินผลเพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นของผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งานโปรแกรม

2.5 การประเมินและการหาประสิทธิภาพ

2.5.1 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการสร้างแบบสอบถามของ อุทุมพร จามรมาน (อุทุมพร จามรมาน. 2537 : 8) มาประยุกต์ใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินคุณภาพและแบบทดสอบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตราฐานเททรา โดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.5.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม คือ ผู้สร้างแบบสอบถามต้องระบุให้ได้ว่าแบบสอบถามนี้จะถูกนำไปใช้ในเรื่องอะไร เช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัย เป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลของโครงการบางอย่าง หรือใช้เป็นเครื่องมือของการประเมิน ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการนำแบบสอบถามไปใช้จึงต้องมีความชัดเจน ตัวอย่างเช่น เป็นเครื่องมือของการวิจัยเรื่อง

ประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ เนื่องจากในการวิจัยนี้ แบบสอบถามเป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น แบบสอบถามที่สร้างจะต้องครอบคลุมทุกประเด็นในเรื่องประสิทธิภาพในการสอนของอาจารย์ให้ได้

2.5.1.2 กำหนดหมวดหรือประเด็นหลักให้ครบถ้วน คือ ผู้สร้างต้องพิจารณาว่า ประเด็นหลักจะต้องมีอะไรบ้าง ในขั้นนี้ผู้สร้างแบบสอบถามจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาสาระ ทฤษฎี โครงสร้างที่เกี่ยวข้อง จึงจะช่วยให้สามารถกำหนดประเด็นหลักได้ถูกต้อง ครบถ้วน

2.5.1.3 แจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นประเด็นย่อย คือ เมื่อกำหนดประเด็นหลักได้แล้ว จะต้องแจกแจงประเด็นหลักแต่ละประเด็นออกมาเป็นประเด็นย่อย ผู้สร้างแบบสอบถามต้องใช้ความรู้ หรือผลการศึกษาค้นคว้ามาช่วยแจกแจงประเด็นหลักออกมาเป็นให้ครบถ้วนให้ได้

2.5.1.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม คือ กำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นหลัก แต่ละประเด็นในประเด็นทั้งหมด และกำหนดสัดส่วนหรือน้ำหนักของประเด็นย่อยแต่ละประเด็น กำหนดข้อคำถามตามประเด็นย่อย พิจารณาสัดส่วนเทียบกลับไปหาจำนวนข้อทั้งหมด

2.5.1.5 กำหนดประเภทของคำถาม สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ ประเภทถามความรู้ ประเภทถามความคิดเห็น ทศนคติ และประเภทถามพฤติกรรม ผู้สร้างต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการสร้างว่า ต้องการจะถามอะไร ความรู้ความจริง ความคิดเห็น หรือถามพฤติกรรม

2.5.1.6 กำหนดรูปแบบของคำถาม คือ ผู้สร้างต้องกำหนดรูปแบบของคำถาม ก่อนการเขียนข้อคำถามโดยคำถามในแบบสอบถามจำแนกได้เป็น 11 รูปแบบ คือ

- 1 คำถามแบบสั้นๆ
- 2 แบบเลือกตอบ
- 3 แบบเติมคำ
- 4 แบบผิดถูก
- 5 แบบจับคู่ให้ถูกต้อง
- 6 แบบประมาณค่า
- 7 แบบประมาณค่าแบบให้ค่า
- 8 แบบประมาณค่าแบบให้ทำเครื่องหมาย
- 9 แบบจัดลำดับ
- 10 แบบเลือกตามความเห็นสมควร
- 11 แบบให้เลือกตอบหลายตัวเลือก

2.5.1.7 การตรวจสอบความสอดคล้อง คือ การตรวจสอบความตรงขอแบบสอบถาม (Validity) ของแบบสอบถามว่า ตรงตามสาระเนื้อหา ความครอบคลุมประเด็นหลัก ประเด็นย่อยและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามหรือไม่

2.5.1.8 จัดทำแบบสอบถามฉบับร่าง คือ การจัดทำแบบสอบถามฉบับร่างขึ้นมา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของข้อคำถาม

2.5.1.9 ทดลองใช้ แก๊ไข และจัดพิมพ์ คือ การนำเอาแบบสอบถามฉบับร่างมาทดสอบและแก้ไขให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ถูกต้องทั้งการประเด็นการตั้งคำถาม ความสอดคล้องของข้อความ วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

2.5.2 การประเมินคุณภาพโปรแกรม

การประเมินโปรแกรมหลังจากการติดตั้งใช้งาน (Post implementation review) โดยแบ่งขั้นตอนการประเมินคุณสมบัติของโปรแกรมที่มีคุณภาพ ดังนี้

2.5.2.1 มีความถูกต้อง (Correctness) คือ ความถูกต้องของโปรแกรมกับความต้องการของผู้ใช้งานมีความตรงกัน

2.5.2.2 มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ ความเชื่อถือในผลลัพธ์และข้อมูลต่างๆ ซึ่งความน่าเชื่อถือในข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญต่อการตัดสินใจ

2.5.2.3 ใช้งานง่าย (User friendliness) คือ โปรแกรมมีลักษณะการใช้งานที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน ใช้งานง่าย เรียนรู้ง่าย มีข้อความที่ครบถ้วน

2.5.2.4 มีความง่ายต่อการปรับเปลี่ยน (Adaptability) คือ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนการใช้งาน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับความต้องการ หรือเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

2.5.2.5 สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ (Reusability) คือ ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีผลต่อต้นทุนและเวลา ทำให้ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายและเวลาในการพัฒนาได้มาก แนวความคิดการนำกลับมาใช้งานใหม่นี้เป็นลักษณะเด่นของภาษาเชิงวัตถุ (Object oriented)

2.5.2.6 มีความเข้ากันได้กับระบบที่แตกต่าง (Interoperability) คือ คุณสมบัติของโปรแกรมที่สามารถใช้งานในระบบที่แตกต่างกันได้

2.5.2.7 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ ผลของการใช้งานโปรแกรม ก่อให้เกิดการทำงานที่ดีขึ้นกว่าเดิม ค่าใช้จ่ายลดลง

2.5.2.8 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย (Portability) คือ ความสะดวกของโปรแกรมที่สามารถเคลื่อนย้าย เพื่อนำไปใช้งานในสภาวะแวดล้อมใหม่

2.5.2.9 มีความปลอดภัย (Security) คือ ความปลอดภัยต่อข้อมูลที่อาจถูกปรับเปลี่ยนได้ซึ่งหมายถึงการจำกัดสิทธิการใช้งานในระบบ เพื่อการเข้าถึงข้อมูลนี้เป็นไปตามสิทธิของผู้ใช้งาน

2.5.2 การหาประสิทธิภาพ

ในการเรียนการสอนจากการที่เลือกชนิดของสื่อได้เหมาะสมแล้ว ก็ผลิตสื่อขึ้นมาใช้เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้งานได้ตามความต้องการหรือไม่จะต้องประเมินคุณภาพสื่อตามหัวข้อต่อไปนี้

2.5.2.1 ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย

1. ด้านวัตถุประสงค์ สื่อต้องครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2. ด้านเนื้อหา เนื้อหาวิชาที่ถูกต้องไม่มีจุดผิด แยกย่อยได้ และเนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ (Logic)

3. ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมายต้องบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ สามารถลดปริมาณการในเนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมายมากขึ้น สามารถลดเวลาในสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีมากขึ้น

2.5.2.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1. ด้านผู้เรียน สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนและการรับรู้ของผู้เรียน
2. ด้านผู้สอน สื่อไม่จำเป็นต้องใช้ความสามารถพิเศษในการสอน

2.5.2.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้

1. ด้านวัสดุอุปกรณ์ ใช้วัสดุพอสมควรกับความจำเป็นหาได้ในท้องถิ่น และอุปกรณ์ส่วนใหญ่หาได้ตามวิทยาลัยทั่วไป
2. ด้านเวลา เวลาที่ใช้การผลิตไม่มากนัก หรือไม่มากเกินไป
3. ด้านการนำไปใช้งาน สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกไม่ยุ่งยากในการใช้การเตรียมไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆ ขณะนำไปใช้

สรุปการหาประสิทธิภาพของสื่อมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคน คือ ด้านผู้เรียนเกี่ยวกับการรับรู้และในด้านผู้สอนไม่เกี่ยวกับความสามารถพิเศษ ส่วนองค์ประกอบกับความพร้อมและการนำไปใช้ คือ ด้านวัสดุและอุปกรณ์ ด้านเวลา ด้านการนำไปใช้งาน

2.5.2.4 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูฝึกคาดหวังว่าผู้เข้ารับการฝึกจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของการฝึกวิจัยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเรียนของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของผู้เข้ารับการฝึกได้แก่ การประกอบกิจกรรมงานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นๆ ที่ครูฝึกกำหนด

ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ คือ การประเมินพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติ (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการฝึกปฏิบัติจากหน่วยการฝึก

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียน คือ ระดับที่ผู้พัฒนาบทเรียนมีความพอใจ หากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้วจะมีคุณค่า น่าพอใจ ซึ่งเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือสัดส่วนความแตกต่างของผู้ผ่านเกณฑ์ตามกำหนดสัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์ จากการทดลองใช้บทเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 คือ

ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 แต่หน่วยการฝึกทุกหน่วย (เอกสารคู่มือช่างเชื่อมกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543)

2.6 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

2.6.1 Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ สร้าง และพัฒนาเว็บเพจด้วยภาษา HTML ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากเราไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ด HTML เองโปรแกรมสร้างโค้ดให้โดยอัตโนมัติจากการที่เราลากเครื่องมือมาวางบนพื้นที่ออกแบบ ซึ่งหากเราต้องการแก้ไขหรือดัดแปลงโค้ด HTML ก็สามารถทำได้เช่นกัน หากเป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งจะต้องมีการทำงานร่วมกับภาษาโปรแกรมมิ่งบนเว็บ ซึ่ง Macromedia Dreamweaver ก็สามารถรองรับได้ถึง 5 ภาษา ได้แก่ ASP ASP.NET JSP PHP และ ColdFusion และสามารถเชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลได้อีกด้วย Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมจากบริษัท Macromedia เริ่มเป็นที่รู้จักตั้งแต่ Dreamweaver Version 3.0 พัฒนามาเป็น Dreamweaver Version 4.0 และล่าสุดคือ Macromedia Dreamweaver MX 2004 ที่หมายถึงเวอร์ชัน 7.0 นั้นเอง (พินิตา พานิชกุล และคณะ. 2547 : 3-5)

2.6.2 Macromedia Captivate

Macromedia Captivate เป็นโปรแกรมสำหรับบันทึกการทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้สำหรับแสดงหรือสาธิตการใช้งานโปรแกรมต่างๆในแบบที่ตอบสนอง (Interactive Demonstration and Simulation) แต่มีข้อดีกว่าโปรแกรมในแนวเดียวกันคือ

2.6.2.1 โปรแกรมออกแบบให้ใช้งานง่าย มี Wizard ช่วยในการสร้างโปรเจกต์งาน

2.6.2.2 สามารถสร้างผลงานได้หลากหลายฟอร์แมต โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอร์แมต Flash หรือ SWF ซึ่งเหมาะทั้งสำหรับเผยแพร่บนเว็บไซต์และบนสื่อมัลติมีเดียอื่นๆไม่ว่าจะเป็น CD หรือ DVD นอกจากนี้ยังสามารถสร้างงานเป็นไฟล์ Executable (EXE) ที่ทำงานได้อิสระด้วยตนเองด้วย

2.6.2.3 เหมาะกับการทำบทเรียนออนไลน์ (E-Learning) หรือการสาธิตการใช้งานผลิตภัณฑ์ (Product Demonstration)

2.6.2.4 สามารถสร้างเอกสารคู่มือหรือ Handout จากขั้นตอนที่บันทึกได้

2.6.2.5 สามารถเพิ่มเติมข้อความอธิบายหรือ Text Caption และสามารถบันทึกเสียงประกอบการสาธิตได้ด้วย ซึ่งเสียงที่ใช้เป็นได้ทั้งเสียงพูดที่บันทึกผ่านไมโครโฟน (Voice Over) เสียงดนตรีประกอบ (Background Sound) หรือจะเป็นเสียงเอฟเฟกต์ (Sound Effect) ต่างๆ ก็ได้

2.6.2.6 สามารถใส่ไฟล์มัลติมีเดียต่างๆ ประกอบได้ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์วิดีโอ (Video File) ไฟล์แฟลชแบบเคลื่อนไหว (Flash Animation) ข้อความเคลื่อนไหว (Text Animation) ภาพกราฟิก (Images) และข้อความลิงค์เชื่อมโยง (Hypertext) และอื่นๆ อีกมากมาย

2.6.2.7 ไฟล์ผลงานที่ได้มีขนาดเล็ก แต่มีความคมชัดสูง (High Resolution) เหมาะกับการเผยแพร่ ทั้งในเรื่องของการฝึกอบรม (Training) การตลาด (Marketing) และการช่วยเหลือผู้ใช้ (User Support) ต่างๆ

2.6.2.8 ในกรณีของการสร้างบทเรียนแบบ E-Learning สามารถสร้างระบบการเรียนรู้และตอบสนองได้เป็นอย่างดี โดยสร้างสไลด์คำถามแบบตอบสนองได้เต็มรูปแบบ โดยมีออบเจกต์ต่างๆประกอบอย่างสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นปุ่มกด (Button) กรอบข้อความสำหรับคลิก (Click Boxes) ตลอดจนกรอบข้อความสำหรับป้อนคำ (Text Entry Boxes) นอกจากนี้แล้ว Macromedia Captivate ยังเป็นโปรแกรมเดียวที่สมบูรณ์แบบที่สุด ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน SCORM 1.2 และ 2004 Certified and AICC Compliant และสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของบทเรียนร่วมกับบทเรียนแบบ Learning Management System (LMS) ประเภทต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดย LMS เป็นระบบบริหารการเรียนที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง กำหนดลำดับของเนื้อหาในบทเรียน นำส่งบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียน ประเมินผลความสำเร็จของบทเรียน ควบคุม และสนับสนุนการให้บริการทั้งหมดแก่ผู้เรียนจึงถือว่าเป็นองค์ประกอบของ E-Learning ที่สำคัญมาก LMS จะทำหน้าที่ตั้งแต่ผู้เรียนเริ่มเข้ามาเรียน โดยจัดเตรียมหลักสูตรและบทเรียนทั้งหมดเอาไว้ พร้อมทั้งจะให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียน เมื่อผู้เรียนได้เริ่มต้นบทเรียนแล้วระบบจะเริ่มทำงานโดยส่งบทเรียนตามคำขอของผู้เรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปแสดงที่เว็บเบราว์เซอร์ของผู้เรียน จากนั้นระบบจะติดตามและบันทึกความก้าวหน้ารวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรมและผลการเรียนของผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียนอย่างละเอียดจนกระทั่งจบหลักสูตร (อุดมทรัพย์ กรรดิพนิชกุล. 2548 : 15-20)

2.6.3 Macromedia Flash

Macromedia Flash เป็นโปรแกรมที่ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแอนิเมชัน กราฟิกแบบเวกเตอร์ แอปพลิเคชัน ซอฟต์แวร์ หรือเว็บไซต์ต่างๆ โปรแกรม Flash จะสร้างไฟล์ SWF ซึ่งมีขนาดเล็กและสามารถใช้กับระบบปฏิบัติการใดๆก็ได้ที่สนับสนุน Flash Player Flash ใช้ภาษาแบบสคริปต์เรียกว่า Action Script ซึ่งมีประสิทธิภาพและเป็นภาษาที่มีพื้นฐานอยู่บนภาษา ECMA Script และคล้ายกับภาษา Java Script โปรแกรม Flash เป็นแอปพลิเคชันที่ถูกออกแบบมาเป็นอย่างดีสำหรับการสร้างไฟล์มัลติมีเดีย โดย สามารถอิมพอร์ตมีเดียหลากหลายชนิดลงสู่โปรแกรม Flash ได้ ไม่ว่าจะเป็นตัวหนังสือ กราฟิก วิดีโอ PDF และไฟล์เสียง เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรม Flash ยังสามารถเชื่อมต่อไฟล์ SWF กับฐานข้อมูล ไฟล์ XML หรือ Web Service ทำให้ไฟล์มีคุณสมบัติอินเตอร์แอ็กทีฟและไดนามิก นอกจากนี้ Flash สามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์อื่นๆ เช่น Macromedia Studio MX 2004 และแอปพลิเคชันอื่นๆ ได้

(อศพัฒน เจีย. 2548 : 8-10)

2.6.4 Adobe Acrobat

Adobe Acrobat จัดเป็นอีกหนึ่งโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยค่าย Adobe สำหรับหน้าที่การทำงานจะเน้นทำงานกับไฟล์ในรูปแบบ PDF (Portable Document Format) เป็นหลัก โดยไฟล์ PDF จะมีจุดเด่นคือผลงานที่ได้จะมีฟอนต์ รูปแบบ และการจัดหน้ากระดาษเหมือนกับเอกสารต้นฉบับทุกประการ ไฟล์ที่ได้มีขนาดเล็ก อีกทั้งยังสามารถเปิดทำงานได้บนระบบปฏิบัติการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวินโดวส์ แมคอินทอช รวมทั้งยูนิกซ์ ความสามารถใหม่ของ Adobe Acrobat สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.6.4.1 สามารถเปิดเรียก เก็บรวบรวม และแปลงไฟล์ PDF ได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.6.4.2 เพิ่มความสามารถเพื่อให้ผู้ใช้ได้สร้าง แก้ไข จัดการกับคอมเมนต์ในรูปแบบต่างๆ

2.6.4.3 สร้างแบบฟอร์มในการรับส่งข้อมูลได้อย่างง่ายดาย เนื่องจากได้ติดตั้งมาพร้อมกับ Adobe Designer

2.6.4.4 แสดงผลไฟล์ข้อมูลเก่าในรูปแบบของ Thumbnail ซึ่งจะช่วยให้ค้นหาและจัดข้อมูลได้อย่างเป็นระเบียบมากขึ้น

2.6.4.5 สามารถแนบและเปิดไฟล์ต่างๆ เช่น ภาพ ตารางคำนวณ มัลติมีเดีย ไปพร้อมๆกับไฟล์ PDF ได้ (ภัททวิรา เหลืองวิลาศ. 2548:201-203)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัครพุทท เอี่ยมอำนาย (2552 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox Docu Wide 3030 พบว่าผลการประเมินคุณภาพทางด้านสื่อจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.37) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ส่วนทางด้านเนื้อหา จัดอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.23) ข้อมูลมีการกระจายตัวน้อยมากแสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกัน สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030 คิดเป็นร้อยละ 91.87 แสดงว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การใช้งานเครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox DocuWide 3030 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.87 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

รพีพร อรุณพราหมณ์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพและความพึงพอใจในการใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ผลการประเมินคุณภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ทางด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ภาพรวมมีคุณภาพจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.52) และคุณภาพทางด้านการผลิตสื่อ

จัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.39$, S.D.= 0.66) ส่วนความพึงพอใจในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการใช้เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A ของวิศวกรแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด บริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) พบว่าจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.60)

จักรพันธ์ ลังการิน (2550 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การติดตั้งโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์สาขา วิชาการเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การเกษตร โดยรายละเอียดของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ฯ ประกอบด้วย 12 เนื้อหา โดยผลการวิจัยพบว่าจากการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.60$) และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ คุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.42$) เป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้ และได้หาประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์และทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนกับหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนรู้ด้วยคู่มืออิเล็กทรอนิกส์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

ยุธนา เนาวรัตน์ (2550 : 54) ได้ศึกษาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัทโทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.40 ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมพบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.46 ในด้านความพึงพอใจการใ้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.55 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ปัทมาพร พุ่มทับทิม (2550 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่นSJ200 โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและมีผลค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 88.24 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธนพล แก้วคำแจ้ง (2548 : บทคัดย่อ) ได้วิจัย เรื่องโปรแกรมสอนเสริมการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์เรดแฮต 7.2 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเทคโนโลยีการผลิตสื่ออยู่ในเกณฑ์ดี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.60 ในด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.59 ในด้านแบบฝึกหัดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.74 ในด้านการปฏิบัติมี

คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.68 ซึ่งคุณภาพของโปรแกรมสอนเสริมการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์เรดแฮต 7.2 ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ยุทธพงษ์ จุจรรูญ (2547 : 50) ได้ศึกษาคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารสัญญาณหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด พบว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสารสัญญาณหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษาบริษัท ทีเอ ออเรนจ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.53 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่จะเห็นว่า การใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยหรือสอนเสริมจะทำให้ผลเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ตามศักยภาพ ตามเวลาที่เหมาะสมที่ตนเองกำหนดได้ มีความสนุกสนาน สามารถเป็นขั้นๆ มีแรงจูงใจ มีการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ สามารถนำกลับมาเรียนซ้ำได้อีก ทำให้เกิดทัศนคติที่ดี จากข้อดีทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมสอนเสริมที่คุณภาพสามารถนำไปสอนเสริมเพิ่มเติมในการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนและการทำงาน โดยเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นการรวบรวมเนื้อหาและรายละเอียดต่างๆ ที่สำคัญหรือยากต่อการเรียนรู้ มาจัดรวบรวมไว้ด้วยกัน โดยจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้และการสืบค้นที่เป็นระบบ เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นและการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งเมื่อนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้วปรากฏว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพของการประเมินเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งสิ้น และสามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการเป็นไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยครั้งนี้ช่วยให้ผู้วิจัยมีความรู้และมีแนวทางในการพัฒนาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารา ที่มีคุณภาพต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นและมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยได้ดำเนินการและรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น วิศวกร บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 55 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ วิศวกรฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือเป็น 3 ส่วน คือ

3.2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

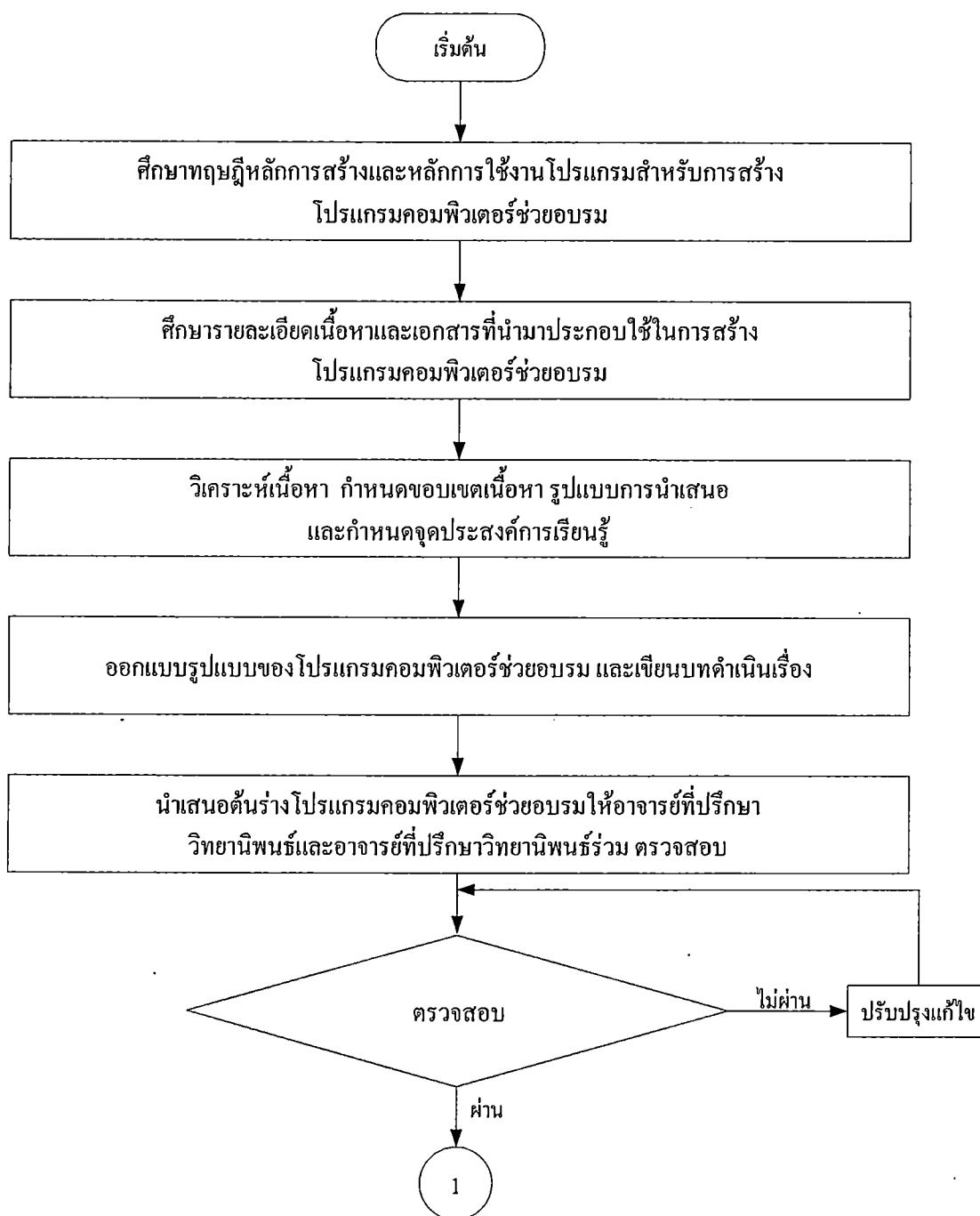
3.2.2 แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

3.2.3 แบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

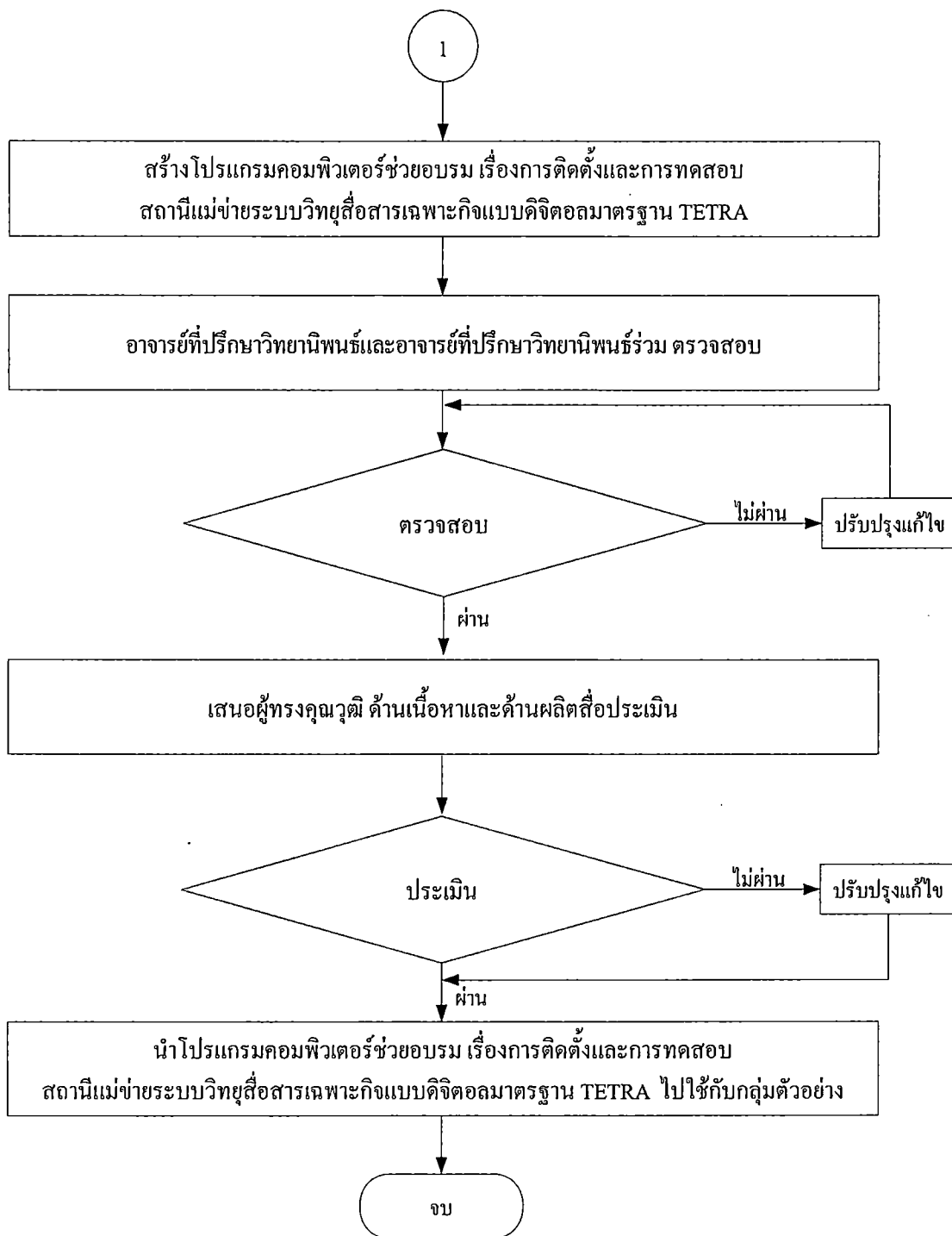
3.2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบ

วิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย
อบรม ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี
แม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร



ภาพที่ 3.1 (ต่อ) ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาพัฒนาใช้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาและเอกสารที่นำมาประกอบใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

3. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา และรูปแบบการนำเสนอต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมช่วยอบรมและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ออกแบบรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม โดยออกแบบผังงาน (Flow Chart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Story Board) ตามลำดับเนื้อหา

5. นำเสนอต้นร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

6. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยนำบทดำเนินเรื่องที่ได้รับการตรวจและปรับปรุงแล้วมาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ซึ่งการดำเนินเนื้อหาจะเป็นไปตามลำดับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

7. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อตรวจความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจความถูกต้องความเหมาะสมและตอบแบบประเมินเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่สมบูรณ์

เกณฑ์การให้คะแนนประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีความเหมาะสมในระดับ ดีมาก

4 หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความเหมาะสมในระดับ ดี

3 หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมมีความเหมาะสมในระดับ พอใช้

1 หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีความเหมาะสมในระดับควรปรับปรุง

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีดังนี้

1. นายวัชรพงศ์ คงมนต์ ตำแหน่งนายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน ศูนย์สื่อสารกรมการปกครองเขต 8 (จังหวัดสงขลา) กองการสื่อสาร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

2. นายอนุชา ยานะวิมุตติ ตำแหน่งผู้จัดการ ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด

3. นายประพจน์ แป้นศรี ตำแหน่งผู้จัดการอาวุโสส่วน ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีดังนี้

1. ผศ.ดร. ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ อดสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

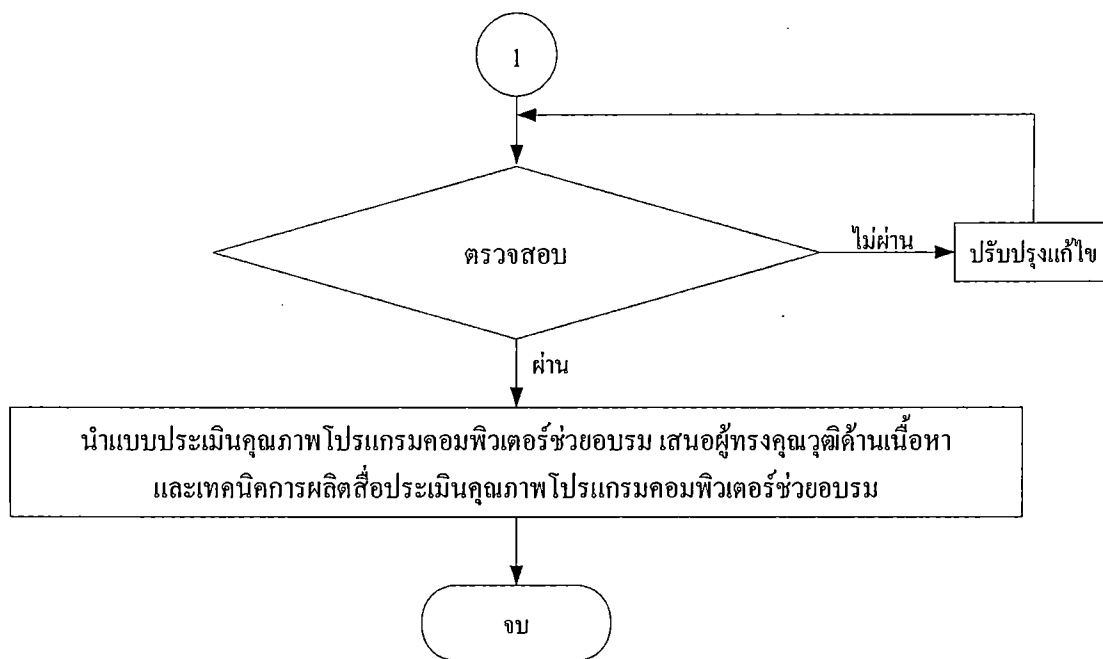
2. ดร. สุรสิทธิ์ ไกรสิน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด

3. นายยุทธนา พงศ์พฤษชาติ กรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

9. นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารฯ ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารฯ

การสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารฯ ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบประเมินคุณภาพจากเอกสารการประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

3. ออกแบบโดยการกำหนดหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมอยู่ในระดับ ดีมาก

4 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมอยู่ในระดับ ดี

3 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมอยู่ในระดับ พอใช้

1 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมในระดับ ควรปรับปรุง

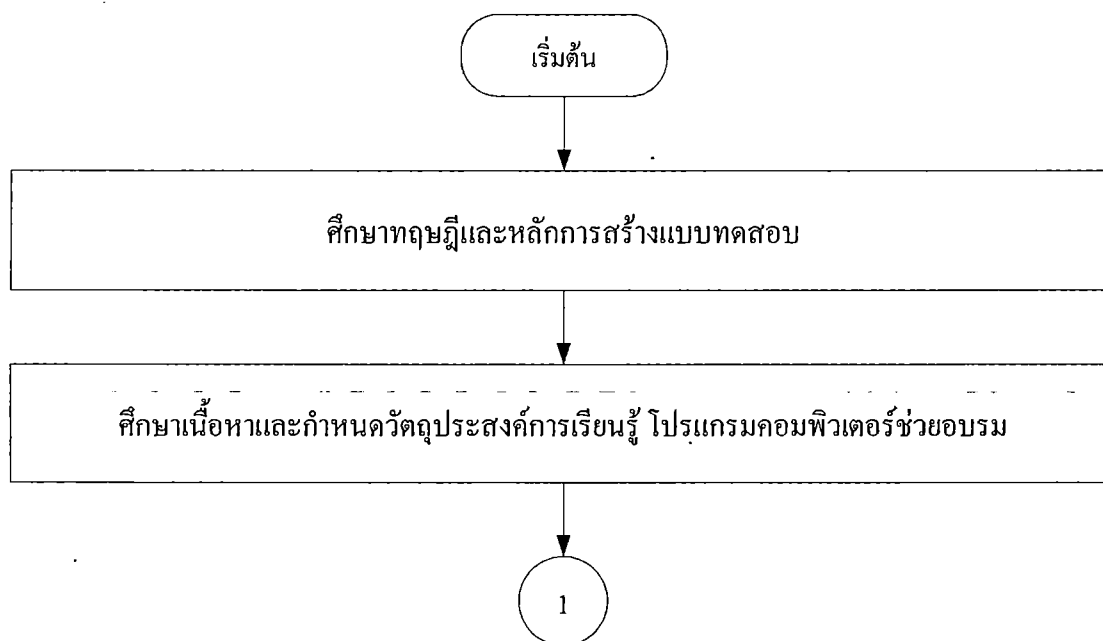
4. สร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

5. นำแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ได้แบบประเมินคุณภาพที่สมบูรณ์

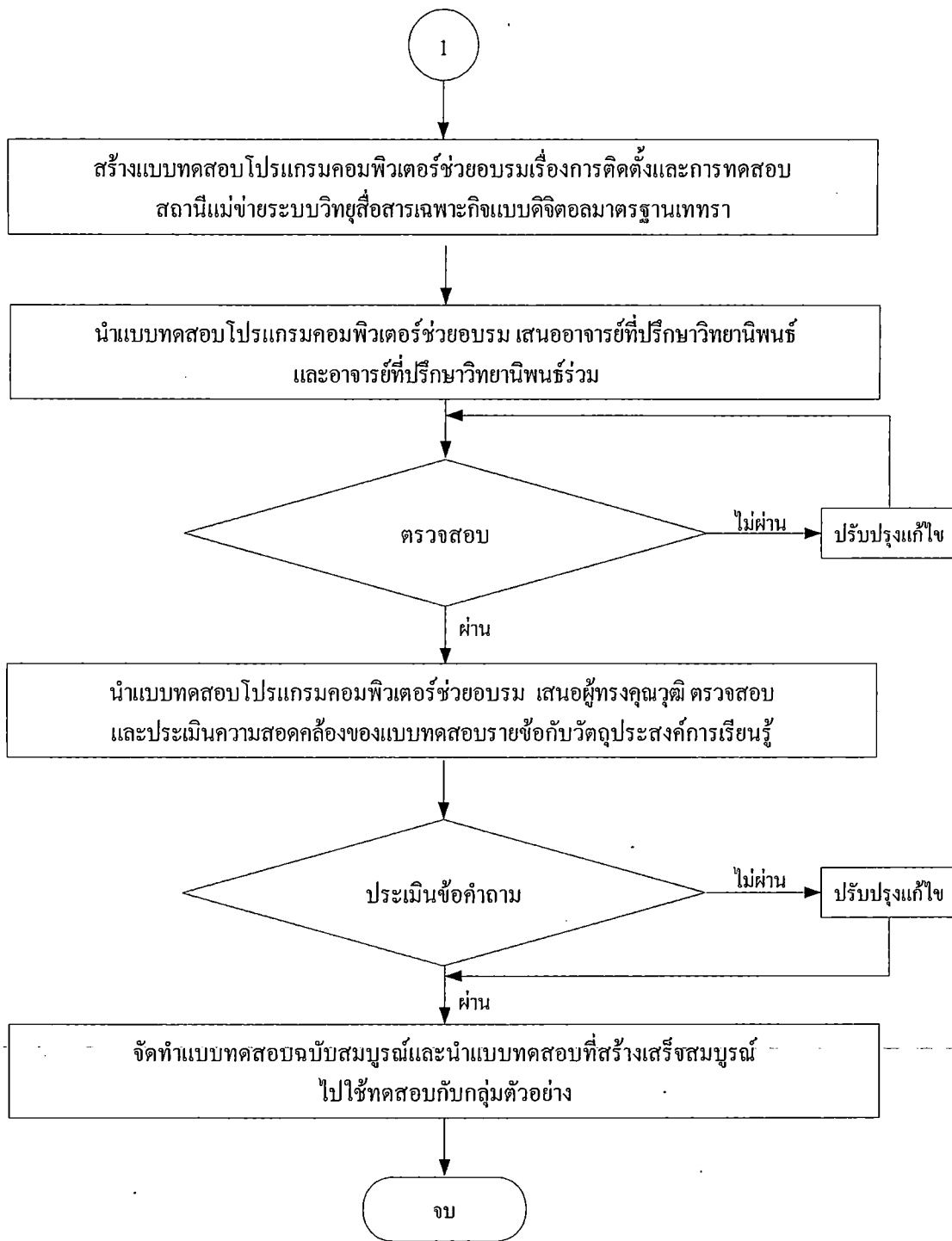
6. นำแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

3.2.3 แบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

การสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสาร เฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมช่วยอบรม มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa

2. ศึกษาเนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa

3. สร้างแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ได้ 0 คะแนน ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

4. นำแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารa เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 สำหรับความเห็นที่ ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 สำหรับความเห็นที่ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

-1 สำหรับความเห็นที่ ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 3 ท่าน คือ

1. นายวัชรพงศ์ คงมนต์ ตำแหน่งนายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน ศูนย์สื่อสารกรมการปกครองเขต 8 (จังหวัดสงขลา) กองการสื่อสาร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

2. นายอนุชา ยานะวิมุติ ตำแหน่งผู้จัดการฝ่าย ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัทสามารถคอมเทค จำกัด

3. นายประพจน์ แป้นศรี ตำแหน่งผู้จัดการส่วนอาวุโส ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด

จากนั้นผู้วิจัยจะนำมาหาดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ซึ่งจะใช้ข้อคำถามที่มีค่า IOC = 0.5 ขึ้นไป

จากผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า

ข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแต่ละข้อคำถามมีค่า IOC เท่ากับ 0.67 ถึง 1.00

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้เทคนิคของ Rovineli and Hambleton (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบรายข้อกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

$$\frac{\sum R}{N} \text{ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ}$$

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ และนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารต่อไป

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2555 ถึง 31 มีนาคม 2555 โดยการติดต่อขอรับหนังสือจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารและแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจความถูกต้องความเหมาะสมและตอบแบบประเมินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม จำนวน 6 ท่าน ประกอบไปด้วย

3.3.1 ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน จำนวน 3 ท่าน เป็นนายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน ศูนย์สื่อสารกรมการปกครองเขต 8 (จังหวัดสงขลา) กองการสื่อสาร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย 1 ท่าน และผู้จัดการ ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัทสามารถ คอมเทค จำกัด 2 ท่าน

3.3.2 ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ท่าน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏ

ราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด 1 ท่าน และกรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-โซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด 1 ท่าน

คัดเลือกข้อสอบที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำเป็นแบบทดสอบที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

3.3.3 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร และแบบทดสอบไปให้กับกลุ่มตัวอย่าง แต่ละท่านได้ทำการทดลองใช้และทำการทดสอบ ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม ถึงวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2555 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ ในการประมวลผลค่าทางสถิติของแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย (John W.Best. 1977) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม อยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม อยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม อยู่ในระดับ

ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม อยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม อยู่ในระดับ

ควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร เป็นไปตามสมมติฐานโดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล.

2542 : 164)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 X แทน คะแนนแต่ละจำนวน
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179)

$$\text{สูตร} \quad S.D = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน ค่าคะแนนแต่ละจำนวน
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม
 \sum แทน ผลรวมของข้อมูล

3. การหาค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สำหรับข้อมูลพื้นฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 163)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ
 N แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม โดยการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

การวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านเนื้อหา และคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ รายละเอียดค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเนื้อหาแสดงในตารางที่ 4.1 และรายละเอียดค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหา ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
1. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องพื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน ทหาร	4.33	0.58	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร	4.67	0.58	ดีมาก
5. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของสถานี แม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4	4.67	0.58	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
6. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งสถานีแม่ข่าย โมโตโรล่า รุ่น MTS4	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการทดสอบสถานีแม่ ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความชัดเจนของเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
9. ความทันสมัยของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
10. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ	4.33	0.58	ดี
11. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
12. ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.47	0.39	ดี

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีความคิดเห็นโดยแบ่งตามหัวข้อรายการที่ประเมิน ดังนี้

ด้านเนื้อหาในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.47, S.D. = 0.39 จำแนกเป็นรายข้อพบว่า 1) ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าเฉลี่ย 4.67, S.D. = 0.58 ระดับดีมาก 2) ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.00 ระดับดี 3) ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องพื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 4) ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ค่าเฉลี่ย 4.67, S.D. = 0.58 ระดับดีมาก 5) ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของสถานี แม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ค่าเฉลี่ย 4.67, S.D. = 0.58 ระดับดีมาก 6) ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ค่าเฉลี่ย 5.00 S.D. = 0.00 ระดับดีมาก 7) ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ค่าเฉลี่ย 5.00, S.D. = 0.00 ระดับดีมาก 8) ความชัดเจนของเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.00 ระดับดี 9) ความทันสมัยของเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 10) ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 11) ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 12) ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านการนำเสนอ			
1. เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม	3.67	0.58	ดี
2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ	4.00	1.00	ดี
3. การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	3.67	0.58	ดี
6. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ	4.33	0.58	ดี
7. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.19	0.64	ดี
ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และตัวอักษร			
8. ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
9. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา	3.67	0.58	ดี
10. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา	3.67	0.58	ดี
11. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ	3.67	0.58	ดี
12. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.58	ดี
13. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4.33	0.58	ดี
14. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3.67	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
16. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	3.67	0.58	ดี
17. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ	3.67	0.58	ดี
ด้านเสียงบรรยายและภาษา			
18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4.33	0.58	ดี
19. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	3.67	0.58	ดี
20. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
21. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย	3.67	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.00	0.58	ดี

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ค่าเฉลี่ย	3.90	0.52	ดี
ด้านเวลาในการนำเสนอ			
22. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	3.67	0.58	ดี
23. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.58	ดี
24. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.00	0.38	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.02	0.53	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีความคิดเห็นโดยแบ่งตามรายการที่ประเมิน ดังนี้

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.02, S.D. = 0.53 โดยแบ่งการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านการนำเสนอ ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.19, S.D. = 0.64 จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า 1) เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 2) ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 1.00 ระดับดี 3) การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม ค่าเฉลี่ย 4.67, S.D. = 0.58 ระดับดีมาก 4) ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 5) ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 6) ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 7) ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ค่าเฉลี่ย 4.67, S.D. = 0.58 ระดับดีมาก

2. ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สีและตัวอักษรในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 3.90, S.D. = 0.52 จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า 8) ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 9) ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 10) ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 11) ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 12) ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี (13) ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 14) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 15) ความเหมาะสมของสีตัวอักษร ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.00 ระดับดี 16) ความ

เหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 17) ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี

3. ด้านเสียงบรรยายและภาษาในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.58 จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า 18) ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 19) ความชัดเจนของเสียงบรรยาย ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 20) ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 21) ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี

4. ด้านเวลาในการนำเสนอในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.38 จำแนกเป็นรายข้อ พบว่า 22) ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย ค่าเฉลี่ย 3.67, S.D. = 0.58 ระดับดี 23) ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว ค่าเฉลี่ย 4.33, S.D. = 0.58 ระดับดี 24) ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด ค่าเฉลี่ย 4.00, S.D. = 0.00 ระดับดี

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เป็นผู้ทำแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียน แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ซึ่งกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม สามารถทำแบบทดสอบได้ ร้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รายการความรู้ค่าคะแนนแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร (n=20)

กลุ่มตัวอย่าง n = 20	คะแนนเต็มแบบทดสอบ (80 คะแนน)		เปอร์เซ็นต์	ผ่าน/ไม่ผ่าน
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้		
01	80	66	82.50	ผ่าน
02	80	65	81.25	ผ่าน
03	80	67	83.75	ผ่าน
04	80	68	85.00	ผ่าน
05	80	66	82.50	ผ่าน
06	80	67	83.75	ผ่าน
07	80	68	85.00	ผ่าน
08	80	68	85.00	ผ่าน
09	80	73	91.25	ผ่าน
10	80	68	85.00	ผ่าน
11	80	67	83.75	ผ่าน
12	80	67	83.75	ผ่าน
13	80	68	85.00	ผ่าน
14	80	68	85.00	ผ่าน
15	80	70	87.50	ผ่าน
16	80	69	86.25	ผ่าน
17	80	69	86.25	ผ่าน
18	80	70	87.50	ผ่าน
19	80	68	85.00	ผ่าน
20	80	67	83.75	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	80	67.95	84.94	84.94

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยใช้แบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้น โดยดูผลจากค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียน มีคะแนนเต็มแบบทดสอบ 80 คะแนน มีผู้ผ่านเกณฑ์การทดสอบจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีค่า

คะแนนเฉลี่ยที่ทำได้ 67.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.94 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยมีรายละเอียดสรุปผลการวิจัย และอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.5$)

5.1.2.2 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารที่สร้างขึ้น โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ วิศวกร บริษัทสามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 55 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ วิศวกร ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัทสามารถคอมเทค จำกัด จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือเป็น 3 ส่วน คือ

5.1.4.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร จำนวน 5 หน่วย คือ

1. ความรู้พื้นฐานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ประกอบด้วย 1) ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล (Digital Trunked Radio System) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานเปิด (Open Standards) และระบบมาตรฐานปิด (Proprietary System) 2) ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA (TETRA Digital Trunked Radio System)

2. โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วย 1) ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Mobile Switching Office : MSO) 2) สถานีแม่ข่าย (Base Station BS) 3) ระบบบริหารจัดการโครงข่าย (Network Management System : NMS) 4) ระบบสั่งการ (Dispatcher Console) 5) เครื่องลูกข่าย (Subscriber) 6) ฟังก์ชันการทำงานพื้นฐาน

3. รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ประกอบด้วย 1) เครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio : BR) 2) ชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC) 3) Radio Frequency Distribution Systems (RFDS) ซึ่งแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ Cavity Combiner, Duplexer และ Preselector 4) Power Supply Unit 5) Junction Panel 6) Fan Tray 7) ระบบสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ (Controller area network หรือ CAN Bus Cabling)

4. การติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ประกอบด้วย 1) การติดตั้งตู้ Cabinet 2) การติดตั้งเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio : BR) 3) การติดตั้งชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC) 4) การติดตั้งชุด Radio Frequency Distribution System (RFDS) 5) การติดตั้ง Power Supply Unit 6) การติดตั้งระบบกราวด์และระบบไฟฟ้ากระแสตรง บน Junction Panel 7) การติดตั้ง Fan Tray 8) การติดตั้งระบบสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ (Controller area network หรือ CAN Bus Cabling) 9) การติดตั้งระบบสื่อสารสัญญาณ แบบ E1 10) การติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนภายนอก (External Alarm) 11) การติดตั้งระบบสายอากาศ 12) การติดตั้งระบบ GPS Antenna

5. การทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 ประกอบด้วย 1) การทดสอบ ชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย (Site Controller : SC) 2) การทดสอบเครื่องรับ - ส่งสถานีแม่ข่าย (Base Radio : BR) 3) การทดสอบอุปกรณ์ผ่านทางสายนำสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ Can Bus 4) การทดสอบการเชื่อมต่อระบบสื่อสารสัญญาณแบบ E1 5) การทดสอบระบบสายอากาศและพื้นที่ให้บริการ 6) การทดสอบระบบ GPS Antenna 7) คู่มือและเอกสารที่ใช้ประกอบในการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.4.3 แบบทดสอบ เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสาร เฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ครอบคลุม วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จำนวน 80 ข้อ ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้าน เนื้อหา ที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตาม ขั้นตอนตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2555 ถึง 31 มีนาคม 2555 โดยการติดต่อขอรับหนังสือ จากคณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตและ ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหารและ แบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมและตอบแบบ ประเมินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม จำนวน 6 ท่าน ประกอบ ไปด้วย

5.1.5.1 ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน จำนวน 3 ท่าน เป็นนายช่างไฟฟ้า ชำนาญงาน ศูนย์สื่อสารกรมการปกครองเขต 8 (จังหวัดสงขลา) กองการสื่อสาร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย 1 ท่าน และผู้จัดการ ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม บริษัทสามารถ คอมเทค จำกัด 2 ท่าน

5.1.5.1 ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 1 ท่าน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงาน บุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด 1 ท่าน และกรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด 1 ท่าน

คัดเลือกข้อสอบที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่มีค่าความ สอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำเป็นแบบทดสอบที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่ม ตัวอย่างหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

5.1.5.3 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานี แม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร และแบบทดสอบไปให้กับกลุ่ม ตัวอย่าง แต่ละท่านได้ทำการทดลองใช้และทำการทดสอบ ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม ถึงวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2555 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมต่อไป

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ ในการประมวลผลค่าทางสถิติ มีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย โดยเกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

5.1.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ทางด้านเนื้อหา พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 4.47$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ($S.D. = 0.39$) เป็นไปตามสมมติฐาน

5.1.7.2 คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x} = 4.02$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ($S.D. = 0.53$) เป็นไปตามสมมติฐาน

5.1.7.3 ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โดยใช้แบบทดสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมที่สร้างขึ้น โดยดูผลจากค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียน มีคะแนนเต็มแบบทดสอบ 80 คะแนน มีผู้ผ่านเกณฑ์การทดสอบจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ทำได้ 67.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.94 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดี ด้านเทคนิคการผลิตสื่อจัดอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้ จึงสามารถนำไปใช้กับวิศวกรในบริษัทสามารถ คอมเทค จำกัด ที่ทำหน้าที่ติดตั้งและทดสอบระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม (ประสงค์ ปราณีตพลกรัง และคณะ. 2543 : 169) นั้น มีระดับคุณภาพทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.39 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม โดยวิเคราะห์เนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับและพื้นฐานของผู้เรียน

ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าค่าเฉลี่ยรวมในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.53 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ตามหลักการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ทำให้มีการจัดรูปแบบของหน้าจออย่างเหมาะสม การนำเข้าสู่เนื้อหา ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สีและตัวอักษร ด้านเสียงบรรยายและภาษา ด้านเวลาในการนำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่วางไว้คือ คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ รพีพร อรุณพราหมณ์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพในการใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.66 ส่วนทางด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยุธนา เนาวรัตน์ (2550 : 54) ได้ศึกษาคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่าคู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ค่าเท่ากับ 0.40 ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมพบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยค่าเท่ากับ 0.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพโดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งปรากฏว่าผู้รับการอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม สามารถผ่านการทดสอบ โดยดูผลจากค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังจบแต่ละบทเรียน มีคะแนนเต็มแบบทดสอบ 80 คะแนน มีผู้ผ่านเกณฑ์การทดสอบจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ทำได้ 67.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.94 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัคร พุทธ เอี่ยมอำนวย (2552 : บทคัดย่อ) ได้สร้างคู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox Docu Wide 3030 พบว่ามีประสิทธิภาพของคู่มืออิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 91.87 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ปัทมาพร พุ่มทับทิม (2550 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตาชิ รุ่น SJ200 โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและมีผลค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 88.24 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตาชิ รุ่นSJ200 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนหรือผู้ที่สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร สามารถนำไปใช้กับผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจ โดยสามารถที่จะเรียนรู้และทบทวนในหัวข้อที่ต้องการได้ทันที

5.3.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร สามารถนำไปใช้ในการอบรมภาคทฤษฎี

กับพนักงาน เพื่อให้สามารถรู้และเข้าใจได้อย่างถูกต้องในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบและรวมไปถึงส่วนของอุปกรณ์ภายในสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่ารุ่น MTS4

5.3.1.3 วิศวกร ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการออกแบบ ควบคุมการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา โมโตโรล่า รุ่น MTS4 สามารถนำ มาศึกษาบทบทวนใหม่ได้อย่างไม่จำกัด

5.3.2 ข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ควรเพิ่มเติมเนื้อหา รายละเอียดของอุปกรณ์ รายละเอียดเกี่ยวกับการติดตั้ง เช่นวิดีโอสาธิตการติดตั้ง การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อทฤษฎีและวิธีนำไปปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2.2 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบ สถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา ควรเพิ่มรูปแบบการทำงานของระบบทางด้านเทคนิค การพัฒนาระบบในปัจจุบันและการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับระบบสื่อสารพื้นฐานอื่นๆ เช่น ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้คู่กับการปฏิบัติงานและสามารถพัฒนาต่อได้

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBS. กรุงเทพฯ : สำนักงานที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการพัฒนาฝีมือแรงงาน.
- จักรพันธ์ ลังการิน. "คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการติดตั้งโปรแกรมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์สาขาธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.
- ทองฟู ศิริวงศ์. 2536. การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนพล แก้วคำแจ้ง. "โปรแกรมสอนเสริมการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์เรดแฮต 7.2." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2548.
- นिरชรา ทองธรรมชาติ และคณะ. 2544. กลยุทธ์การฝึกอบรมและวิทยากรในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพมหานคร : ลินคอร์น โพรโมชัน จำกัด.
- ประสงค์ ปราณิตพลกรัง และคณะ. 2543. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ : ธนัชการพิมพ์.
- ปัทมาพร พุ่มทับทิม. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่นSJ200." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538. วิธีการวิจัยเชิงพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัลลภ ฟองเพชร. "การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม หลักสูตรสถานีทวนสัญญาณย่านความถี่ ยูเอชเอฟ กองบริการสายการบินและท่าอากาศยานบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2545.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ. 2546. การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-learning. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพฯ.
- ภัทธิตรา เหลืองวิลาศ. 2548. คู่มือออกแบบสิ่งพิมพ์ฉบับมืออาชีพ Page Maker Acrobat Professional7. กรุงเทพฯ : สวีสวี ไอที.

- ยุทธพงษ์ จูเจริญ. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาโครงข่ายระบบสื่อสาร
สัญญาณหลักผ่านวงแหวนสายใยแก้วนำแสง กรณีศึกษา บริษัท ทีเอ ออเรนจ์ จำกัด.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิต
วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547.
- ยุธนา เนาวรัตน์. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์แนะนำการวิเคราะห์ปัญหาและซ่อมบำรุงสถานีฐาน
โทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน).” วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550.
- รพีพร อรุณพราหมณ์. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลัก 5520A.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิต
วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2552.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที.พี.พี.รินทร์.
- รศนา อัจฉะกิจ. 2535. กระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สมคิด บางโม. 2544. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดีจำกัด.
- สมชาติ กิจยรรยงและอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. 2539. เทคนิคการจัดฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ.
(ฉบับปรับปรุงใหม่) กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีโทรคมนาคม (วท.). 2550. มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่อง
โทรคมนาคมและอุปกรณ์ เรื่อง เครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ
Digital Trunked Radio. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ.
- อดิพัฒน์ เจีย. 2548. Macromedia FLASH MX 2004. กรุงเทพฯ : พีวเจอร์วิว จำกัด.
- อัศรพุทธ เอี่ยมอานวย. “คู่มืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องถ่ายแบบแปลนขนาดใหญ่ Xerox
DocuWide 3030.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. 2552.
- อุดมทรัพย์ กรรดิพนิชกุล. 2548. สร้าง E-Learning แบบ Interactive สไตล์คุณด้วย
Macromedia Captivate. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามามาน. 2530. แบบสอบถามการสร้างและใช้งาน เล่มที่ 1
คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- John W.best. 1977. "Research in Education." New York : Prentice Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ



ประกาศคณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุดมศึกษา โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2554 ให้ดำเนินการดังนี้

นายวัลลภ อากกล้า รหัสประจำตัว 50063510 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA (Computer Based Training on Installation and Commissioning the Base Station of the Tetra Digital Trunked Radio System)” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 1246

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม แผนก Trunked Radio
บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อางกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย
ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็น
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2554
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายวัลลภ อางกล้า
เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยกับภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ
โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 084-334-9644

ที่ ศธ 0524.04/ 0842



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๒ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายวัชรพงศ์ คงมนต์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อากกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย
ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็น
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหา
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ
นายวัลลภ อากกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 084-334-9644

ที่ ศร 0524.04/ 0342



คณะกรรมการอำนวยการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๑ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายอนุชา ยานะวิมุตติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อางกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสติน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอำนวยการ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายวัลลภ อางกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 084-334-9644

ที่ ศธ 0524.04/ 0842



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายประพจน์ แป้นศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อากกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายวัลลภ อากกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุธี สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 084-334-9644



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0842 วันที่ ๒๒ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วย นายวัลลภ อางกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายวัลลภ อางกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ที่ ศธ.0524.04/0842



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.สุรสิทธิ์ ไกรสิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อางกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิตอลมาตรฐาน TETRA ” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายวัลลภ อางกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 084-334-9644

ที่ ศธ 0524.04/ 0842



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๗ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายยุทธนา พงศ์พุกษชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านเทคนิคผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวัลลภ อางกล้า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน TETRA" โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายวัลลภ อางกล้า มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร 084-334-9644

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย
ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน

1. นายวัชรพงศ์ คงมนต์ ตำแหน่งนายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน ศูนย์สื่อสารกรมการปกครอง เขต ๘ (จังหวัดสงขลา) กองการสื่อสาร กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย
2. นายอนุชา ยานะวิมุติ ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม แผนก Trunked Radio บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด
3. นายประพจน์ แป้นศรี ตำแหน่งผู้จัดการอาวุโสส่วน ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม แผนก Trunked Radio บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน

1. ผศ.ดร. ศิริรัตน์ เพชรแสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. สุรสิทธิ์ ไกรสิน อาจารย์ประจำและหัวหน้างานบริหารงานบุคคล มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด
3. นายยุทธนา พงศ์พฤกษ์ชาติ กรรมการผู้จัดการ บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมด้านเนื้อหา

ตารางที่ ข 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้ง และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

รายการประเมิน	N1	N2	N3	\bar{X}	S.D	ระดับ คุณภาพ
1. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของการเรียงลำดับเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องพื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
5. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความถูกต้องของเนื้อหา เรื่องการทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความชัดเจนของเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
9. ความทันสมัยของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
10. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ	5	4	4	4.33	0.58	ดี
11. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้กับเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
12. ความถูกต้องของภาษาอังกฤษที่ใช้กับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.50	4.42	4.50	4.47	0.39	ดี

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตารางที่ ค 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานทหาร

รายการประเมิน	N1	N2	N3	\bar{X}	S.D	ระดับ คุณภาพ
ด้านการนำเสนอ						
1. เทคนิคการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย อบรม	4	3	4	3.67	0.58	ดี
2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ	3	5	4	4.00	1.00	ดี
3. การนำเสนอภาพเหมาะสมกับหน่วยการอบรม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยอบรม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	3	4	4	3.67	0.58	ดี
6. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
7. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยอบรม	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.86	4.29	4.43	4.19	0.64	ดี
ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และ ตัวอักษร						
8. ภาพนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
9. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา	3	4	4	3.67	0.58	ดี
10. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา	4	3	4	3.67	0.58	ดี
11. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ	3	4	4	3.67	0.58	ดี
12. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4	5	4	4.33	0.58	ดี
13. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4	4	5	4.33	0.58	ดี
14. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3	4	4	3.67	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00	ดี
16. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4	4	3	3.67	0.58	ดี
17. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ	3	4	4	3.67	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.60	4.00	4.10	3.90	0.52	ดี
ด้านเสียงบรรยายและภาษา						
18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
19. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	3	4	4	3.67	0.58	ดี

ตารางที่ ค 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	N1	N2	N3	\bar{X}	S.D	ระดับ คุณภาพ
20. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
21. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อ ความหมาย	3	4	4	3.67	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.50	4.25	4.25	4.00	0.58	ดี
ด้านเวลาในการนำเสนอ						
22. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	3	4	4	3.67	0.58	ดี
23. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ ภาพเคลื่อนไหว	4	5	4	4.33	0.58	ดี
24. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ เนื้อหาทั้งหมด	4	4	4	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	3.67	4.33	4.00	4.00	0.38	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.66	4.22	4.19	4.02	0.53	ดี

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องข้อความกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

ตารางที่ ง 1 ผลการพิจารณาแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ

ลำดับที่	วัตถุประสงค์ หน่วยที่	แบบทดสอบ หน่วยที่/ข้อ	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่1	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่2	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่3	$\sum R$	IOC	สรุปผล
1	1	1/1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1/2	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
3	1	1/3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
4	1	1/4	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
5	1	1/5	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
6	1	1/6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1/7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1/8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1/9	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
10	1	1/10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1/11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1/12	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
13	1	1/13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1/14	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
15	1	1/15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	1	1/16	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
17	1	1/17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
18	1	1/18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1/19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1/20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1/21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1/22	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
23	1	1/23	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
24	1	1/24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1/25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	2	2/1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
27	2	2/2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	2	2/3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
29	2	2/4	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ ง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	วัตถุประสงค์ หน่วยที่	แบบทดสอบ หน่วยที่/ข้อ	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่1	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่2	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่3	$\sum R$	IOC	สรุปผล
30	2	2/5	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
31	2	2/6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	2	2/7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
33	2	2/8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
34	2	2/9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
35	2	2/10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
36	3	3/1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
37	3	3/2	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
38	3	3/3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
39	3	3/4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
40	3	3/5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
41	3	3/6	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
42	3	3/7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
43	3	3/8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
44	3	3/9	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
45	3	3/10	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
46	4	4/1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
47	4	4/2	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
48	4	4/3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
49	4	4/4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
50	4	4/5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
51	4	4/6	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
52	4	4/7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
53	4	4/8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
54	4	4/9	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
55	4	4/10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
56	4	4/11	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
57	4	4/12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
58	4	4/13	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
59	4	4/14	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ ง 1 (ต่อ)

ลำดับที่	วัตถุประสงค์ หน่วยที่	แบบทดสอบ หน่วยที่/ข้อ	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่1	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่2	ผู้ทรงคุณวุฒิ ท่านที่3	$\sum R$	IOC	สรุปผล
60	4	4/15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
61	5	5/1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
62	5	5/2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
63	5	5/3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
64	5	5/4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
65	5	5/5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
66	5	5/6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
67	5	5/7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
68	5	5/8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
69	5	5/9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
70	5	5/10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
71	5	5/11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
72	5	5/12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
73	5	5/13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
74	5	5/14	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
75	5	5/15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
76	5	5/16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
77	5	5/17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
78	5	5/18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
79	5	5/19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
80	5	5/20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบหลังการอบรม

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

แบบทดสอบหน่วยที่ 1

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ

แบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา

หน่วยที่ 1 พื้นฐานเกี่ยวกับระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานเทตรา

คำชี้แจงให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน

แบบทดสอบ

1. ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล สามารถแยกออกตามระบบมาตรฐานการยอมรับได้กี่มาตรฐาน

ก. 1 มาตรฐาน	ข. 2 มาตรฐาน
ค. 3 มาตรฐาน	ง. 4 มาตรฐาน
2. ระบบมาตรฐานเปิด (Open Standards) หมายถึง

ก. เทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลจากผู้ผลิตหลายๆ รายรวมกลุ่มกัน	ข. เทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลที่สามารถนำอุปกรณ์จากผู้ผลิตหลายๆ ราย มาใช้ร่วมกันในระบบ
ค. ระบบมาตรฐานที่ได้รับความร่วมมือจากองค์กรรับรองมาตรฐานสากลและผู้ผลิตหลายๆ ราย รวมกลุ่มกัน	ง. ถูกทุกข้อ
3. เทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล แบบระบบมาตรฐานเปิด แบ่งออกเป็นกี่เทคโนโลยี

ก. 2 เทคโนโลยี	ข. 3 เทคโนโลยี
ค. 4 เทคโนโลยี	ง. 5 เทคโนโลยี
4. TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) หรือเทตรา เป็นเทคโนโลยีของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ที่ถูกพัฒนาและรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานใด

ก. Federal Communications Commission (FCC)	ข. International Telecommunication Union: (ITU)
ค. European Telecommunications Standards Institute (ETSI)	ง. Telecommunications Industry Association (TIA)

5. APCO-25 (Association of Public Safety Communication Officials - Project 25) เป็นเทคโนโลยี

ของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ที่ถูกพัฒนาและรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานใด

- ก. Federal Communications Commission (FCC)
- ข. International Telecommunication Union: (ITU)
- ค. European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
- ง. Telecommunications Industry Association (TIA)

6. เทคโนโลยีมาตรฐาน APCO-25 มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด

- ก. TDMA
- ข. FDMA
- ค. CDMA
- ง. TDMA/FDMA

7. DMR (Digital Mobile Radio) เป็นเทคโนโลยีของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ที่ถูกพัฒนาและรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานใด

- ก. Federal Communications Commission (FCC)
- ข. International Telecommunication Union: (ITU)
- ค. European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
- ง. Telecommunications Industry Association (TIA)

8. เทคโนโลยีมาตรฐาน DMR มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด

- ก. TDMA
- ข. FDMA
- ค. CDMA
- ง. TDMA/FDMA

9. เทคโนโลยี TDMA ที่นำเข้ามาใช้ในระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐาน DMR มีการเข้าถึงช่องสัญญาณโดยแบ่งออกเป็นกี่ Time slot

- ก. 2 time slot
- ข. 4 time slot
- ค. 8 time slot
- ง. 32 time slot

10. ข้อใดต่อไปนี่ที่ไม่ใช่ความหมายของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล แบบระบบปิด (Proprietary System)

- ก. ระบบกรรมสิทธิ์
- ข. เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ผลิต
- ค. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาสามารถใช้ได้เฉพาะระบบของผู้ผลิตแต่ละรายเท่านั้น
- ง. เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับมาตรฐานในระดับสากล

11. iDEN (integrated Enhanced Digital Network) เป็นเทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล ที่พัฒนาขึ้นจากผู้ผลิตรายใด

- ก. Motorola
- ข. Nokia

- ค. ComNet Ericsson ง. Tyco Electronic
12. เทคโนโลยี iDEN มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด
- ก. TDMA ข. FDMA
- ค. CDMA ง. TDMA/FDMA
13. การเข้าถึงช่องสัญญาณแบบแบ่งช่องตามเวลาในความถี่ที่ 25 MHz ของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน iDEN แบ่งออกเป็นกี่ Time slot
- ก. 4 time slot ข. 6 time slot
- ค. 8 time slot ง. 32 time slot
14. แล้วย่านความถี่ใดที่ถูกกำหนดให้ใช้งานในเทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน iDEN
- ก. 400 MHz ข. 800 MHz
- ค. 900 MHz ง. 1200 MHz
15. เทคโนโลยี EDACS มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด
- ก. TDMA ข. FDMA
- ค. CDMA ง. TDMA/FDMA
16. แล้วย่านความถี่ใดต่อไปนี่ที่ไม่ได้ถูกกำหนดให้ใช้งานในเทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน EDACS
- ก. VHF-UHF MHz ข. 800 MHz
- ค. 900 MHz ง. 1200 MHz
17. ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน Open Sky มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด
- ก. TDMA ข. FDMA
- ค. CDMA ง. TDMA/FDMA
18. แล้วย่านความถี่ใดต่อไปนี่ที่ถูกกำหนดให้ใช้งานในเทคโนโลยีระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน Open Sky
- ก. 700 MHz
- ข. 800 MHz
- ค. AMPS
- ง. ถูกทุกข้อ

19. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดหลักของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานทหาร
- Air interface
 - Inter-System Interface (ISI)
 - Terminal Equipment Interface (TEI)
 - ถูกทุกข้อ
20. เทคโนโลยีมาตรฐานทหาร มีการใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงช่องสัญญาณแบบใด
- TDMA
 - FDMA
 - CDMA
 - TDMA/FDMA
21. เทคโนโลยีมาตรฐานทหาร มีความกว้างของช่องสัญญาณ (Bandwidth) อยู่ที่เท่าไร
- 6.5 KHz
 - 12.5 KHz
 - 25 KHz
 - ถูกทุกข้อ
22. ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร มีโครงสร้างการแบ่งเวลาในแต่ละช่วง ในทุกๆ 4 time slots โดยถูกกำหนดให้ใช้งานสำหรับผู้ใช้งานเรียกว่าอะไร
- Time Frame
 - TDMA Frame
 - Multi frame
 - Hyper frame
23. เหตุใดสถานีแม่ข่ายในระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร จึงส่งสัญญาณควบคุมตลอดเวลา
- เพื่อใช้เป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย
 - เพื่อใช้เป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับเครื่องลูกข่าย
 - เพื่อใช้เป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ระหว่างสถานีแม่ข่ายกับสถานีแม่ข่าย
 - ถูกทุกข้อ
24. เทคโนโลยีมาตรฐานทหารใช้หลักการการมอดูเลตแบบใด
- C4FM
 - CQPSK
 - 4FSK
 - $\pi/4$ DQPSK
25. หน่วยงานระหว่างประเทศหน่วยงานใดที่มีหน้าที่กำหนดและจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยีมาตรฐานทหาร
- Federal Communications Commission (FCC)
 - International Telecommunication Union: (ITU)
 - European Telecommunications Standards Institute (ETSI)
 - Telecommunications Industry Association (TIA)

แบบทดสอบหน่วยที่ 2

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ
แบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา

หน่วยที่ 2 โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐาน
เททรา

คำชี้แจง ให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน
แบบทดสอบ

1. อุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักสำคัญในระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล มาตรฐานเททราหมายถึง
ส่วนของอุปกรณ์ใด
 - ก. เครื่องลูกข่าย (Subscriber)
 - ข. สถานีแม่ข่าย (Base Station : BS)
 - ค. ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย (Mobile Switching Office : MSO)
 - ง. ระบบบริหารจัดการโครงข่าย (Network Management System : NMS)
2. ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่ายทำหน้าที่อย่างไรในระบบ
 - ก. แพร่กระจายสัญญาณและและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
 - ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
 - ค. ฝ้าดูสถานะของอุปกรณ์และปริมาณการใช้งานในโครงข่าย
 - ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้
3. สถานีแม่ข่ายทำหน้าที่อย่างไรในระบบ
 - ก. แพร่กระจายสัญญาณและและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
 - ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
 - ค. ฝ้าดูสถานะของอุปกรณ์และปริมาณการใช้งานในโครงข่าย
 - ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้
4. ระบบบริหารจัดการโครงข่ายทำหน้าที่อย่างไรในระบบ
 - ก. แพร่กระจายสัญญาณและและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
 - ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
 - ค. ฝ้าดูสถานะของอุปกรณ์และปริมาณการใช้งานในโครงข่าย
 - ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้

5. ระบบสั่งการทำหน้าที่อย่างไรในระบบ

- ก. แพร่กระจายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
- ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
- ค. ฝ้าดูสถานะของอุปกรณ์และปริมาณการใช้งานในโครงข่าย
- ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้

6. เครื่องลูกข่ายทำหน้าที่อย่างไรในระบบ

- ก. แพร่กระจายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
- ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
- ค. ติดต่อสื่อสารสัญญาณเสียงและข้อมูลกับสถานีแม่ข่าย
- ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้

7. เครื่องลูกข่ายสามารถแบ่งออกได้กี่แบบ

- ก. 1 แบบ
- ข. 2 แบบ
- ค. 3 แบบ
- ง. 4 แบบ

8. Group Call หมายถึงอะไร

- ก. การเรียกแบบกลุ่ม
- ข. การเรียกแบบประกาศ
- ค. การเรียกแบบส่วนบุคคล
- ง. ถูกทุกข้อ

9. การให้บริการด้านเสียงรูปแบบใดที่ระบบจะให้ความสำคัญมากที่สุด

- ก. การเรียกแบบส่วนบุคคล
- ข. การเรียกแบบกลุ่ม
- ค. การเรียกแบบฉุกเฉิน
- ง. การเรียกแบบประกาศ

10. การให้บริการด้านข้อมูล (data service) ระบบสามารถให้บริการด้านใดบ้าง

- ก. การส่งข้อความสั้น
- ข. การส่งข้อมูลแบบ Packet data
- ค. การส่ง Email & Fax
- ง. ถูกทุกข้อ

แบบทดสอบหน่วยที่ 3

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ
แบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

หน่วยที่ 3 โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

คำชี้แจงให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน
แบบทดสอบ

1. การทำงานของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 จะถูกควบคุมการทำงานจากชุดควบคุมสถานีแม่ข่ายผ่านทางวิธีการเชื่อมต่อแบบใด
 - ก. สาย Service cable
 - ข. Service Connector Box
 - ค. Internet Link
 - ง. Ethernet cabling แบบ 100Base-T
2. Service Port บนเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 มีไว้เพื่อจุดประสงค์ใด
 - ก. ใช้เป็น Port ควบคุมที่มากจากชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย
 - ข. ใช้ในการ สั่งการและตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง
 - ค. ใช้ในการ Remote site จาก MSO
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. หน้าที่ของชุดควบคุมสถานีแม่ข่ายในสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 มีหน้าที่อย่างไร
 - ก. เชื่อมต่อระหว่าง ศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่ายเข้ากับอุปกรณ์เครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่าย
 - ข. เชื่อมต่อสัญญาณเสียงและข้อมูลระหว่างสถานีแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
 - ค. แพร่กระจายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์ในศูนย์ควบคุมสถานีแม่ข่าย
 - ง. สื่อสารสั่งการและจัดระเบียบการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้
4. ในกรณีที่สถานีแม่ข่ายไม่สามารถติดต่อกับศูนย์ควบคุม (MSO) ได้ ชุดควบคุมสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่อย่างไรเพื่อให้สถานีแม่ข่ายสามารถให้บริการต่อไปได้
 - ก. Direct Mote
 - ข. Local Site Trunking
 - ค. Wide Trunking
 - ง. Group Call

แบบทดสอบหน่วยที่ 4

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ
แบบดิจิทัลมาตรฐานเททรา

หน่วยที่ 4 การติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

คำชี้แจงให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน
แบบทดสอบ

- ในกรณีที่มีการติดตั้งทั้งหมด 4 Base Radio ต่อ Cabinet ความน้ำหนักรองรับของ Floor Loading เท่าไร

ก. 286 kg/sq meter	ข. 354 kg/sq meter
ค. 421 kg/sq meter	ง. 450 kg/sq meter
- ข้อควรคำนึงในการติดตั้ง อุณหภูมิภายในห้องในกรณีที่ไม่ได้มีการติดตั้งพัดลมระบายความร้อน หรือ Fan Tray ควรค่าไม่ควรเกินกี่องศาเซลเซียส

ก. 25 องศาเซลเซียส	ข. 35 องศาเซลเซียส
ค. 55 องศาเซลเซียส	ง. 60 องศาเซลเซียส
- สถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 สามารถติดตั้งชุดควบคุมสถานีแม่ข่าย ได้ทั้งหมดกี่ชุดต่อ Cabinet

ก. 1 ชุด	ข. 2 ชุด
ค. 3 ชุด	ง. 4 ชุด
- สถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 สามารถติดตั้ง เครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายได้ทั้งหมดกี่ชุดต่อ Cabinet

ก. 1 ชุด	ข. 2 ชุด
ค. 3 ชุด	ง. 4 ชุด
- ในกรณีที่ต้องการติดตั้งระบบสายนำสัญญาณความถี่วิทยุ RF ที่สามารถให้ความถี่ทั้งภาครับและภาคส่งออกสู่อากาศเพียงชุดเดียวควรติดตั้งอุปกรณ์ใด

ก. Cavity Combiner	ข. Duplexer
ค. Preselector	ง. Pos filter

13. เหตุใดจึงต้องมีการติดตั้ง Surge arrestor ช่วงระหว่างสายนำสัญญาณและสถานีแม่ข่าย

- ก. เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากไฟกระชากจากฟ้าผ่า
- ข. เพื่อกรองคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากชุดสถานีแม่ข่าย
- ค. เพื่อป้องกันชุดสายอากาศได้รับความเสียหายจากฟ้าผ่า
- ง. ถูกทุกข้อ

14. Connector สำหรับ GPS Antenna ที่ติดตั้งบน Junction Panel ของสถานีแม่ข่าย เป็น Connector ชนิดใด

- ก. ชนิด N-Type Male
- ข. ชนิด N-Type Female
- ค. ชนิด DIN 7-16 Male
- ง. ชนิด DIN 7-16 Female

15. การติดตั้ง GPS Antenna ควรติดตั้งให้รับมุมในที่โล่งอย่างน้อยกี่องศา

- ก. 10 องศา
- ข. 45 องศา
- ค. 90 องศา
- ง. 180 องศา

แบบทดสอบหน่วยที่ 5

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจ
แบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

หน่วยที่ 5 การทดสอบ สถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4

คำชี้แจงให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย (X) ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงใน
แบบทดสอบ

1. ในการทดสอบสถานีแม่ข่าย โมโตโรล่า รุ่น MTS4 คำว่า “MMI” หมายถึงอะไร
 - ก. ชุดคำสั่งสำหรับสถานีแม่ข่าย MTS4
 - ข. Commands สำหรับใช้ในการกำหนดค่า
 - ค. Commands สำหรับใช้ในการทดสอบ
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. การใช้ชุดคำสั่ง MMI ในการกำหนดค่าและการทดสอบระบบต้องใช้ผ่านโปรแกรมที่มีชื่อว่าอะไร
 - ก. BTS Service Software
 - ข. Man-Machine Interface
 - ค. Service Terminal
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ใดที่สามารถใช้นำมาทดสอบภาครับและภาคส่งของสถานีแม่ข่าย
 - ก. E1 Tester
 - ข. Watt Meter
 - ค. Service Terminal
 - ง. TETRA Analyzer
4. เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ใดที่สามารถใช้นำมาทดสอบระบบกำลังส่งออกอากาศ
 - ก. E1 Tester
 - ข. Watt Meter
 - ค. Service Terminal
 - ง. Site Master Cable and Antenna Analyzer
5. เครื่องมือทดสอบอุปกรณ์ใดที่สามารถใช้นำมาทดสอบระบบสื่อสารสัญญาณ
 - ก. E1 Tester
 - ข. Watt Meter
 - ค. Service Terminal

ค. แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ภายในและส่วนเชื่อมโยงของระบบ
ง. ถูกทุกข้อ

14. ชุด IP Address 10.0.253.12 หมายถึงชุด IP ของอุปกรณ์ใด

- ก. Site Controller 1
- ข. Site Controller 2
- ค. Base Radio 1
- ง. Base Radio 2

15. การใช้ชุดคำสั่ง “get fwd_pwr” เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

- ก. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ข. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายที่ส่งผ่านออกอากาศ
- ค. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ง. แสดงค่า VSWR

16. การใช้ชุดคำสั่ง “get ref_pwr” เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

- ก. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ข. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายที่ส่งผ่านออกอากาศ
- ค. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ง. แสดงค่า VSWR

17. การใช้ชุดคำสั่ง “get vswr” เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

- ก. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ข. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายที่ส่งผ่านออกอากาศ
- ค. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ง. แสดงค่า VSWR

18. การใช้ชุดคำสั่ง “dpm 1 get fwd_power” เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

- ก. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ข. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายที่ส่งผ่านออกอากาศทั้งระบบ
- ค. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ง. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายทั้งระบบ

19. การใช้ชุดคำสั่ง “dpm 1 get rev_power” เป็นชุดคำสั่งที่ใช้แสดงถึงอะไร

- ก. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ข. แสดงค่ากำลังส่งของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายที่ส่งผ่านออกอากาศทั้งระบบ
- ค. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายแต่ละชุด
- ง. แสดงค่ากำลังส่งย้อนกลับของเครื่องรับ-ส่งสถานีแม่ข่ายทั้งระบบ

20. การใช้ชุดคำสั่ง "status sc" เพื่อแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อระบบสื่อสารสัญญาณ E1 ที่สามารถเชื่อมต่อได้ จะแสดงอย่างไร

- ก. Site Status: Wide Trunking (SecurityClass1)
- ข. Site Status: No Trunking - Site Failsoft (SecurityClass1)
- ค. Site Link State: DOWN
- ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบทดสอบ

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่าย ระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะ
กิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

เฉลยข้อสอบ

หน่วยที่1

1. ข 2. ง 3. ก 4. ค 5. ง 6. ข 7. ค 8. ก 9. ก 10. ง
11. ก 12. ก 13. ข 14. ข 15. ข 16. ง 17. ก 18. ง 19. ง 20. ก
21. ค 22. ข 23. ก 24. ง 25. ข

หน่วยที่2

1. ค 2. ข 3. ก 4. ค 5. ง 6. ค 7. ข 8. ก 9. ค 10. ง

หน่วยที่3

1. ง 2. ข 3. ก 4. ข 5. ก 6. ข 7. ค 8. ง 9. ค 10. ข

หน่วยที่4

1. ง 2. ค 3. ข 4. ง 5. ข 6. ค 7. ข 8. ค 9. ค 10. ก
11. ข 12. ง 13. ก 14. ข 15. ก

หน่วยที่5

1. ง 2. ก 3. ง 4. ข 5. ก 6. ง 7. ค 8. ก 9. ง 10. ข
11. ก 12. ค 13. ข 14. ง 15. ก 16. ก 17. ง 18. ข 19. ง 20. ก

ตารางที่ จ 1 ผลค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังการอบรม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสาร เฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร (n=20)

จำนวนข้อ	คนที่	กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน																			
	หน่วยที่/ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1/01	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1/02	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	1/03	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
4	1/04	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
5	1/05	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
6	1/06	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1/07	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1/08	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
9	1/09	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1/10	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1/11	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
12	1/12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1/13	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1/14	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
15	1/15	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ จ 1 (ต่อ)

จำนวนข้อ	คนที่	กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน																			
	หน่วยที่/ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	1/16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1/17	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
18	1/18	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1/19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
20	1/20	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1/21	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1/22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
23	1/23	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
24	1/24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
25	1/25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
26	2/01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
27	2/02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
28	2/03	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	2/04	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	2/05	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
31	2/06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	2/07	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1

ตารางที่ จ 1 (ต่อ)

จำนวนข้อ	คนที่	กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน																			
	หน่วยที่/ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
33	2/08	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
34	2/09	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
35	2/10	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
36	3/01	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
37	3/02	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
38	3/03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	3/04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
40	3/05	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
41	3/06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	3/07	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
43	3/08	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
44	3/09	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	3/10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
46	4/01	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	4/02	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
48	4/03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
49	4/04	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0

ตารางที่ จ 1 (ต่อ)

จำนวนข้อ	คนที่	กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน																			
	หน่วยที่/ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	4/05	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
51	4/06	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
52	4/07	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
53	4/08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
54	4/09	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
55	4/10	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
56	4/11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
57	4/12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
58	4/13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
59	4/14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
60	4/15	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
61	5/01	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
62	5/02	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
63	5/03	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
64	5/04	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
65	5/05	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
66	5/06	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

ตารางที่ จ 1 (ต่อ)

จำนวนข้อ	คนที่	กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน																			
	หน่วยที่/ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
67	5/07	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
68	5/08	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
69	5/09	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
70	5/10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
71	5/11	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
72	5/12	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
73	5/13	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
74	5/14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
75	5/15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
76	5/16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
77	5/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
78	5/18	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
79	5/19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
80	5/20	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1

ตารางที่ จ 1 (ต่อ)

คะแนนรวมรายคน	66	65	67	68	66	67	68	68	73	68	67	67	68	68	70	69	69	70	68	67
เปอร์เซ็นต์ที่ได้รายคน	82.5	81.25	83.75	85	82.5	83.75	85	85	91.25	85	83.75	83.75	85	85	87.5	86.25	86.25	87.5	85	83.75
เกณฑ์ (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	67.95																			
เฉลี่ยร้อยละ	84.94																			

ภาคผนวก ฉ

คู่มือแนะนำการใช้งานใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่องการติดตั้ง
และการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัล
มาตรฐานทหาร

คู่มือแนะนำการใช้งาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมเรื่อง การติดตั้งและการทดสอบสถานีแม่ข่ายระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver โปรแกรม Macromedia Flash โปรแกรมตกแต่งภาพ โดยบรรจุลงบนแผ่น CD-ROM ซึ่งในเนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้คือ ความรู้พื้นฐานระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบวิทยุสื่อสารเฉพาะกิจแบบดิจิทัลมาตรฐานทหาร โครงสร้างและองค์ประกอบของสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 การติดตั้งสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 การทดสอบสถานีแม่ข่ายโมโตโรล่า รุ่น MTS4 และแบบทดสอบหลังการอบรมภายในแต่ละหน่วย

เมื่อนำซีดีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรมไปใช้งานโดยการใส่ในช่อง CD-Rom Reader ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้เปิดไฟล์ คำว่า “Intro.html” จะแสดงหน้าเมนูหลักประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ ๑



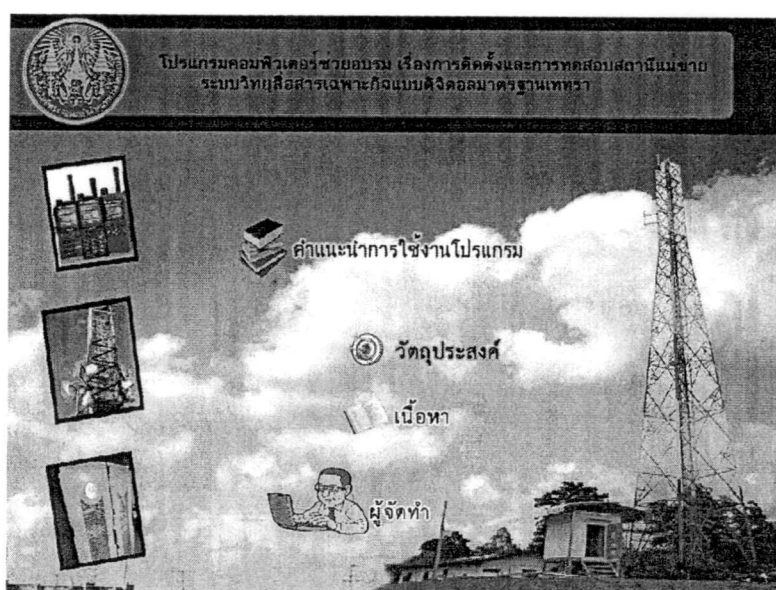
ภาพที่ ๑ หน้าเมนูหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อต้องการดูคำแนะนำการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ทำได้โดยคลิกที่เมนู
“คำแนะนำการใช้งานโปรแกรม”



ภาพที่ ๒ เมนูการเข้าดูคำแนะนำการใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อต้องการดูวัตถุประสงค์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ทำได้โดยคลิกที่เมนู
“วัตถุประสงค์”



ภาพที่ ๓ เมนูการเข้าดูวัตถุประสงค์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อต้องการดูเนื้อหาทั้งหมดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ทำได้โดยคลิกที่เมนู “เนื้อหา”



ภาพที่ ๔ เมนูการเข้าดูเนื้อหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อเปิดเมนูเนื้อหา จะประกอบไปด้วยหน่วยการอบรม จำนวน 5 หน่วย เมื่อต้องการศึกษาเรื่องใด สามารถทำการคลิกเข้าแต่ละเมนู และเมื่อต้องการกลับหน้าแรกก็สามารถคลิกที่ “หน้าแรก”



ภาพที่ ๕ เมนูแต่ละหน่วยการอบรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อต้องการทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการอบรม ทำได้โดยคลิกที่เมนูแบบทดสอบ
ในแต่ละหน่วยการอบรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม



ภาพที่ ๖ เมนูการเข้าทำแบบทดสอบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

เมื่อต้องการดูประวัติผู้จัดทำ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม ทำได้โดยคลิกที่เมนู
“ผู้จัดทำ”



ภาพที่ ๗ เมนูการเข้าดูประวัติผู้จัดทำ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวัลลภ อากกล้า
วัน-เดือน-ปีเกิด	23 มกราคม 2523
ภูมิลำเนา	136/3 หมู่ 9 ตำบลหนองฉิม อำเภอนีนสง่า จังหวัดชัยภูมิ 36130
สถานที่ทำงาน	บริษัท สามารถคอมเทค จำกัด 99/2 หมู่ 4 อาคารซอฟต์แวร์ปาร์ค ชั้น 34 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลคลองเกลือ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
ตำแหน่ง	วิศวกร ฝ่ายที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม แผนก Trunked Radio
ประวัติการศึกษา	
ปีการศึกษา 2547	ค.อ.บ. สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2554	ค.อ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง