

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง หลักการเบื้องต้น เอ็ด ดี เอช

WEB-BASED INSTRUCTION ON SYNCHRONOUS DIGITAL  
HIERARCHY FUNDAMENTAL

สมศักดิ์ จันทร์มณี  
SOMSAK JANMANEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสีกสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

WEB – BASED INSTRUCTION ON SYNCHRONOUS DIGITAL  
HIERARCHY FUNDAMENTAL

สมศักดิ์ จันทร์มณี

SOMSAK JANMANEE

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....

74896

15 ต.ค. 2550

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

พ.ศ.2550

**WEB – BASED INSTRUCTION ON SYNCHRONOUS DIGITAL  
HIERARCHY FUNDAMENTAL**

**SOMSAK JANMANEE**

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

**2007**

**COPYRIGHT 2007**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้น
	เอส ดี เอช
ชื่อนักศึกษา	นายสมศักดิ์ จันทรมณี
รหัสประจำตัว	45063309
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80/80

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จำนวน 4 บทเรียน ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาแต่ละบทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ โดยนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นพนักงานช่าง และวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 20 คน โดยระหว่างการทดลองให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและหลังจากนั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้งหนึ่ง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.25/81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

<b>Thesis Title</b>	Web-Based Instruction on Synchronous Digital Hierarchy Fundamental
<b>Student</b>	Mr. Somsak Janmanee
<b>Student ID.</b>	45063309
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2007
<b>Thesis Advisor</b>	Associate Professor Dr.Surasit Ratri
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Associate Professor Peerawut Suwanjan

### **ABSTRACT**

The purposes of this research were to develop and determine the efficiency of web-based instruction on Synchronous Digital Hierarchy Fundamental . The hypothesis of the study was that the web-based instruction could be used efficiently as an instruction according to the criterion ( $E1/E2 = 80/80$ ).

The instruction consisted of four lessons, covering all behavioral objectives of the content lesson, the practices, and the test. 20 technicians and engineers of the telecommunication department at the Provincial Electrical Authority were used as the sample of the study. The sample was asked to finish the practices during instruction and to take the test at the end of the study. Data were collected and analyzed to determine the efficiency of the instruction.

The findings showed that the efficiency of the web-base instruction on synchronous digital hierarchy fundamental was 82.25/81.63 which met the criterion ( $E1/E2 = 80/80$ ).

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ตรี เตรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทาง รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ และ รศ.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด คุณประเสริฐ เรืองหนู คุณสมร การเกษ คุณภรดา สุขอึ้ง คุณสุกัศ อินทร์ขาว คุณสรารุช บัวชม ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของบทเรียน ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนในการศึกษามาตลอด ตลอดจน ญาติ พี่-น้อง ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทองสุข ยอคมณี นายสุภัทร ไชยเพชร และเพื่อนๆ ที่ได้กล่าวถึงที่ได้ช่วยติดต่อให้ข้อมูลข่าวสารที่จำเป็น และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและเพื่อนๆ พนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

สมศักดิ์ จันทร์มณี

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เนื้อหาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เอส ดี เอช.....	6
2.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	19
2.3 องค์ประกอบของบทเรียน.....	21
2.4 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	25
2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	33
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	36
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	36
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	36
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	46
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	48

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
4.1 ผลการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	50
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และ ข้อเสนอแนะ.....	53
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	53
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	53
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	53
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	54
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	55
5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	57
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์เนื้อหา.....	63
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพสื่อ.....	67
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	73
ภาคผนวก ง ข้อมูล และผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียน.....	98
ภาคผนวก ฉ หนังสือราชการ.....	104
ประวัติผู้เขียน.....	114

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 Byte ต่างๆ ในส่วน โอเวอร์เฮด (Overhead).....	16
4.1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	52
ก.1 การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแบบทดสอบ โดยจัดลำดับความสำคัญตาม พฤติกรรมเชิงความรู้.....	65
ก.2 การหาจำนวนข้อของแบบทดสอบ ซึ่งหาจากคะแนนความสำคัญของเนื้อหา.....	66
ง.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต.....	86
ง.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	87
ง.3 ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน.....	88
ง.4 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	89
ง.5 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามความเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	90
ง.6 ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .....	93
ง.7 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบ และค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณ ค่าความแปรปรวน.....	96

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ปัญหาการทำ Drop & Insert ในระบบ PDH .....	8
2.2 มาตรฐาน PDH ที่มีใช้งานในปัจจุบัน.....	8
2.3 โครงสร้างของ STM- 1 Frame.....	11
2.4 โครงสร้างของ AU-4 และ VC-4.....	12
2.5 Regenerator Section Overhead และ Multiplex Section Overhead.....	12
2.6 โครงสร้างการ Multiplex ในระบบ SDH.....	13
2.7 Path ในการ Multiplex จาก 34 Mbit/s เป็น STM-1.....	15
2.8 Path ในการ Multiplex จาก 2 Mbit/s เป็น STM-1.....	15
2.9 ลักษณะโดยรวมของ STM-1 Overhead.....	16
2.10 POH ของ VC-3/4 และ VC-11/12.....	17
2.11 วิธีการบ่งชี้ (Pointer) ในชั้น Mapping ของ C-3.....	18
2.12 โครงสร้างเครือข่าย SDH.....	19
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	42
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นรัฐวิสาหกิจด้านสาธารณูปโภคแห่งหนึ่ง มีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งคือ ผลิต จัดให้ได้มา จัดส่ง และจัดจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า แก่ประชาชน ธุรกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในเขตจำหน่าย 73 จังหวัดทั่วประเทศไทย ยกเว้น กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ (พ.ร.บ.การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2503) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 510,000 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 99 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ มีผู้ใช้บริการประมาณ 12.4 ล้านราย มีหน่วยงานที่ให้บริการผู้ใช้ไฟอยู่ทุกภาคของประเทศ โดยในแต่ละภาคแบ่งเป็น 3 เขต รวมเป็น 12 เขต และภายในแต่ละเขตยังแบ่งเป็นการไฟฟ้าจังหวัด การไฟฟ้าอำเภอ การไฟฟ้าตำบล และการไฟฟ้าประจำเขตอุตสาหกรรม ตามแผนวิสาหกิจของไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ฉบับที่ 5 (ปรับปรุงสำหรับปี 2547-2549) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ไว้ว่า “การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นองค์กรชั้นนำของภูมิภาคที่ได้มาตรฐานระดับสากล” มีความสามารถในการแข่งขัน ประกอบธุรกิจพลังงาน และ ธุรกิจบริการ และได้กำหนดภารกิจ ไว้ดังนี้ “จัดหาและบริการพลังงานไฟฟ้าและธุรกิจเกี่ยวเนื่อง ทั้งในประเทศและประเทศข้างเคียงได้ตามมาตรฐานสากล เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจทั้งด้านคุณภาพของสินค้าและบริการ โดยพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องมีการบริหารการจัดการเชิงธุรกิจที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสภาพตลาด และพร้อมสำหรับการแข่งขันทางธุรกิจ” ดังนั้น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจึงมีหน่วยงานต่างๆ หลายด้านเพื่อสนับสนุนงานบริการทางด้านธุรกิจพลังงานและธุรกิจที่เกี่ยวข้อง ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามแผนวิสาหกิจ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคมเป็นหน่วยงานหนึ่งให้บริการทางด้านระบบสื่อสารเพื่อสนับสนุน ธุรกิจด้านพลังงานไฟฟ้า และธุรกิจบริการ โดยระบบสื่อสารที่ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคมให้บริการได้แก่ ระบบโทรศัพท์ ระบบโทรสาร ระบบวิทยุสื่อสาร และระบบการสื่อสารข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ทุกชนิด โดยใช้ช่องทางการสื่อสารผ่านระบบดาวเทียม ไมโครเวฟ TDMA และระบบการสื่อสารผ่านเคเบิลใยแก้วนำแสง และปัจจุบันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีโครงการที่จะติดตั้งระบบการสื่อสารผ่านเคเบิลใยแก้วนำแสงให้ครอบคลุมทั่วประเทศภายในปี 2550 โดยใช้อุปกรณ์ เอส ดี เอช เป็นอุปกรณ์สื่อสารหลักในการรับส่งข้อมูลทั้งหมด

อุปกรณ์ เอส ดี เอช เป็นระบบสื่อสารหลักและเป็นระบบใหม่ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้นำมาติดตั้งใช้งาน และมีความสำคัญต่อระบบการสื่อสารภายในองค์กรของการไฟฟ้าภูมิภาคเป็นอย่างยิ่ง พนักงานช่างและวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จึงเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญต่อหน่วยงานเป็นอย่างมาก เพราะต้องเป็นผู้รับผิดชอบดูแล

และ บำรุงรักษา อุปกรณ์ เอส ดีเอช ให้กับหน่วยงานและจากการที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เคยจัดให้พนักงานช่าง และวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคม ได้รับการฝึกอบรม เรื่อง เอส ดี เอช ที่ผ่านมา ยังไม่สามารถทำให้ได้รับการอบรมกันอย่างทั่วถึง และยังไม่มียี่สิบ เพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้หรืออบรมให้กับพนักงานได้เข้าใจในหลักการงานเบื้องต้นของ เอส ดี เอช และสามารถนำมาทบทวนได้อย่างสะดวก เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานให้กับพนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในการใช้งาน และดูแลและบำรุงรักษาอุปกรณ์ เอส ดี เอช ได้อย่างถูกวิธี และมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนอย่างมาก มีการพัฒนาสื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสื่อที่แสดงบทเรียนแล้วตามด้วยแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนคิดและทำตาม และทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์โดยตรง แบบนี้เรียกว่าการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) (ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531: 11-16) ทำให้มีผลดีกว่าการใช้สิ่งพิมพ์ หรือหนังสือ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถโต้ตอบได้ ผู้เรียนมีโอกาสทราบคำตอบที่ถูกต้องก่อนที่จะลงมือทำกิจกรรมหรือเรียนในลำดับถัดไป และผู้เรียนทำผิดพลาดแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที เป็นการเปลี่ยนพฤติกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียกกรอบการเรียนได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการเรียกย้อนหลังหรือกระโดดข้ามไปข้างหน้า ทำให้ช่วยประหยัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนจะต้องลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ต้องโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ทำให้ไม่เบื่อง่ายที่จะเรียนบทเรียนนั้นๆ บางโปรแกรมอาจเพิ่มรูปภาพหรือเสียงให้เป็นสิ่งเร้าเสริมแรงต่างๆ ยิ่งทำให้บทเรียนมีชีวิตชีวาและมีความสนุกสนานมากขึ้น (อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-8) เป็นต้น

สื่อที่ได้รับความสนใจจากนักเทคโนโลยีการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่งคือสื่อผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ตรงกับความต้องการของผู้เรียน และอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองไม่จำกัดอยู่ในห้องเรียน การนำสื่อระบบเครือข่ายมาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายวิธี เช่น บทเรียนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) และบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-Based Instruction : WBI) เป็นต้น

มีผู้ให้คำนิยามและความหมายของบทเรียนผ่านเครือข่ายไว้ ดังนี้ ภาสกร เรืองรอง (2544) (Internet) กล่าวว่า WBI หรือ Web- Based Instruction ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผู้เรียนและอาจารย์ สามารถติดต่อถึงกันได้ และอาจารย์สามารถติดตามพฤติกรรมผลการเรียนของผู้เรียนได้ WBI สามารถทำการสื่อสารภายใต้ระบบ Multi user ได้อย่างไรพร้อมกันโดยผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้ และยังสามารถรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Education Data) อย่างไม่จำกัดเวลาและสถานที่

ชัยมงคล เทพวงษ์ (2545) (Internet) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่าย Web Based Instruction : WBI เป็นสื่อการเรียนการสอนที่นำวิธีการเสนอที่นำเอาสื่อที่เป็น ข้อความเสียง ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวมารวมกัน และสามารถทำการสื่อสารได้อย่างไร้พรมแดน โดยผู้เรียน

สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลความรู้ และสามารถรับส่งข้อมูลการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ อย่างไม่จำกัดเวลาเรียน ไม่จำกัดสถานที่ ไม่มีพรมแดนกีดขวางภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือหากมีข้อจำกัดในการใช้งานบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังสามารถใช้ในระบบเครือข่ายอินทราเน็ตได้อีกด้วย

ระบบเครือข่ายอินทราเน็ต เป็นการนำคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยสายส่งข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปจะมีความเร็วสูงกว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพราะอาศัยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กร ที่มีอัตราการโอนย้ายข้อมูลสูงกว่าสายโทรศัพท์ที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาก ทำให้บราวเซอร์สามารถโอนย้ายข้อมูลที่ประกอบด้วย ภาพ เสียง ภาพยนตร์ ได้อย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าเครือข่ายอินทราเน็ตเป็นเทคโนโลยีที่องค์กร และธุรกิจต่างให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะบริษัทสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินทราเน็ตของตนเองออกไปสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทันที ด้วยเหตุว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเครือข่ายอินทราเน็ตนี้อาศัยมาตรฐาน TCP/IP เหมือนกัน (กรภัทร์ สุทธิคารา และ พันจันทร์ วัฒนเสถียร. 2540 : 143)

ปัจจุบันระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินทราเน็ตใช้งานภายในองค์กร และยังเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย ดังนั้น ถ้ามีการจัดการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมพนักงานผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต จะสามารถใช้ข้อมูลตัวหนังสือ ภาพ เสียง และ สื่อ มัลติมีเดีย ในรูปแบบอื่นๆ จากฐานข้อมูลกลาง นำไปใช้งานพร้อมๆ กันได้ อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว โดย ผู้เรียนหรือผู้รับการอบรม สามารถเข้ามาศึกษาเนื้อหาที่อยู่บนเครือข่ายอินทราเน็ตได้ ตลอดเวลา และเนื้อหาที่ใช้เรียนแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตยังสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย สามารถลดข้อจำกัดของเวลาและสถานที่ในการฝึกอบรม ง่ายต่อการพัฒนา และสามารถตอบสนองความต้องการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้สอนจึงสามารถเสนอข้อมูลที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้เรียนได้ตลอดเวลา

จากความสำคัญของการเรียนการสอนประเภท บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต ซึ่งมีประสิทธิภาพและข้อได้เปรียบ ประกอบกับปัญหาการเรียนและการฝึกอบรมพนักงาน เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการสร้าง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช เพื่อให้ได้สื่อการเรียนหรือฝึกอบรมพนักงานที่มีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ และตอบสนองความต้องการของทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้มากที่สุด อีกทั้งยังสามารถนำสื่อมาทบทวนภายในองค์กร ได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้ฝึกอบรมพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ Alessi and Trollip ที่มีอยู่ 7 ชั้น (อ้างใน ถนนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 29 -39) ทางผู้วิจัยนำมาอยู่ 4 ชั้นตอน และชั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530 : 80-84) มาดัดแปลงใช้ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ดังนี้

ชั้นตอนที่ 1 ชั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ชั้นตอนที่ 2 ชั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design instruction)

ชั้นตอนที่ 3 ชั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม (Program lesson)

ชั้นตอนที่ 4 ชั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and revise)

ชั้นตอนที่ 5 ชั้นตอนการหาประสิทธิภาพ (Efficiency of the lesson)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ พนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมจำนวน 114 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมโดยยังไม่เคยผ่านการเรียนหรืออบรมเรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 90)

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา คือประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

1.5.3 เนื้อหาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช สามารถแบ่งได้เป็น 4 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 SDH Overview

หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer

หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH

## 1.6 นิยามศัพท์ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง บทเรียนที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม การทบทวน การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ หรือการวัดผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยบรรจุข้อมูลที่ใช้ในการเรียนการสอน และเนื้อหาวิชาลงใน เซิร์ฟเวอร์ ส่วนกลาง ซึ่งสามารถเข้าสู่โปรแกรมได้จากการเรียนผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในองค์กร เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.6.2 เอส ดี เอช มาจาก SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY (SDH) หมายถึง ลำดับชั้นการส่งสัญญาณดิจิทัลแบบประสานเวลา

1.6.3 หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช หมายถึง ความรู้พื้นฐานของอุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง เอส ดี เอช

1.6.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E1/E2)

$E_1$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน

$E_2$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพของข้อสอบใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินผล หลังจากผู้ที่เข้ารับการอบรมหรือเรียนด้วยบทเรียนที่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้ว

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าศึกษาจากเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปหัวข้อประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยต่างๆ ดังนี้

- 2.1 เนื้อหาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เอส ดี เอช
- 2.2 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.3 องค์ประกอบของบทเรียน
- 2.4 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เนื้อหาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เอส ดี เอช

#### 2.1.1 หัวข้อบทเรียน

เนื้อหาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช สามารถแบ่งได้เป็น 4 หน่วย และแต่ละหน่วยก็แบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

#### หน่วยที่ 1 SDH Overview

- 1.1 SDH Overview
- 1.2 Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)
- 1.3 Advantage of SDH
- 1.4 Disadvantage of SDH

#### หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

- 2.1 SDH Frame Structure
- 2.2 Multiplexing Structure and Procedures
  - 2.2.1 Multiplexing 140 Mb/s signal in to STM-1
  - 2.2.2 Multiplexing 34 Mb/s signal in to STM-1
  - 2.2.3 Multiplexing 2 Mb/s signal in to STM-1

### หน่วยที่ 3 Overhead and Pointers

#### 3.1 Overhead

##### 3.1.1 Section Overhead

##### 3.1.2 Path Overhead

#### 3.2 Pointers

##### 3.2.1 Administrative Unit Pointers (AU-PTR)

##### 3.2.2 Tributary Unit Pointers (TU-PTR)

### หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH

#### 4.1 Common Element of SDH Network

#### 4.2 Logic Function of SDH equipment

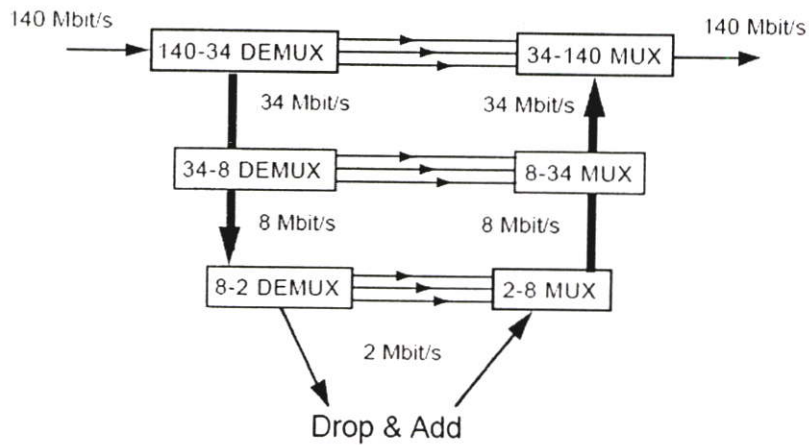
#### 2.1.2 SDH Overview

เอส ดี เอช Synchronous Digital Hierarchy (SDH) ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มดำเนินการพัฒนาเครือข่ายสื่อสารสำหรับใยแก้วนำแสง (Optical fiber) โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาให้เป็นเครือข่ายแบบ Synchronous ที่สมบูรณ์แบบ ระบบ digital multiplexing ที่ถูกนำมาใช้ตั้งแต่เดิมนั้น เป็นเพียงระบบที่เป็น เครือข่ายที่เป็น Plesiochronous เท่านั้น คำว่า Plesio มาจากภาษากรีกหมายถึง จวนหรือเกือบที่จะเป็น (almost) เท่านั้น ดังนั้น Plesiochronous จึงหมายถึงว่าเกือบที่จะเป็น Synchronous แต่ยังไม่ถือว่าเป็น Synchronous 100% ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเดิมคือ การ Multiplexing ที่แต่ละ ระดับใช้วิธีการทำงานที่ไม่เหมือนกัน เช่นการ Multiplex จาก E1 เป็น E2 (จาก 2.048 Mbit/s ไปเป็น 8.448 Mbit/s) นั้นใช้วิธีการ Bit interleaving TDM ขณะที่การ Multiplex จากระดับ 64 kbps ขึ้นมาเป็น E1 นั้น ใช้วิธีการ word (character) interleaving TDM ทำให้ไม่ Compatible กันในระบบ Synchronous Optical Network (SONET) จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นใน สหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับเครือข่ายการสื่อสารความเร็วสูงผ่าน Optical Network โดยการใช้หลักการ Bit interleaving TDM ทั้งหมด และกำหนดความยาวของ Frame คงที่คือ 125  $\mu$ sec และ CCITT (ITU-T) ได้ adopted แนวความคิดดังกล่าวมาพัฒนาเป็น Synchronous Digital Hierarchy (SDH) ความยุ่งยากและปัญหาของ Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) นั้น ประมวลได้ดังนี้

#### 1. ปัญหาในการทำ Drop & Insert

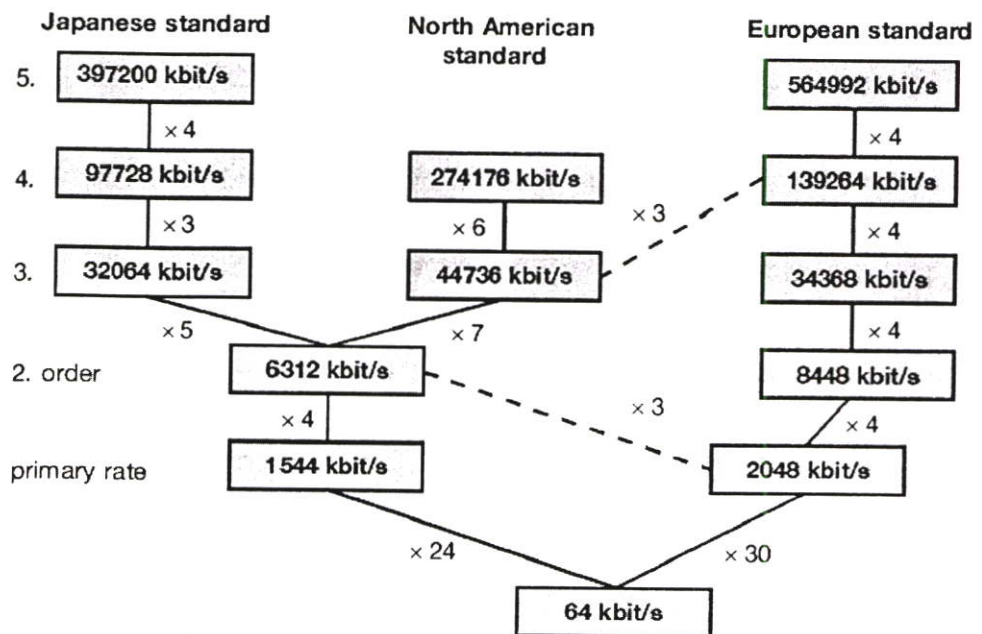
เนื่องจากการใช้วิธีการ multiplex ที่แตกต่างกันในแต่ละ ระดับดังกล่าวแล้ว ทำให้การทำ Drop & Insert ทำได้ด้วยความยากลำบากและสิ้นเปลืองอุปกรณ์ เช่น หากต้อง insert port 2 Mbit/s จำนวน 1 port เข้ากับระบบที่มีความจุขนาด 140 Mbit/s เราจะต้องทำการ Demux จาก 140 Mbit/s ลงมาเป็น 34 Mbit/s และ Demux ต่อลงมาจาก 34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

Mbit/s ลงมาเป็น 2 Mbit/s แล้วจึง insert port ที่ต้องการเข้าไป และเริ่มต้น multiplex ขึ้นไปเป็นลำดับจนกระทั่งถึง 140 Mbit/s ใหม่ จะเห็นว่ายุ่งยากและสิ้นเปลืองมาก



รูปที่ 2.1 ปัญหาการทำ Drop & Insert ในระบบ PDH

2. ปัญหาการเข้ากันไม่ได้ของระบบ PDH ในแต่ละมาตรฐานดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 มาตรฐาน PDH ที่มีใช้งานในปัจจุบัน

3. เนื่องจากวิธีการทำงานเฉพาะตัวในแต่ละ Stage ดังนั้นจึงเป็นลักษณะของ Asynchronous Multiplexing ไม่ใช่ Synchronous Multiplexing ที่แท้จริง

4. เนื่องจากหลักการ Multiplex แบบ Step – By – Step โดยอาศัยหลักการ Asynchronous Multiplexing ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมสำหรับ การนำมาใช้เป็น Telecommunication Network เนื่องจากไม่มีความคล่องตัว ( inflexible) และทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

5. มีข้อจำกัดในเรื่อง Network Management และ Maintenance support capability เนื่องจาก ไม่มี spare signal capacity เหลืออยู่เลยใน Frame Structure ของ PDH

6. การ Mux ขึ้นไปยัง Higher rate เป็นการทำให้แบบตามวิธีเฉพาะตัวของแต่ละค่าย ดังนั้นการทำ internetworking จึงมี possibility ที่จะเป็นไปได้ต่ำมากหรือเป็นไปได้ยาก

7. ขาดมาตรฐานที่เป็นสากล เช่น การ line coding ที่ไม่ตรงกัน เป็นต้น

### ข้อดีของ เอส ดี เอช (SDH)

1. ถูกอกอกให้เป็น Cost - effective มีความคล่องตัวสำหรับการทำงานเป็น telecommunication network การออกแบบระบบ SDH นั้นมีรากฐานมาจากการทำงานเป็น direct synchronous Multiplexing ทำให้เกิดความคล่องตัวในการนำมาใช้งานในการสื่อสาร จึงเกิดความประหยัดเมื่อเทียบการใช้ PDH เนื่องจาก tributary signal สามารถถูก Multiplexed ขึ้นไปยัง Higher rate SDH ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่าน intermediate stages เหมือนกับกรณี PDH

2. เตรียมการไว้สำหรับเรื่อง Management และ Maintenance capabilities ได้ออกแบบโครงสร้างของสัญญาณ (signal structure) ของระบบ SDH ให้เพื่อเรื่อง Management และ Maintenance capabilities ไว้แล้วไม่น้อยกว่า 5 % ดังนั้นจึง Support advance network management และ Maintenance procedure ได้เป็นอย่างดี

3. เตรียมการให้มีความคล่องตัวในการถ่ายทอดสัญญาณได้เป็นอย่างดี SDH signal มีความสามารถในการนำส่ง common tributary signal เกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งหมายถึงว่ามันมีความคล่องตัวในการถ่ายทอดสัญญาณมากกว่าระบบ PDH เหมาะสมสำหรับการเป็น single telecommunication network infrastructure เนื่องจากการที่สามารถใช้งานได้กับ common tributary signal เกือบทั้งหมด ทำให้ PDH จากค่ายต่างๆ สามารถทำงานใช้งานร่วมกันได้ โดยไม่เกิดปัญหา ดังนั้นแนวโน้มในการที่จะกลายเป็น single telecommunication network infrastructure

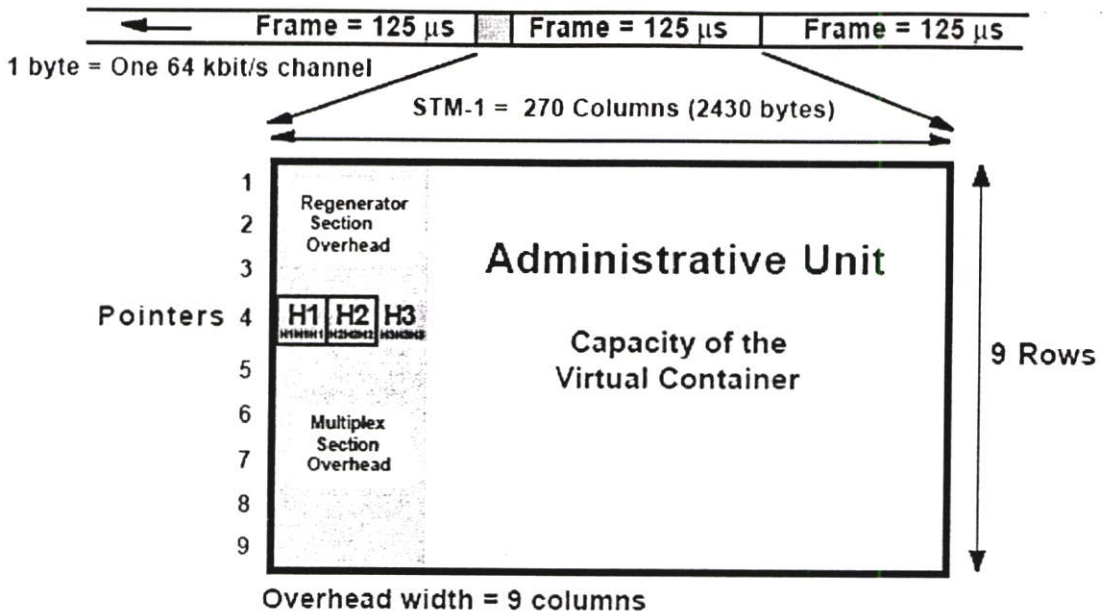
## ความแตกต่างระหว่าง PDH และ SDH

PDH	SDH
<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงข่ายแบบเฟลตซ์โอโครน์ส (ออสซีเลเตอร์เดินอิสระภายใน)</li> <li>• เทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบอะซิงโครน์ส</li> <li>• เฟรมสัญญาณถูกกำหนดเฉพาะในแต่ละระดับการมัลติเพล็กซ์</li> <li>• การมัลติเพล็กซ์แบบบิตต่อบิต</li> <li>• ปรับตั้งทางเวลาด้วยการปรับทางบวกแบบบิตต่อบิต</li> <li>• ไม่ต้องซิงโครไนซ์สัญญาณปรับตั้งเฟรม (frame alignment signal (FAS))</li> <li>• การเข้าถึงหรือติดต่อช่องสัญญาณใด ๆ เป็นไปได้เท่านั้นภายหลังการตีมัลติเพล็กซ์สัญญาณออกทั้งหมดก่อน</li> <li>• อัตราบิตจนถึง 140 Mbps ถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงข่ายแบบซิงโครน์ส (ออสซีเลเตอร์ภายในที่ซิงโครไนซ์กับสัญญาณนาฬิกาอ้างอิงภายนอก)</li> <li>• เทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบซิงโครน์ส</li> <li>• สัญญาณมัลติเพล็กซ์ทั้งหมดมีโครงสร้างเฟรมเหมือนกัน</li> <li>• การมัลติเพล็กซ์แบบByteต่อByte</li> <li>• ปรับตั้งทางเวลาด้วยการปรับทางบวกหรือทางลบแบบByteต่อByte</li> <li>• ต้องซิงโครไนซ์ frame alignment word</li> <li>• การเข้าถึงหรือติดต่อช่องสัญญาณใด ๆ เป็นไปได้ภายหลังการตีความค่า Pointers</li> <li>• อัตราบิตตั้งแต่ 155 Mbps ถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน</li> </ul>

### 2.2.2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

โครงสร้างของ STM-1 Frame Structure ระดับที่สุด (Base level) ของ SDH signal นั้นเราเรียกว่า Synchronous Transport Module Level 1 (STM-1) ซึ่งในแต่ละ Frame ประกอบด้วย virtual container capacity ที่ประกอบด้วย 2 dimensions mapping ขนาด 9 rows , 270 columns โดยที่ 9 columns ใช้สำหรับประกอบเป็น transmission overhead (section overhead และ pointer) ส่วน 261 columns ที่เหลือจะประกอบกันเป็น ส่วนของ virtual container (VC) ซึ่งเมื่อรวมกับ ตัวชี้ (Pointers : H1, H2, H3) แล้วจะกลายเป็น Administrative Unit (AU) เนื่องจากขนาด dimension เป็น 9 rows, 270 columns และเนื่องจาก 1 cell ถูกใช้ในการเก็บข้อมูลขนาด 1 Byte ข้อมูลใน 1 Frame จึงเท่ากับ 2,430 bytes และเนื่องจาก 1 Byte = 8 bits ดังนั้นใน 1 Frame มี 19,440 bits ในขณะที่ 1 Frame ยาว 125  $\mu$ s ใน 1 วินาทีจึงมี 8,000 Frame ทำให้ bit rate โดยรวมเท่ากับ

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



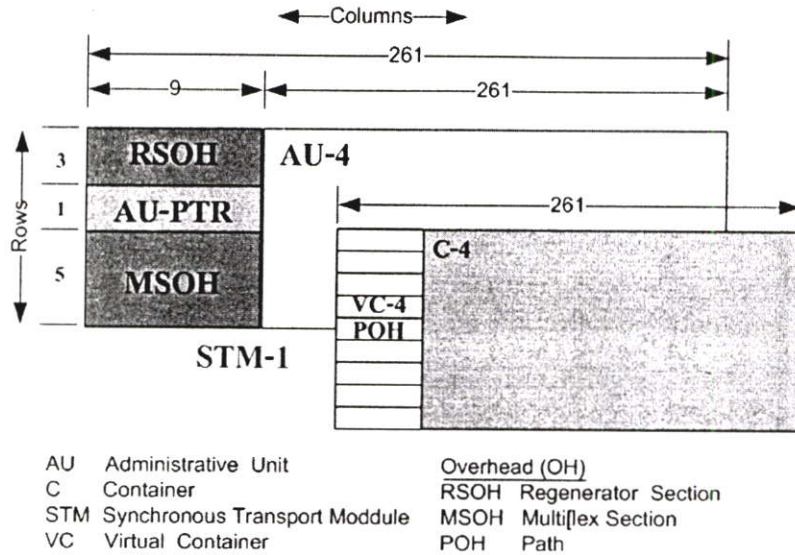
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ STM-1 Frame

Virtual Container นั้น มีส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Phase alignment ซึ่งถูกบรรจุอยู่ใน Administrative Unit โดย ส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Phase alignment นี้ก็คือ Pointer ซึ่งถูกวางไว้ในแถวที่ 4 ของส่วนที่เป็น section overhead โดยที่ section overhead นี้ 3 rows แรกถูกใช้งานเป็น Regenerator section overhead และ 5 rows ท้ายถูกใช้งานเป็น Multiplexer section overhead

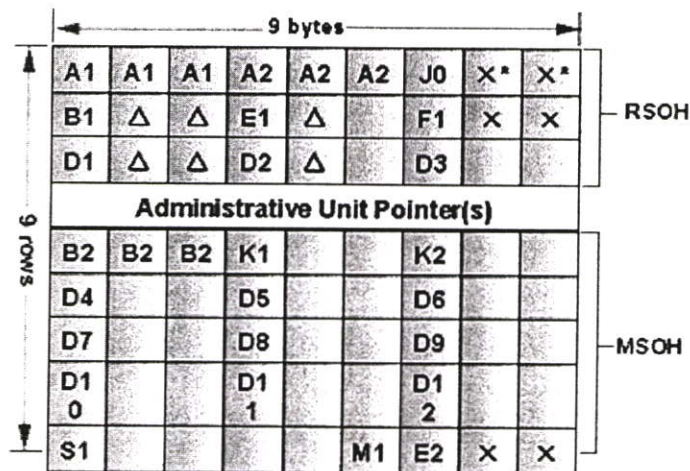
สำหรับส่วนของ VC-4 นั้นจะประกอบด้วย 9 rows, 261 columns (หรือเท่ากับ 2349 bytes) ส่วนนี้จะเรียกว่า Payload Container ซึ่ง column แรก (ใน 261 columns) จะเป็นส่วนของ path overhead และส่วนที่เหลือจะเป็น payload จริงๆ ส่วนของ container C-4 ดังนั้น container จะมีความจุเท่ากับ

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

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



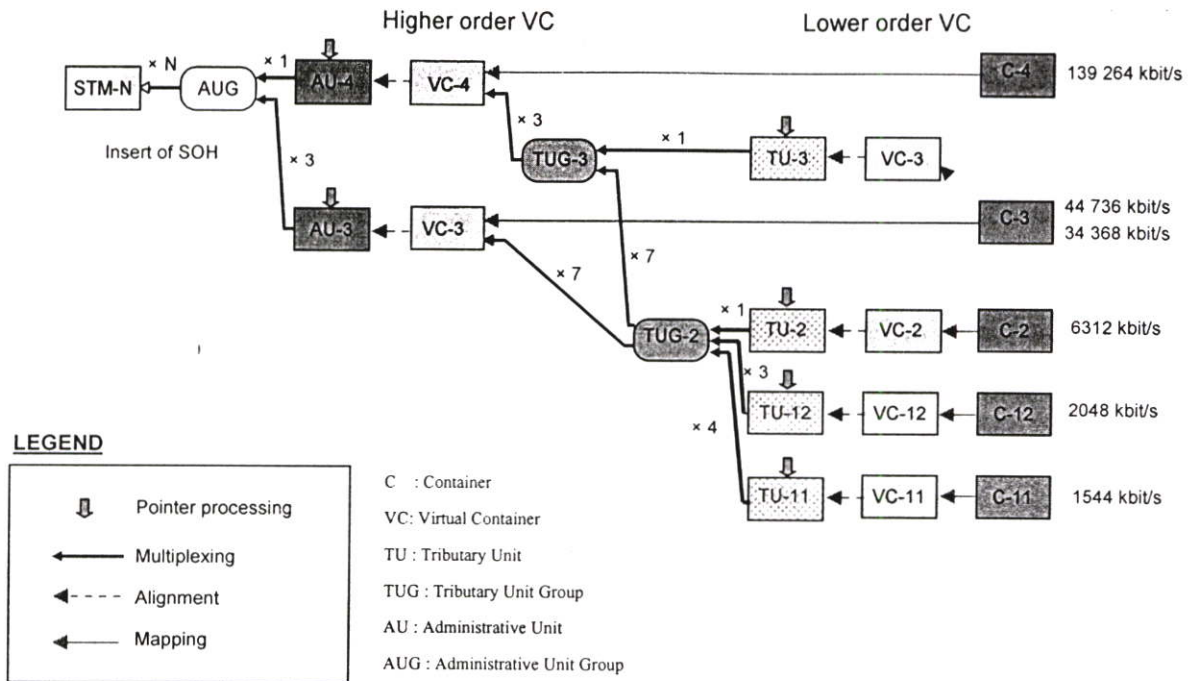
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ AU-4 และ VC-4



รูปที่ 2.5 Regenerator Section Overhead และ Multiplex Section Overhead

ดังนั้น STM-1 จึงสามารถส่งผ่านสัญญาณ tributary signal ที่ 139.264 Mbit/s (E4) ได้ และเนื่องจากการใช้ 8,000 Frame/sec ซึ่งเท่ากับอัตราการสุ่มตัวอย่างของสัญญาณ 64 Kbit/s จึงทำให้เกิดการ synchronize มาตั้งแต่ระดับล่างสุด และสามารถทำการ MUX จากระดับล่างไปยัง Higher rate หรือ DEMUX จาก Higher rate ลงมายัง lower rate ได้โดยตรงดังรูปที่ 2.7

จากโครงสร้าง Multiplex ตามรูปที่ 2.6 หากเราใช้งานที่ความเร็ว 2.048 Mbps ทุก port โดยผ่าน STM-1 (155.52 Mbit/s) เราจะสามารถใช้งานได้ทั้งหมด 63 ports หากมีการใช้งานที่ 34.368 Mbit/s หรือ 44.736 Mbit/s รวมด้วยแล้ว จำนวน port 2.048 Mbit/s ที่สามารถใช้งานได้จะลดลง



รูปที่ 2.6 โครงสร้างการ Multiplex ในระบบ SDH

จากรูปที่ 2.6 เราพบว่าระบบ SDH สามารถใช้งานร่วมกันได้ทั้ง tributary group ตามมาตรฐาน PDH ของยุโรป และ tributary group ตามมาตรฐาน PDH ของ อเมริกาเหนือ ทำให้มีความคล่องตัวในการใช้งานสูงหลักในการ Multiplex ที่ถูกนำมาใช้งานสำหรับ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) มีดังต่อไปนี้

Mapping เป็นกระบวนการที่ถูกนำมาใช้เมื่อ tributaries ถูก adapted เข้ากับ Virtual Containers (VCs) โดยการเพิ่มข้อมูลหรือข่าวสาร ที่เป็นบิตเพื่อทำการปรับแต่ง (justification bits) และส่วนที่เป็น Path Overhead (POH) เข้าไป

Aligning กระบวนการนี้ เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เมื่อต้องการรวม pointer เข้าไปใน Tributary Unit (TU) หรือ Administrative Unit (AU) เพื่อเป็นการให้ไปรวมอยู่กับ byte แรกใน Virtual Container

Multiplexing กระบวนการนี้ถูกใช้เมื่อ lower - order จำนวนหลายชุดที่อยู่ในทางเดิน (path) ของสัญญาณนั้นถูก adapted เข้ากับเส้นทางสัญญาณของ higher order หรือเมื่อ เส้นทางสัญญาณ higher order ถูก adapted เข้ากับ Multiplex section

Stuffing เนื่องจาก SDH ถูกออกแบบให้ มีความสามารถในการรองรับ (handle) input tributary rate ที่ถูกล่งมาจาก PDH ได้หลายค่า เมื่อ tributary signal ถูก multiplexed และถูกปรับหรือจัดให้ตรงตำแหน่ง จึงต้องมีการออกแบบ spare capacity บางส่วนเพิ่มเติมไว้ใน SDH Frame ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมการให้มีความกว้างเพียงพอสำหรับ tributary rate ทั้งหลายนี้ ดังนั้น ณ ตำแหน่งที่แน่นอน

ในลำดับชั้นของการมัลติเพล็กซ์(Multiplexing Hierarchy) space capacity นี้จะถูกเติมด้วย Fixed stuffing bits ซึ่งมีได้มีข่าวสารใดๆอยู่ภายใน แต่ต้องเติมเพื่อให้ตรงตาม Frame นั้นๆ

จากโครงสร้างของการ Multiplex เราจะเห็น ที่ระดับล่างสุดจะเป็น Container (C) ซึ่งจะต้องส่ง ต้องให้กับ Virtual Container (VC) ทั้งนี้เพื่อสร้าง VC payload โดยการใช้ bit-stuffing เพื่อให้ Input ทั้งหมด มี bit rate เท่ากันหรือเหมือนกัน เพื่อให้พร้อมสำหรับวิธีการ Synchronous Multiplexing ซึ่งจะเห็นว่ามีส่วน Container (C) และ Virtual Container (VC) หลายชุด เริ่มจาก C-11 (สำหรับ bit rate 1.544 Mbit/s) และเมื่อเพิ่ม stuffing แล้วจะเป็น 1.728 Mbit/s จนกระทั่งถึง C-4 (139.264 Mbit/s) และ VC-4 (150.336 Mbit/s) หลังจากนั้น VCs จัดวางใน Tributary Unit (TU) ตามลำดับชั้นที่เหมาะสม ซึ่งในชั้นตอนนี้จะมีการจัด Pointer เพิ่มเติมเข้าไป

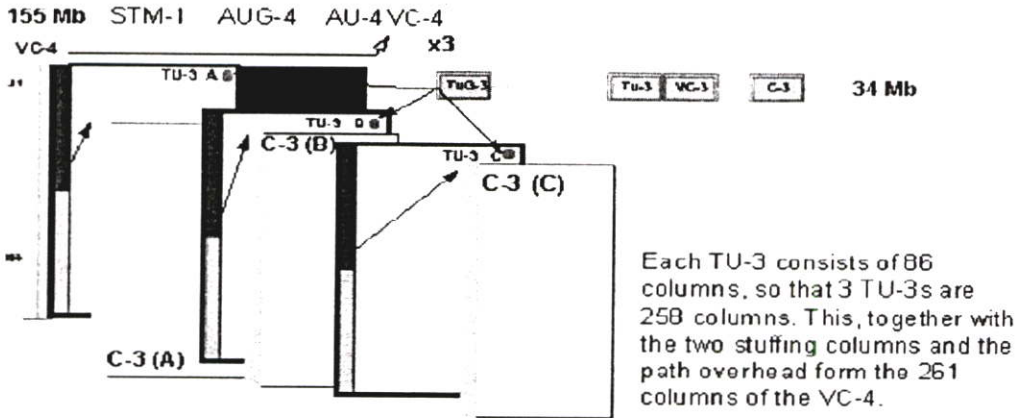
หลังจากนั้น Payload จะถูก Multiplex เข้าไปใน Tributary Unit Groups (TUGs) ค่า  $xN$  ที่เขียนไว้ใน path ระหว่าง TUs และ TUGs (ในลำดับเดียวกัน) และระหว่าง TUGs ที่อยู่ในลำดับต่ำกว่า TUGs หรือ VCs ที่อยู่ในลำดับสูงขึ้นไป แสดงถึงค่าสูงที่สุดที่สามารถ Multiplex ได้ และการ Multiplexing ก็จะทำต่อๆกันไปเป็นลำดับจนถึง Administrative Unit Group - 4 (AUG-4) ซึ่งสามารถ Multiplex เป็น STM-N ได้ตามต้องการ เช่น STM-1(155.52 Mbit/s) , STM-4 (622.08 Mbit/s) เป็นต้น

### 2.2.3 Overhead and Pointers

#### 1) Overhead

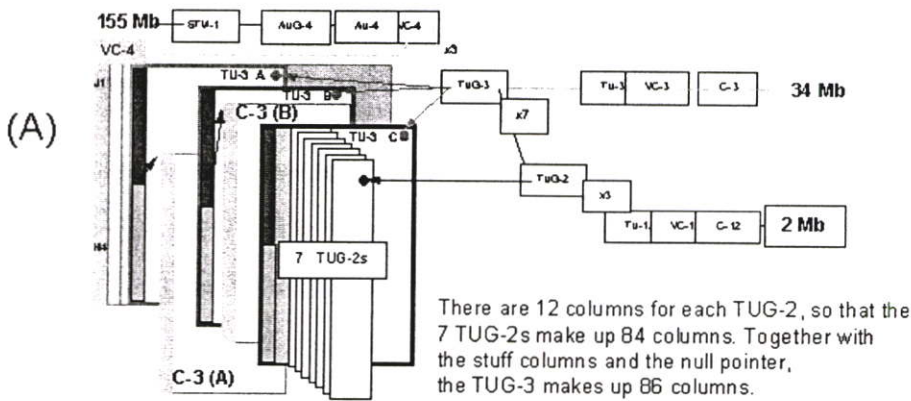
Over head ของ STM-1 หรือ STM-N เป็นโครงสร้างแยกส่วนของ Over head ออกจากส่วนที่เป็นข้อมูล ข้อดีของการจัดเช่นนี้ก็คือสามารถที่จะตรวจดู Byte Over head หรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม ณ ขณะใดๆ ได้โดยไม่ต้อง Demultiplex สัญญาณ

ส่วนพื้นที่โอเวอร์เฮด (Section Overhead หรือ SOH) คือส่วนที่เป็น 9 Byte แรกของแต่ละแถว โดย 9 Byte แรกของ 3 แถวบนจะมีไว้สำหรับ RSOH หรือ Regenerator Section Overhead ส่วนแถวที่สี่ถูกกันไว้สำหรับ AU Pointer (Administrative Unit Pointer) และส่วนที่เหลือ 5 แถวล่างจะเป็น MSOH หรือ Multiplex Section Overhead

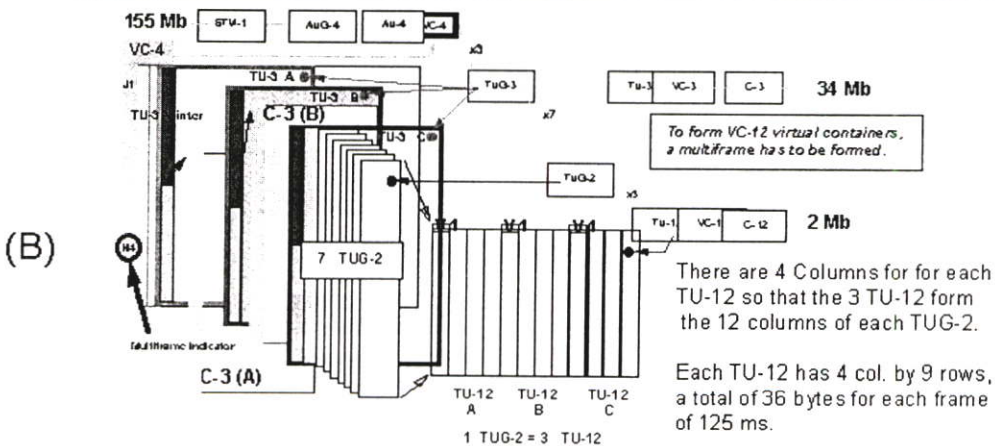


Each 34 Mb/s payload "floats" under the corresponding TU-3 pointer

รูปที่ 2.7 Path ในการ Multiplex จาก 34 Mbit/s เป็น STM-1

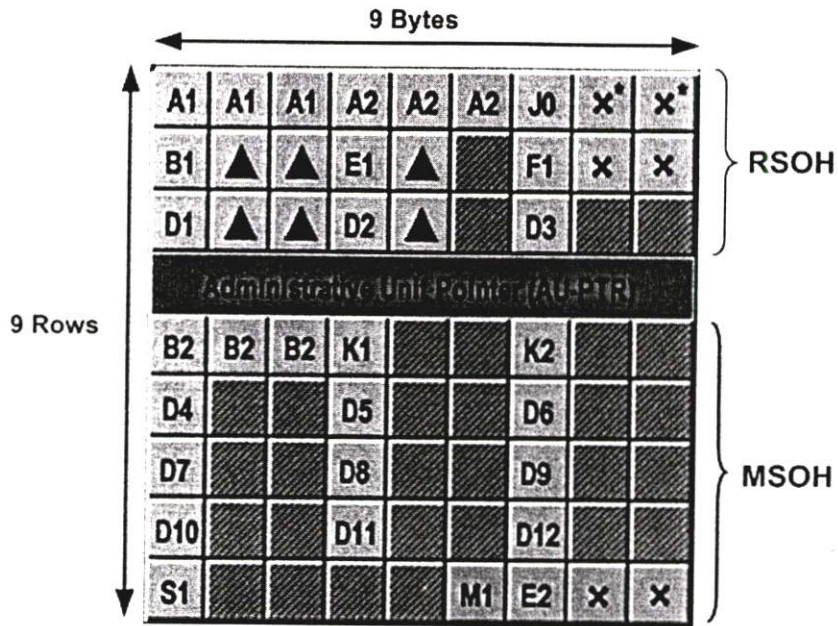


The TU-3 payload is fixed, the TUG-2s don't "float".



Each 2 Mb/s payload "floats" in the TU-12 Multi-frame with the TU pointers

รูปที่ 2.8 Path ในการ Multiplex จาก 2 Mbit/s เป็น STM-1 ซึ่งทำได้ 2 แนวทาง



- ▲ Media dependent bytes
- X Bytes reserved for domestic use
- \* Unscrambled bytes

รูปที่ 2.9 ลักษณะโดยรวมของ STM-1 Overhead

ตารางที่ 2.1 Byte ต่างๆ ในส่วนโอเวอร์เฮด (Overhead)

Byte	หน้าที่
A1, A2	Frame Alignment
B1, B2	<b>Quality Monitoring, Parity Bytes</b>
D1, D2, D3	Q <sub>ECC</sub> Network Management
D4, ..., D12	Q <sub>ECC</sub> Network Management
E1, E2	Voice Connection
J0 (C1)	Maintenance
K1, K2	Automatic Protection Switching (APS) Control
S1	Clock Quality Indicator
M1	Transmission Error Acknowledgment

VC-3/4 POH เป็นภาษาที่ใช้ในการบรรจุสัญญาณขนาด 34 และ 140 Mbps, ATM  
 VC-11/12 POH เป็นภาษาที่ใช้ในการบรรจุสัญญาณขนาด 1.544 และ 2.048 Mbps, ATM

**VC-3/4 POH**

J1	Path indication
B3	Quality monitoring
C2	Container format
G1	Transmission error acknowledgment
F2	Maintenance
H4	Superframe indication
F3	Maintenance
K3	Automatic protection switching
N1	Tandem connection monitoring

**VC-11/12 POH**

V5	Indication and error monitoring
J2	Path indication
N2	Tandem connection monitoring
K4	Automatic protection switching

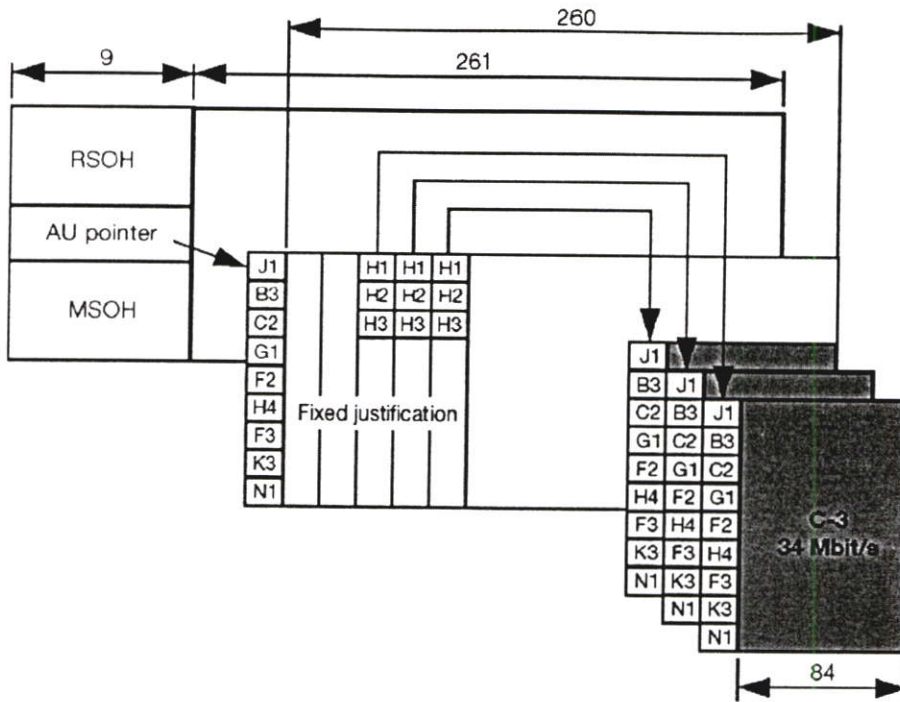
รูปที่ 2.10 POH ของ VC-3/4 และ VC-11/12

**2) Pointers**

ตัวบ่งชี้ (Pointers) เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับการคิดค้นขึ้นมาใช้ในระบบ SDH ทำให้ระบบ SDH มีข้อได้เปรียบอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระบบ PDH เพราะว่าตัวบ่งชี้ (Pointer) นี้เป็นตัวที่ระบุตำแหน่งของ VC แต่ละอัน ภายในส่วนที่เป็น Payload ของ เฟรม STM ก็คล้ายๆ กับเราใช้เครื่องรับ GPS ในการหาตำแหน่งที่อยู่ของเรานั่นเอง ตัวบ่งชี้ (Pointer) นี้อาจจะสามารถชี้ตำแหน่งที่อยู่ของ VC-n หนึ่งๆ จากระดับบนของเฟรม STM-1 ได้โดยตรง และวิธีการของตัวบ่งชี้ นี้อาจใช้โครงสร้างการระบุแบบเป็นลูกโซ่ก็ได้ เรียกว่า ชัดทอดกันไปเป็นทอดๆ

**Pointer มี 2 ประเภท คือ**

1. Administrative Unit Pointer (AU-PTR)
2. Tributary Unit Pointer (TU-PTR)



รูปที่ 2.11 วิธีการบ่งชี้ (Pointer) ในชั้น Mapping ของ C-3

#### AU-PTR

- AU-PTR ประกอบด้วย 9 Byte : H1, H2, 3xH3, 2XY และ 2XF
- เริ่มต้นด้วยตำแหน่ง 0 หลังจาก AU-PTR block และจบด้วยตำแหน่ง 782(0-782)
- VC-4 สามารถเริ่มจากตำแหน่งใดก็ได้ในระหว่างตำแหน่ง 0-782

#### TU-PTR

- TU-PTR ประกอบด้วย 4 Byte : V1, V2, V3 และ V4
- เริ่มต้นด้วยตำแหน่ง 0 หลังจาก Byte V2 และจบด้วยตำแหน่ง 139 ก่อนถึง V2 หนึ่ง Byte (0-139)
- VC-12 สามารถเริ่มจากตำแหน่งใดก็ได้ในระหว่างตำแหน่ง 0-139

### 2.2.4 Logic Composition of SDH

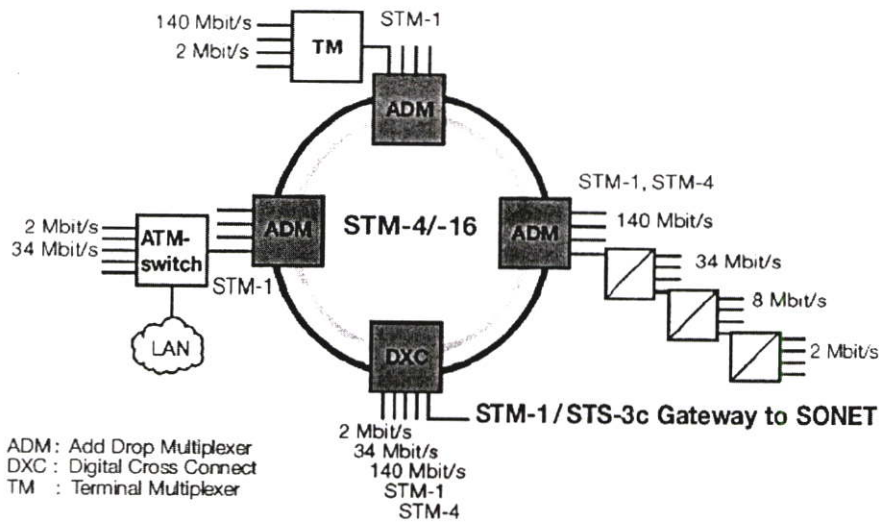
โดยปกติแล้วเครือข่าย SDH จะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1. Terminal Multiplexer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวมสัญญาณ Plesiochronous และ Synchronous เข้าด้วยกันแล้วทำให้เป็นสัญญาณที่มีอัตราเร็วบิตที่สูงกว่าเรียกว่า STM-N โดยที่  $N = 1, 4, 16$  เป็นต้น
2. Add/Drop Multiplexer (ADM) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดึงสัญญาณย่อยออกมาจากสัญญาณหลักมาใช้งานตามขนาดความจุที่ต้องการ และเมื่อเสร็จภารกิจแล้วก็จับเข้าไปใน

สัญญาณหลักตามเดิมส่งต่อไปยังจุดหมายที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะในการทำระบบสำรองไว้รองรับการล่มของเส้นทางสื่อสัญญาณ ทำให้ระบบเครือข่ายยังใช้งานได้ต่อไป

3. Regenerator เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกาและสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาตามสายใยแก้วนำแสงแล้วถูกลดทอนระหว่างทาง ให้กับมามีค่าและขนาดเท่าของเดิม

4. Digital Cross-Connects (DXC) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่หลากหลายที่สุด ได้แก่ ทำการ Mapping สัญญาณย่อยๆ ของ PDH เข้าใน Virtual Container (VC) และยังทำหน้าที่ Switching ให้กับ VC ขนาดต่างๆ ด้วย



รูปที่ 2.12 โครงสร้างเครือข่าย SDH

## 2.2 ระบบเครือข่ายอินทราเน็ต

### 2.2.1 ความหมายของอินทราเน็ต

วิทยา เรื่องพรวิสุทธิ (2542 :13-14) ได้ให้ความหมายของ อินทราเน็ต (Intranet) ว่าเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงการสื่อสารด้วยระบบ Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) ซึ่งเป็นระบบโปรโตคอลในการสื่อสารของเครือข่ายอินทราเน็ต ดังนั้นโปรแกรมการสื่อสารบนเครือข่ายอินทราเน็ต จึงเป็นซอฟต์แวร์ชนิดเดียวกันที่ใช้ในการสื่อสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความแตกต่างระหว่างเครือข่ายอินทราเน็ต คือ อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายระบบเปิดซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันไปทั่วโลกโดยใช้มาตรฐานเดียวกันส่วนเครือข่ายอินทราเน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารภายในองค์กรหรือระหว่างองค์กร โดยการเชื่อมต่อกับเครือข่ายท้องถิ่น การสื่อสารบนเครือข่ายอินทราเน็ตที่สำคัญๆ ได้แก่ การสื่อสารโดยทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

(E-Mail) การสื่อสารระบบเว็บ(Web) ระบบการโอนย้ายไฟล์เอฟทีพี (FTP) และระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

กรภัทร์ สุทธิคารา และพันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร (2540:13) กล่าวว่า อินทราเน็ต เป็นการนำคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยสายส่งข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่การเชื่อมโยงกันเฉพาะภายในเท่านั้น ใช้งานโดยบุคลากรของบริษัทผู้คนในบริษัทจะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อองค์กรในเครือข่าย อินทราเน็ต ด้วยภาพ เสียง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และนำเสนอข้อมูลที่สวยงาม เช่นเดียวกับที่พบในอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต มีความได้เปรียบกว่าเครือข่ายในองค์กรแบบอื่นๆ เพราะบริษัทสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินทราเน็ตของตนเองออกไปสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทันที เพื่อเผยแพร่ข้อมูล ด้วยเหตุว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตนี้อาศัยมาตรฐาน TCP/IP เหมือนกัน

### 2.2.2 ข้อดีและข้อจำกัดของอินทราเน็ต

กรภัทร์ สุทธิคารา และพันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร (2540 : 144-145) ได้สรุปข้อดี และข้อจำกัดของอินทราเน็ตไว้ ดังนี้

#### 1. ข้อดีของอินทราเน็ต

1.1 เพิ่มข้อมูล การใช้เอกสารร่วมกัน นับเป็นเหตุผลประการสำคัญในองค์กรหรือบริษัท ตั้งระบบเครือข่ายอินทราเน็ต เพื่อสามารถแสดงเอกสารออกไปในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น ระเบียบพนักงาน หรือจดหมายข่าวในองค์กร สำหรับการส่งผ่านซอฟต์แวร์ภายในองค์กรง่ายยิ่งกว่าการใช้แผ่นดิสก์หรือแผ่นซีดีรอมเสียอีก

1.2 มัลติมีเดีย การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตนั้นทำกันเฉพาะภายในดังนั้นจึงรวดเร็วกว่าการส่งผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การส่งไฟล์ที่เป็นเสียงหรือวิดีโอ ทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว หรืออาจส่งไฟล์วิดีโอฝึกอบรมให้พนักงานที่สนใจเรียนรู้

1.3 การพูดคุย บริษัทที่มีระบบเครือข่ายอินทราเน็ต สามารถตั้งแชแนลหรือห้องพูดคุย เพื่อให้พนักงานได้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยไม่ต้องเดินทางไปประชุมให้เสียเวลา การใช้วิดีโอคอนเฟอร์เรนซ์ ก็นับได้ว่าช่วยลดเวลาการเดินทางไปได้มาก โดยเฉพาะกับบริษัทที่มีแผนกแต่ละแผนกอยู่คนละตึกหรืออยู่คนละพื้นที่

#### 2. ข้อจำกัดของอินทราเน็ต

การติดตั้งระบบเครือข่ายอินทราเน็ต เหมาะกับองค์กรที่มีทรัพยากรพร้อมอยู่แล้ว และการนำระบบอินทราเน็ตมาใช้กับเน็ตเวิร์กที่มีอยู่จะปรับปรุงอีกไม่มาก ก็สามารถนำอินทราเน็ตไปใช้ได้ด้วยดี แต่สำหรับองค์กรที่ยังไม่พร้อม จะเสียค่าใช้จ่ายสูงมากในการทำระบบอินทราเน็ต เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำเน็ตเวิร์ก การซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ของระบบเน็ตเวิร์ก ซึ่งปัจจุบันมีราคาสูงมาก และถ้าพนักงานในองค์กรไม่รู้เรื่องคอมพิวเตอร์เลย จะต้องเสียค่าการฝึกอบรมอีกด้วย

### 2.2.3 ประโยชน์และประสิทธิภาพของอินทราเน็ต

กรภัทร์ สุทธิคารา และพันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร (2540 : 146) ได้สรุปประโยชน์และประสิทธิภาพของอินทราเน็ต ดังนี้

1. เผยแพร่เอกสารสำคัญให้กับพนักงาน บริษัทสามารถเผยแพร่ข้อมูลที่ต้องการสื่อสารให้พนักงานทราบผ่านอินเทอร์เน็ตได้ โดยนำไปใส่ในเว็บ ซึ่งพนักงานสามารถเปิดดูได้โดยใช้บราวเซอร์
2. ลดช่องว่างในการประสานงาน การประสานงานระหว่างพนักงานในบริษัท จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นผ่านอินทราเน็ตเพราะคุณสามารถนำเสนอข้อมูลที่ต้องการความคิดเห็นจากทีมงาน และนำการตอบสนองที่ได้รับมาประมวลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
3. ดึงดูดแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ถ้าระบบอินทราเน็ตเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล พนักงานจะสามารถใช้ฐานข้อมูลของบริษัทได้อย่างสะดวก เพราะพนักงานสามารถใช้บราวเซอร์เพื่อค้นหาและสอบถามข้อมูล ทำให้ผลลัพธ์ที่ต้องการในทันที
4. ใช้กับคอมพิวเตอร์ได้หลายแบบหลายรุ่น อินทราเน็ตสามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ต่างรุ่นต่างแบบ เช่นเดียวกับอินเทอร์เน็ต การติดตั้งระบบอินทราเน็ตในองค์กรจึงทำได้โดยไม่ต้องเริ่มจากศูนย์ เพราะสามารถใช้กับระบบที่มีอยู่แล้วได้เลย
5. กระจายข่าวสารให้กับพนักงาน บริษัทสามารถใช้อินทราเน็ตเป็นจุดรวบรวมข่าวสำคัญที่พนักงานในบริษัทสามารถเปิดอ่านได้ เช่นสารจากกรรมการผู้จัดการ สรุปยอดขาย เป็นต้น
6. ย่นเวลาในการเรียนรู้ เนื่องจากระบบอินทราเน็ตใช้หลักการทำงานเดียวกับอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้อินทราเน็ตเป็นมาก่อนแล้ว จึงไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้อินทราเน็ต ทำให้บริษัทไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการอบรมพนักงาน

### 2.3 องค์ประกอบของบทเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบได้แก่

#### 1. เนื้อหา (Content)

เนื้อหาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดสำหรับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต คุณภาพของการเรียนการสอน ที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สิ่งสำคัญที่สุดคือ เนื้อหาการเรียน ซึ่งผู้สอนได้จัดหาให้แก่ผู้เรียนและผู้เรียนมีหน้าที่ในการใช้เวลาส่วนใหญ่ศึกษาเนื้อหาด้วยตัวเองเพื่อทำการปรับเปลี่ยน (Content) เนื้อหาสารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้เกิดเป็นความรู้โดยผ่านการคิดค้น วิเคราะห์ห้อย่างมีหลักการและเหตุผลด้วยของผู้เรียนเองซึ่งมีเนื้อหาเป็นส่วนประกอบดังนี้

1.1 โสมเพจ หรือเว็บเพจแรกของเว็บไซต์ การออกแบบโสมเพจให้สวยงามตามหลักการออกแบบเว็บเพจ เพราะการออกแบบเว็บเพจที่ดีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะกลับมาเรียนมากขึ้น นอกจากความสวยงามแล้ว ในโสมเพจยังคงต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็น ดังนี้

1.1.1 คำประกาศ/ คำแนะนำการเรียน ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยรวมในที่นี้อาจยังไม่ใช้คำประกาศหรือคำแนะนำการเรียนที่เฉพาะเจาะจงสำหรับวิชาใด ๆ เพราะผู้สอนจะสามารถไปกำหนดประกาศหรือคำแนะนำที่สำคัญต่าง ๆ ด้วยตัวเองไว้ในส่วนของรายวิชาที่ตนรับผิดชอบ ซึ่งผู้เขียนจะได้อ่านข้อความหลังจากผู้ที่ได้เข้าเรียนเข้าใช้ระบบและเลือกที่จะไปยังรายวิชานั้น ๆ แล้ว

1.1.2 ระบบสำหรับใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสลับสำหรับการเข้าใช้ระบบ (Login) กล่องสำหรับการใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสลับนี้ควรไว้ในส่วนบนของหน้าที่เห็นได้ชัดเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าระบบของผู้เรียน

1.1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมที่จำเป็นสำหรับการเรียกดูเนื้อหาอย่างสมบูรณ์ ควรมีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าเกี่ยวกับโปรแกรมต่าง ๆ พร้อมทั้งสิ่งที่จำเป็น (Requirements) อื่นๆ เช่น การปรับคุณสมบัติของหน้าจอเป็นต้น ผู้ที่ใช้ต้องทำในการเรียกดูเนื้อหาต่าง ๆ ได้

1.1.4 ชื่อหน่วยงาน และวิธีติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ ควรมีการแสดงชื่อผู้รับผิดชอบ รวมทั้งวิธีการในการติดต่อกลับมายังผู้รับผิดชอบ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้าร่วมมาเรียนหรือเยี่ยมชมสามารถที่จะส่งข้อความคำติชม รวมทั้งผลป้อนกลับต่าง ๆ ที่อาจมีส่งมายังหน่วยงานที่รับผิดชอบได้

1.1.5 วันที่และเวลาที่ทำการปรับปรุงแก้ไขล่าสุด ควรมีการแสดงวันที่และเวลาที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเว็บไซต์ครั้งล่าสุด เพื่อประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการอ้างอิง

1.1.6 เคาน์เตอร์เพื่อนับจำนวนผู้เรียนที่เข้ามาเรียน เคาน์เตอร์สำหรับการนับจำนวนผู้เข้ามาเยี่ยมชมไซต์เป็นองค์ประกอบของผู้ออกแบบในการนับจำนวนผู้เข้ามาไซต์แล้ว ยังอาจช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกอยากที่จะกลับเข้ามาเรียนอีก หากมีผู้เรียนเข้ามาร่วมเรียนกันมาก ๆ

1.2 รายชื่อผู้สอน ควรมีรายชื่อผู้สอนและรายละเอียดรวมทั้งวิธีการติดต่อผู้สอน เช่น E-mail address ของผู้สอน หรือโสมเพจส่วนตัวของผู้สอน

1.3 รายชื่อผู้เรียน ควรมีรายชื่อผู้เรียนและรายละเอียดรวมทั้งวิธีการติดต่อเรียน เช่น รหัสสนិត/นักศึกษา หรือรหัสพนักงาน E-mail address หรือ โสมเพจส่วนตัวของผู้เรียน

1.4 ประมวลรายวิชา (Syllabus) ในที่นี้หมายถึง ส่วนที่แสดงถึงภาพรวมวิชาที่มีคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับหน่วยการเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของรายวิชาสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียน

1.5 ห้องเรียน (Class room) ได้แก่ เนื้อหา ซึ่งผู้สอนได้จัดหาไว้สำหรับผู้เรียน

1.6 เว็บเพจสนับสนุนการเรียนรู้ (Resources) การจัดเตรียมแหล่งความรู้อื่น ๆ บนเว็บที่เหมาะสมในแต่ละหัวข้อ สำหรับผู้เรียนในการเข้าไปศึกษารวมทั้งข้อมูลทางวิชาการอื่นๆ ที่เหมาะสม เช่น วารสารวิชาการ หนังสือพิมพ์ รายการวิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมีการเชื่อมโยงไปยังห้องสมุด หรือ ฐานข้อมูล งานวิจัยต่าง ๆ

1.7 ความช่วยเหลือ (Help) การเตรียมการเพื่อสนับสนุน ส่งเสริมให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคแก่ผู้เรียน เช่น การจัดหาเครื่องมือสืบค้น (search) เพื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการหรือการจัดหาแผนที่ไซต์ (site map) แก่ผู้เรียนเพื่อเข้าถึงข้อมูลโดยสะดวก

1.8 รายวิชาอื่น ๆ (Other Courses) ในกรณีที่ผู้เรียนมีการลงทะเบียนในวิชาที่ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาในลักษณะบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใหม่มากกว่า 1 รายวิชา ควรจัดหาลิงค์เพื่อกลับไปยังเมนูที่ผู้ใช้สามารถเลือกไปเรียนยังห้องเรียนอื่น ๆ ได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องออกจากระบบ (log out) ก่อน

1.9 เว็บเพจคำถามคำตอบที่พบบ่อย (FAQs) หลังจากที่มีการใช้งานจริงได้สักระยะหนึ่งแล้ว ควรที่จะเก็บรวบรวมคำถามหรือปัญหาที่ผู้ใช้ระบบ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียน ผู้สอน ผู้ช่วยสอนก็ตาม พบในขณะที่เรียน (คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาการเรียน) หรือในขณะที่ใช้งาน (คำถามเกี่ยวกับเทคนิค) และนำมารวบรวมเพื่อเสนอในลักษณะของ FAQs ทั้งนี้เพื่อประหยัดเวลาในการตอบคำถามซ้ำ ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

1.10 ลิงค์ไปยังส่วนการจัดการการสอนด้านอื่น ๆ (Management) นอกจากนี้ยังควรมีการเชื่อมโยงไปยังหน้าของแบบทดสอบ แบบสอบถาม ผลการทดสอบรวม รวมทั้งสถิติต่าง ๆ ที่อนุญาตให้ผู้ใช้เข้าดูและได้ ซึ่งในส่วนของ การทดสอบ แบบสอบถาม การประเมินผลและการคำนวณสถิติต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งของระบบบริหารจัดการรายวิชา

1.11 การออกแบบ (logout) ควรที่จะจัดปุ่มสำหรับผู้เรียนในการเลือกเพื่อออกจากระบบ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย (security) ของผู้เรียน และป้องกันผู้ที่ไม่มีสิทธิเข้าใช้แอบเข้ามาใช้ระบบด้วย

## 2. ระบบบริหารจัดการรายวิชา (Course Management System)

ระบบบริหารจัดการรายวิชา (Course Management System) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากเช่นกันสำหรับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ ระบบบริหารจัดการรายวิชา ซึ่งเป็นเสมือนระบบที่รวบรวมเครื่องมือซึ่งออกแบบไว้เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้การจัดการกับการเรียน การสอนเรียนการสอนออนไลน์นั่นเอง ซึ่งผู้ใช้ในที่นี้ อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ผู้สอน (instructors) ผู้เรียน (students) และผู้บริหารระบบเครือข่าย (network administrator) เช่น เครื่องมือและระดับของสิทธิในการเข้าใช้ที่จัดหาไว้ให้ก็จะมีความแตกต่างกันไปตามแต่การใช้งานของแต่ละกลุ่ม ตามปกติแล้วเครื่องมือที่ระบบบริหารจัดการรายวิชาต้องจัดหาไว้ให้กับผู้ใช้ ได้แก่ พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการทำแบบทดสอบ แบบสอบถาม การจัดการกับแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ระบบบริหารจัดการรายวิชาที่สมบูรณ์จะจัดหาเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารไว้สำหรับผู้ใช้ระบบไม่ว่าจะ

เป็นในลักษณะของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) หรือเว็บบอร์ด (Web Board) บางระบบก็ยัง จัดหาองค์ประกอบพิเศษอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อีกมากมาย เช่น การจัดให้ผู้ใช้ สามารถเข้าดูคะแนนการทดสอบคุณสติการเข้าใช้งานในระบบการอนุญาตให้ผู้ใช้สร้างตารางการเรียน ปฏิทินการเรียน เป็นต้น

### 3. โหมดการติดต่อสื่อสาร (Modes Communication)

องค์ประกอบสำคัญของบทเรียนสำหรับบทเรียนที่ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตที่ขาดไม่ได้อีก ประการหนึ่ง ก็คือการจัดให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอน วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ รวมทั้งผู้เรียนด้วยกัน ในลักษณะที่หลากหลายสะดวกต่อผู้ใช้ กล่าวคือเครื่องมือที่จัดหาให้ไว้ให้ผู้เรียน ใช้ได้มากกว่า 1 รูปแบบรวมทั้งเครื่องมือนั้นจะต้องมีความสะดวกต่อการใช้ (user friendly) ด้วย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ติดต่อสื่อสาร บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต ควรจัดหาให้ผู้เรียน ได้แก่

3.1. การประชุมทางคอมพิวเตอร์ทั้งในลักษณะของการติดต่อสื่อสารแบบต่างเวลา (Asynchronous) เช่น การแลกเปลี่ยนข้อความผ่านกระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ที่รู้จักกันในชื่อ ของเว็บบอร์ด (Web Board) เป็นต้นเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

3.2. ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสาร กับผู้สอน หรือผู้เรียนอื่นๆ ในลักษณะรายบุคคล การส่งงานและผลการป้อนกลับให้ผู้เรียน ผู้สอน สามารถให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้เรียนรายบุคคล ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผู้สอนสามารถใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ในการ ให้ความคิดเห็นและผลป้อนกลับที่ทันต่อเหตุการณ์

### 4. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

องค์ประกอบสุดท้ายของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต แต่ไม่ได้มีความสำคัญน้อยที่สุด แต่อย่างใด ได้แก่ การจัดให้ผู้เรียนมีโอกาสในการโต้ตอบกับเนื้อหาในรูปแบบของการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 การจัดให้มีแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน

เนื้อหาที่มีการนำเสนอจำเป็นต้องมีการจัดหาแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบ ความเข้าใจไว้ด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เป็นระบบการเรียนการสอน ซึ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีแบบฝึกหัด เพื่อการตรวจสอบว่าตนเข้าใจและรอบรู้ในเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเองมาแล้วเป็นอย่างดีหรือไม่อย่างไร อีกทั้งการทำแบบฝึกหัดจะทำให้ผู้เรียนทราบได้สำคนนั้นพร้อมสำหรับการทดสอบ การประเมินผล แล้วหรือไม่

#### 4.2 การจัดให้มีแบบทดสอบสำหรับผู้เรียน

แบบทดสอบสามารถอยู่ในรูปของแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังเรียน ก็ได้ สำหรับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตแล้ว ระบบบริหารการจัดการรายวิชา ทำให้ผู้สอน

สามารถสนับสนุนการออกข้อสอบของผู้สอนได้หลากหลาย ลักษณะ กล่าวคือ ผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินผลในลักษณะของอัตนัย ถูกผิด การจับคู่ (ลากและวาง) การส่งข้อความให้เพื่อนช่วยตรวจ ฯลฯ นอกจากนี้ยังให้ผู้สอนมีความสะดวกสบายในการจัดการ การสอบเพราะผู้สอนสามารถที่จะจัดทำข้อสอบ ในลักษณะคลังข้อสอบไว้เพื่อเลือกในการนำกลับมาใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ในการคำนวณและตัดเกรด ระบบบริหารจัดการรายการรายวิชาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ยังสามารถช่วยให้การประเมินผลการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างควก เนื่องระบบบริหารการจัดการรายวิชา จะช่วยทำให้การคิดคะแนนของผู้เรียน การตัดเกรดเป็นเรื่องง่ายขึ้น เพราะระบบจะอนุญาตให้ผู้สอนเลือกได้ว่าต้องการที่จะมีผลการเรียนในลักษณะใด เช่น อิงกลุ่มอิงเกณฑ์ หรือ ใช้สถิติในการคิดคำนวณในลักษณะใด เช่น การใช้ค่าเฉลี่ย ค่า T-Score เป็นต้น

## 2.4 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ Alessi and Trollip ที่มีอยู่ 7 ขั้น (อ้างใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541 : 29 -39) ทางผู้วิจัยนำมาอยู่ 4 ขั้นตอน และขั้นตอนที่ 5 ของ อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530 : 80-84) มาดัดแปลงใช้ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม(Preparation)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design instruction)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม (Program lesson)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and revise)

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ (Efficiency of the lesson)

### 2.4.1 กรอบแนวคิดของ Alessi and Trollip

กรอบแนวคิดของ Alessi and Trollip (อ้างใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541: 29 -39) มีอยู่ 7 ขั้นตอนดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ขั้นตอนแรกของการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนในการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบบทเรียนในขั้นตอนการเตรียมนี้ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์หลังจากนั้นผู้ออกแบบควรที่จะเตรียมการรวบรวมข้อมูลนอกจากนี้ยังควรที่จะเรียนรู้เนื้อหา เพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิดในที่สุด

##### 1. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (determine goals and objectives)

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลักเป็นบทเรียนเสริม เป็น

แบบฝึกหัดเพิ่มเติมหรือเป็นแบบทดสอบ เป็นต้น รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้ว จะสามารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนจะสามารถยกตัวอย่างได้หรืออธิบายได้ เป็นต้น

นอกจากนี้ก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียนได้นั้นผู้ออกแบบควรที่จะสร้างพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเสียก่อน เพราะความรู้พื้นฐานของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน ดังนั้นในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายนี้อาจครอบคลุมถึงการทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียนผู้เรียนหรือรวมไปถึงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและความต้องการของกลุ่มเป้าหมายด้วย

## 2. รวบรวมข้อมูล (collect resources)

การรวบรวมข้อมูล หมายถึงการเตรียมพร้อมทางด้านทรัพยากรสารสนเทศ (information resources) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา (materials) การพัฒนาและการออกแบบบทเรียน (instructional development) และสื่อในการเสนอบทเรียน (instructional delivery system) ซึ่งในที่นี้ก็คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง ทรัพยากรในส่วนของเนื้อหาได้แก่ตำรา หนังสือวารสารทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง สไลด์ ภาพต่างๆ และที่สำคัญก็คือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้น ส่วนทรัพยากรในส่วนของ การออกแบบบทเรียน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ คู่มือต่างๆ ทั้งของคอมพิวเตอร์ และของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการใช้และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในที่สุด

## 3. เรียนรู้เนื้อหา (Learn content)

ผู้ออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาก็จะต้องหาความรู้ทางด้าน การออกแบบบทเรียน หรือหากเป็นผู้ออกแบบบทเรียนก็จะต้องหาความรู้ด้านเนื้อหาควบคู่กันไป แม้ในกรณีที่ทำงานกันเป็นทีม ผู้ออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เนื้อหาด้วย สำหรับผู้ออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แล้ว การเรียนรู้เนื้อหาอาจทำได้ในหลายลักษณะ เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือหรือเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาของบทเรียน เป็นต้น การเรียนรู้เนื้อหาเป็นสิ่งสมควรอย่างยิ่งสำหรับผู้ออกแบบเนื่องจากความไม่รู้เนื้อหานี้จะทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียน กล่าวคือผู้ออกแบบจะไม่สามารถออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพได้ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการออกแบบ การชี้แนวทางการเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหา การให้ผลป้อนกลับ ตลอดจน การทดสอบความรู้ของผู้เรียน อีกนัยหนึ่งก็คือ ความเข้าใจเนื้อหาในระดับผิวเผินนั้น ก็จะส่งผลให้การได้มาซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะที่ไม่สามารถทำทาบบทเรียนในทางสร้างสรรค์ได้

## 4. สร้างความคิด (generate ideas)

ขั้นตอนการสร้างความคิดนี้คือการระดมสมองนั่นเอง การระดมสมองหมายถึง การกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น โดยความคิดสร้างสรรค์ในขั้นนี้จะยึดถือปริมาณมากกว่าการประเมินค่าความถูกต้องเหมาะสม

การระดมสมองมีกติกาอยู่ด้วยกัน 4 ประการ ได้แก่ การห้ามวิจารณ์, การคิดโดยอิสระ, การเน้นปริมาณ และการกระตุ้นความคิดอย่างต่อเนื่อง การสร้างความคิดโดยการระดมสมองมีความสำคัญมากเพราะจะทำให้เกิดข้อคิดเห็นต่างๆ อันจะนำมาซึ่งแนวคิดที่ดีและน่าสนใจในที่สุด

## ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design instruction)

การออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิดการวิเคราะห์งานและแนวคิดการออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินการแก้ไขการออกแบบ ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นตอนหนึ่งในการกำหนดว่าบทเรียนจะออกมามีลักษณะใด

### 1. ทอนความคิด (elimination of ideas)

หลังจากการระดมสมองแล้วนักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่าข้อคิดใดที่น่าสนใจ การทอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ เนื่องจากเหตุผลใดก็ตามหรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไปและรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่นั้นมาพิจารณาอีกครั้ง ซึ่งในช่วงการพิจารณาอีกครั้งหนึ่งนี้อาจรวมไปถึงการซักถาม อภิปรายถึงรายละเอียดและขัดเกลาข้อคิดต่างๆ อีกด้วย

### 2. วิเคราะห์งานและแนวคิด (task and concept analysis)

การวิเคราะห์งาน (task analysis) เป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์งานในการเรียนการสอนเรื่องวิธีการใช้กล้องถ่ายวิดีโอทัศนนั้น ขั้นตอนเนื้อหาการสอนที่เหมาะสมอาจ ได้แก่ การสอนวิธีการเปิดเครื่อง การใส่เทป การใช้ปุ่มควบคุมต่างๆ และหลังจากนั้นจึงสอนทักษะที่ต้องใช้ทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่ได้สอนไปแล้วผนวกเข้าด้วยกัน เช่น การถ่ายภาพวิดีโอทัศนในบรรยากาศต่างๆ เช่น ในสถานที่ที่มีมืดหรือสว่างมากซึ่งต้องการทักษะพื้นฐานระดับเบื้องต้นในการใช้กล้องเสียก่อน เป็นต้น จนในที่สุดผู้เรียนก็สามารถเรียนรู้การใช้กล้องถ่ายวิดีโอทัศนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิดคือ ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณาทั้งนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียน และเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น การคิดวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดรวมไปถึงการนำเนื้อหาทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาอย่างละเอียดและตัดเนื้อหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปหรือที่ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่ายออกไป ดังนั้นการวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์แนวคิดถือเป็นการคิดวิเคราะห์ที่มีความสำคัญมากทั้งนี้เพื่อหาหลักการการเรียนรู้ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

### 3. ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (preliminary lesson description)

หลังจากที่มีการวิเคราะห์งานและแนวคิด ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นมาผสมผสานให้กลมกลืนและออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยการผสมผสานงานและแนวคิดเหล่านี้จะต้องทำภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้

#### 4. ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (evaluation and revision of the design)

การประเมินและแก้ไขในขั้นตอนการออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการออกแบบ บทเรียนอย่างมีระบบ การประเมินนั้นเป็นสิ่งที่ต้องทำอยู่เรื่อย เป็นระยะ ๆ ระหว่างการออกแบบ ไม่ใช่หลังการออกแบบแล้วจึงควรที่จะมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบ และโดยผู้เรียนซักกรอบหนึ่งเสียก่อน การประเมินนี้อาจหมายถึงการทดสอบว่าผู้เรียนจะสามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่การรวบรวมทรัพยากรทางด้านข้อมูลต่างๆ มากขึ้น การหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเพิ่มขึ้น การทอนความคิดออกไปอีก การปรับแก้การวิเคราะห์งานหรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนประเภทของบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลังจากทำการแก้ไขแล้วอาจที่จะทำการย้อนกลับไปประเมิน จนกระทั่งได้บทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพเป็นที่พอใจกับทุกฝ่ายในทีม ก่อนที่จะดำเนินการออกแบบในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

#### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flow chart lesson)

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ก็เพราะบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะสามารถถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนผังงานจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการสร้างสตอรี่บอร์ด หากการเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม เช่น อะไรเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด หรือเมื่อไรที่จะมีการจบบทเรียน เป็นต้น

#### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create story board)

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นขั้นตอนของการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ สตอรี่บอร์ดนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ดรวมไปถึง การเขียนสคริปต์ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ซึ่งได้แก่เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำคำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

ในขั้นนี้ควรที่จะมีการประเมินและทบทวนแก้ไขบทเรียนจากสตอรี่บอร์ด จนกระทั่งผู้ร่วมงานในทีมทุกฝ่ายพอใจกับคุณภาพของบทเรียนเสียก่อน นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบแล้ว ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายซึ่งไม่สัมผัสในเนื้อหาควรที่จะมีส่วนในการประเมิน ทั้งนี้เพื่อช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาที่อาจสับสน ไม่ชัดเจน ตกหล่นและเนื้อหาที่อาจจะยากหรือง่ายจนเกินไปสำหรับผู้เรียน

### ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง / เขียนโปรแกรม (Program lesson)

ขั้นตอนการสร้าง/การเขียนโปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมนั้นหมายถึง การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนผ่านเพื่อการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ในการสร้างบทเรียน เช่น Multimedia Tool Book ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการสร้างนั้น ผู้ใช้จะสามารถได้มาซึ่งงานที่ตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างได้ส่วนหนึ่ง หากโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์นี้ไม่เหมาะแก่การทำงานที่มีความซับซ้อนมากอย่างไรก็ดีเมื่อผู้ออกแบบเลือกแล้วที่จะสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้ออกแบบจะต้องใช้เวลาในการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม

### ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce supporting materials)

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบบทเรียนแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆ ไปผู้เรียนและผู้สอนย่อมมีความต้องการแตกต่างกันไป ดังนั้นคู่มือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจึงต้องไม่เหมือนกัน ผู้สอนอาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม การเข้าไปดูข้อมูลผู้เรียน และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ในหลักสูตรนอกจากนี้อาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจว่าจะใช้โปรแกรมนั้นหรือไม่ และใช้อย่างไรผู้เรียนอาจต้องการข้อมูลในการจัดการกับบทเรียน และการสืบไปในบทเรียนคู่มือปัญหาเทคนิคก็มีความจำเป็นหากการติดตั้งบทเรียนมีความสลับซับซ้อนหรือต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น การติดตั้งแลน เป็นต้น เอกสารเพิ่มเติมประกอบก็อาจได้แก่ แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบ หรือเอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนต่างๆ

### ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมดควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอที่ผู้ที่เกี่ยวข้องจะทำการประเมินคือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินในการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนจากบทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นๆ แล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดลองนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

## 2.4.2 วิธีระบบ (System Approach) (อ้างใน อร์พันท์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 80-84)

การสร้างงานใดๆ ก็ตาม การนำวิธีระบบ (System Approach) เข้าไปช่วยให้งานนั้นดำเนินไปอย่างมีระบบระเบียบเป็นขั้นตอน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบแต่ละขั้นตอนได้ และสามารถปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนได้โดยไม่ต้องไปรื้อขั้นตอนทั้งหมด ซึ่งมีอยู่ 7 ขั้นตอนดังนี้

### ขั้นที่ 1 ศึกษาเนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป

การพิจารณาเลือกเนื้อหาที่จะมาเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องคำนึงว่าเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับให้เรียนเป็นรายบุคคล หมายความว่า การเรียนกับคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนตัวต่อตัว ดังนั้นถ้าเป็นเนื้อหาวิชาที่ต้องการเรียนเป็นกลุ่มหรือวิธีอื่น หากนำมาใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาเนื้อหาแล้วต้องกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของเนื้อหานั้น โดยผู้สร้างต้องคำนึงว่า ในบทเรียนแต่ละบทนั้นจะให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อใด เมื่อกำหนดได้แล้วจึงเลือกเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อนั้น ในขั้นนี้ผู้สร้างต้องตัดสินใจว่า หัวข้อเนื้อหาใดต้องการจะกล่าวถึงอย่างละเอียดและลึกซึ้ง หัวข้อไหนไม่จำเป็นต้องพูดละเอียด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ระยะเวลาในการเรียน และงบประมาณ

### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ผู้เรียน

การที่จะเตรียมบทเรียนหนึ่งๆ นั้นจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนว่าอยู่ระดับใด ประสบการณ์เดิมเป็นอย่างไร นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาว่าผู้เรียนนั้นอยู่ในระยะเวลาความสนใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด และมีแรงกระตุ้นอย่างไร ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนนี้จะเป็นสิ่งช่วยผู้ผลิตในการตัดสินใจเลือกเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ ตลอดจนออกแบบบทเรียนได้อย่างเหมาะสม

### ขั้นที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการสร้างบทเรียน หรือแม้แต่การสอน โดยวิธีอื่นๆ เพราะวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเปรียบเสมือนเข็มทิศ หรือเครื่องชี้แนวทาง และจะเป็นเครื่องกำหนดรูปแบบของกระบวนการเรียนการสอนตลอดเป็นเกณฑ์ในการประเมินด้วย ในการเรียนการสอน สิ่งที่เราหวังให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์ หรือที่เรียกว่า เกิดการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ เจตพิสัย ทักษะพิสัย และพุทธิพิสัย ดังนั้นการตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องเกี่ยวข้องกับด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้ง 3 ด้าน

### ขั้นที่ 4 วิเคราะห์หัวข้อการสอน

จากเนื้อหาที่พิจารณาเลือกไว้แล้ว จำเป็นต้องแยกเป็นหน่วยย่อยๆ หรือเป็นตอนสั้นๆ เรียงจากง่ายไปหายาก หรือถ้าเนื้อหานั้นจะต้องต่อเนื่องกันเป็นลำดับ ก็ต้องจัดลำดับไว้โดยอาศัย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้แล้วด้วย หรืออาจจะเริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ไม่รู้ในแต่ละหน่วยย่อยควรมีความสมบูรณ์อยู่ในหน่วยเพื่อให้ผู้เรียนไม่สับสน

### ขั้นที่ 5 ออกแบบบทเรียน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ควรให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบบของบทเรียน โปรแกรมสำเร็จรูปปกติเข้ามาประยุกต์ใช้ด้วย โดยทั่วไปแล้วบทเรียนแต่ละตอนจะต้องประกอบด้วยสิ่งต่างๆต่อไปนี้

1. นำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียน โดยเลือกสิ่งเร้าเช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต และการนำเสนอสิ่งเร้าอื่นๆ เพื่อเรียกความสนใจ
2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละตอนจะต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจก่อนเรียนว่า หลังจากเรียนบทเรียนนั้นแล้วผู้เรียนจะสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างไรบ้าง
3. ตัวเนื้อหา ในแต่ละตอนจะต้องพยายามทำเนื้อหาให้น่าสนใจครอบคลุมเรื่องที่จะสอนให้พอเหมาะ อธิบายขยายความในสิ่งที่ควรอธิบาย ตัดตอนบางส่วนที่ไม่สำคัญให้กระชับขึ้น และถ้าเป็นไปได้ เนื้อหานั้นควรมีความเพลิดเพลินและเรียนต่อเนื่องๆ ไม่รู้เบื่อ
4. สรุปรูป เป็นการสรุปย่อเตือนให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในประเด็นสำคัญตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ เป็นการกระชับความคิดรวบยอดของผู้เรียนให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น
5. แบบฝึกหัดจะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าเรียนรู้ในบทเรียนนั้นอย่างถูกต้องและแม่นยำ แบบฝึกหัดแต่ละข้อควรให้ข้อมูลย้อนกลับทันที เพื่อเสริมแรงของการตอบสนองให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น

### ขั้นที่ 6 สร้างบทเรียน

เมื่อได้รูปแบบบทเรียนแล้วขั้นต่อไปคือ ลงมือสร้างตามแบบ วิธีที่ง่ายก็คือร่างลงกรอบหรือเฟรมไว้ก่อน โดยเขียนหมายเลขกำกับไว้ ในแต่ละกรอบจะให้มีรูปภาพอะไรต้องเขียนให้ครบถ้วนตามที่ต้องการให้ปรากฏบนจอ (พร้อมทั้งคำสั่งที่จะให้ผู้เรียนเลือกหรือตอบสนอง) แต่ถ้าเกรงจะยุ่งยากจะเขียนเป็นแผนภูมิภายหลังได้ สำหรับกรอบที่ร่างไว้นั้นควรร่างต่อเนื่องกันไปตั้งแต่ต้นจนจบในแต่ละตอน ภายในกรอบจะต้องเขียนโน้ต สำหรับเป็นแนวทางในการใช้ คำสั่งถ้าเป็นโปรแกรมแตกกิ่งต้องบอกกรอบที่จะให้ข้ามไป หรือย้อนกลับ

### ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ (Efficiency of the lesson)

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน (efficiency of the lesson) อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้บทเรียนที่สมบูรณ์แล้วก่อนนำบทเรียนไปใช้กับผู้เรียนควรได้นำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปทดลอง โดยหากกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ ประมาณ 2-3 คนก่อนเพื่อจะได้ตรวจสอบการใช้ถ้อยคำสำนวน

หรือคำสั่งที่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

#### 2.4.3 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. โปรแกรม Macromedia dream weaver ในส่วนของการสร้างเว็บเพจนั้น สามารถทำได้ด้วยกัน 2 แบบ ได้แก่

1) สร้างเว็บเพจด้วยภาษา HTML โดยการเปิดโปรแกรมสร้างเอกสาร (text editor) ทั่วๆ ไปหรือโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น coffee cup HTML editor หรือสร้างจากโปรแกรม Note pad ก็ได้โดยการใส่ tag ของภาษา HTML เพื่อสร้างเอกสารหลายมิติ ดังกล่าว

2) WYSIWYG (What-You-See-Is-What-You-Get) โดยโปรแกรมแบบวิสสิวิกี้ จะสร้างเอกสารโดยการนำรูปภาพหรือข้อความ มาแปะบนเว็บเพจโดยตรงและเมื่อแสดงผลเว็บเพจที่ได้เมื่อดูจากบราวเซอร์หรือพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ จะปรากฏหน้าตาเว็บเพจเหมือนกับขั้นตอนในการสร้างเว็บเพจนี้ด้วย ซึ่งจะใช้งานได้ง่ายกว่ามากโดยไม่จำเป็นต้องรู้ภาษา HTML เลยสามารถสร้างเว็บเพจได้ด้วยวิธีง่ายๆ โปรแกรมที่สามารถตอบสนองการสร้างเว็บเพจแบบ WYSIWYS ได้แก่ Dreamweaver โปรแกรม Dreamweaver เป็นโปรแกรมช่วยออกแบบเว็บเพจแบบ WYSIWYG โปรแกรมหนึ่ง ที่มีความสามารถในการออกแบบเว็บเพจและการจัดการเว็บไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับสำหรับ webmaster และผู้สนใจอย่างทั่วถึงไม่ด้อยไปกว่าโปรแกรมออกแบบเว็บเพจอื่นๆ เลย

2. โปรแกรม Adobe Photoshop เป็นโปรแกรมตกแต่งภาพที่เรียกว่า Photo Retouching ได้รับการยอมรับว่าเป็นโปรแกรมมาตรฐานสำหรับตกแต่งภาพที่มีความสามารถยอดเยี่ยมที่สุด สร้างภาพที่มีความซับซ้อนได้อย่างดีเยี่ยม สานฝันและจินตนาการให้กับศิลปิน รวมทั้งผู้ที่ใช้ทั้งมืออาชีพและมีมือสมัครเล่นได้อย่างไรขีดจำกัด

จุดเด่นของโปรแกรมที่สำคัญประการหนึ่ง คือ มีจำนวนฟิลเตอร์สำหรับการปรับแต่งภาพมากมาย สามารถสร้างภาพเทคนิคต่างๆ ได้ภายในชั้นเดียวตอนเดียว

3. โปรแกรม Macromedia Flash เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้าง Multimedia ที่ยอดเยี่ยม สามารถแสดงภาพและเสียงได้สมบูรณ์ ที่สำคัญคือ ใช้งานและสามารถทำงานได้หลากหลายไม่ว่าจะทำเว็บไซต์เกมส์ การนำเสนอผลงานเป็นต้น นอกจากการใช้สร้างเว็บแล้ว เรายังสามารถนำ Flash ไปใช้ในการสร้างภาพกราฟิกการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสไลด์โชว์ เกมส์ และการสร้างโปรแกรมที่ได้ตอบกับผู้ใช้ได้ด้วย Flash จึงมีคุณสมบัติที่หลากหลาย ใช้งานง่าย และให้ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กไม่เปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บ

## 2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน (efficiency of the lesson) อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่าในกรณีที่ได้บทเรียนที่สมบูรณ์แล้วก่อนนำบทเรียนไปใช้กับผู้เรียนควรได้นำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปทดลอง โดยหากกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ ประมาณ 2-3 คนก่อนเพื่อจะได้ตรวจสอบการใช้ถ้อยคำสำนวนหรือคำสั่งว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็นคะแนนของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกบทเรียน เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน กับคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนครบทุกบทเรียนแล้ว โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x / N}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F / N}{B} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	=	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$E_2$	=	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	$\sum x$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$\sum F$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกบทเรียน
	$N$	=	จำนวนผู้เรียน
	$A$	=	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$B$	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกบทเรียน

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรศักดิ์ คุณเจตน์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนผ่านระบบเครือข่าย อินทราเน็ต เรื่องระบบเครือข่ายท้องถิ่น สำหรับนักศึกษาศาสนาบันเทศโน โลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องระบบเครือข่ายท้องถิ่น สำหรับนักศึกษาศาสนาบันเทศโน โลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 87.78/80.58 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สุวรรณ โพร้ทอง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องการใช้โปรแกรม Outlook Express 5 สำหรับพนักงานบริษัท วิริยะประกันภัย จำกัด ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องการใช้โปรแกรม Outlook Express 5 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ใน ระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.44/84.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ซึ่งสามารถ นำไปใช้เป็นที่การเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ใหม่ เจริญธรรม (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.64$ ) คุณภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมคุณภาพอยู่ใน ระดับดี ( $\bar{x} = 4.55$ ) ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.76/84.71

เมธี พรหมศิลา (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารโยแสง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารโยแสง และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยตั้งสมมติฐานว่าบทเรียนนี้มีคุณภาพตาม ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีและให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารโยแสงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีมาก
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ธวัชชัย จิตต์สนธิ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 จำนวน 12 บทเรียน โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาระดับประกาศาวิชาชีพระดับสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค ฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.52/82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วิเชียร พุ่มพวง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.01/82.56 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 คอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ พนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมจำนวน 114 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือพนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคม โดยยังไม่เคยผ่านการอบรม เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 90)

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช
2. แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วยแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถทำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E1/E2)

$E_1$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน

$E_2$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.1 การสร้างบทเรียน

การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช โดยนำแนวคิดของ Alessi and Trollip และ แนวคิดของอรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ มาประยุกต์ใช้ในการสร้างบทเรียน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของบทเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นความรู้ในการเตรียมการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาหลักการสร้างชุดฝึกอบรม ที่เป็นบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ต ได้แก่ขั้นตอนในการเตรียม การออกแบบบทเรียน การเขียนผังงาน การสร้างสตอรี่บอร์ด การสร้างและการเขียนโปรแกรม โดยได้ศึกษาจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย สิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องและอาจารย์ที่ปรึกษา

2. ศึกษาเนื้อหา เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช วัตถุประสงค์ของหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาเนื้อหาบทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการวัดผล และคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมจาก คู่มือ และเอกสารประกอบที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมและจากวิทยากรผู้สอน จากเนื้อหาเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช สามารถแบ่งได้เป็น 4 หน่วย และในแต่ละหน่วยก็จะแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

#### หน่วยที่ 1 SDH Overview

##### 1.1 SDH Overview

##### 1.2 Plesiochonus Digital Hierachy(PDH)

##### 1.3 Advantage of SDH

##### 1.4 Disadvantage of SDH

#### หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

##### 2.1 SDH Frame Structure

##### 2.2 Multiplexing Structure and Procedures

##### 2.2.1 Multiplexing 140 Mb/s signal in to STM-1

##### 2.2.2 Multiplexing 34 Mb/s signal in to STM-1

##### 2.2.3 Multiplexing 2 Mb/s signal in to STM-1

### หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer

#### 3.1 Overhead

##### 3.1.1 Section Overhead

##### 3.1.2 Path Overhead

#### 3.2 Pointers

##### 3.2.1 Administrative Unit Pointer (AU-PTR)

##### 3.2.2 Tributary Unit Pointer (TU-PTR)

### หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH

#### 4.1 Common Network Element of SDH Network

#### 4.2 Logic Function Block of SDH equipment

### 3. การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (แสดงไว้ในภาคผนวก ก)

#### ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

การออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้เรียงลำดับการนำเสนอ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ออกแบบกรอบหน้าจอให้ผู้เรียนทราบละเอียดวิชา และแนะนำการใช้บทเรียน
2. ออกแบบหน้าจอบทเรียนแต่ละบทเรียน โดยรูปแบบของบทเรียนจะเป็นแบบเชิงเส้น
3. กรอบเนื้อหาของแต่ละบทเรียน เมื่อผู้เรียนเลือกบทเรียนแล้วจะเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ รูปแบบภายในบทเรียนจะเป็นแบบเชิงเส้น
4. ออกแบบกรอบแบบฝึกหัด ในแต่ละบทเรียนเป็นแบบฝึกหัดปรนัย 4 ตัวเลือก
5. ออกแบบกรอบเนื้อหาตอนจบบทเรียน
6. นำเสนอเนื้อหาที่มีตัวอย่างการคำนวณ ส่วนขยายในการคำนวณ รูปภาพประกอบชัดเจน การจำลองการประมวลผลสัญญาณเชิงเลข เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เข้าใจเนื้อหาวิชา การประมวลผลสัญญาณเชิงเลข
7. นำเนื้อหาที่ได้เขียนกรอบเนื้อหาแล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะดำเนินการสร้างบทเรียน

#### ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนบทเรียน (program lesson)

ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ตามลำดับดังนี้

1. จัดหาภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว การจำลองสถานการณ์ และ โปรแกรมที่สนับสนุน รวมทั้งทางด้านตกแต่งกราฟิกให้พร้อมที่จะนำมาใช้ในการสร้างบทเรียน

2. สร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช โดยใช้โปรแกรมต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสร้างบทเรียนดังนี้

- 2.1 โปรแกรม Macromedia Dreamweaver ในการสร้างบทเรียน
- 2.2 โปรแกรม Adobe Photoshop สำหรับตกแต่งภาพ
- 2.3 โปรแกรม Macromedia Flash สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว
- 2.4 โปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

#### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

การประเมินและแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีลำดับขั้นดังนี้

1. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย

1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พิจารณาจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) นายภราดา สุขยิ่ง ที่ปรึกษาการจัดทำข้อกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH และตรวจสอบการติดตั้งระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH ตามโครงการพัฒนาระบบสื่อสารระยะที่ 2 จากศูนย์บริการวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(2) นายสรารุช บัวชม หัวหน้าแผนกออกแบบระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(3) นายสุภทัต อินทร์ขาว หัวหน้าแผนกบริหารงานติดตั้งระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ตามรายการที่ประเมิน 10 รายการ จำนวน 4 บทเรียน พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.18$ , S.D. = 0.24) แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับเนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.1)

1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อพิจารณาจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) นายประเสริฐ เรืองหนู ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาบุคลากร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(3) นายสมร การะเกษ หัวหน้าแผนกฝึกอบรมด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และโทรคมนาคม กองฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาบุคลากร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.26$  , S.D. = 0.21) แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับการผลิตสื่อ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.2)

2. ปรับปรุงและแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

1) สีของตัวอักษร แต่ละหัวข้อ และรายละเอียด ควรให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันทุกบทเรียน และให้เข้มข้นเพื่อให้อ่านได้สะดวก

2) ตรวจสอบและให้แก้ไขคำที่สะกดผิด

3. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับพนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ไม่เคยได้รับการอบรมในหลักสูตรนี้มาก่อน จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนและสอบถามผู้เรียนแล้วบันทึกข้อบกพร่องและสิ่งที่ควรนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนเพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

ผลจากการทดลอง การใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ครั้งที่ 1 พบว่ามีข้อบกพร่องดังนี้

- 1) พิมพ์ข้อความบางตอนผิด โดยผู้เรียนได้บอกว่าพบในหน่วยไหนและหัวข้อใดบ้าง
- 2) บางภาพควรมีคำอธิบายรายละเอียดให้มากขึ้น
- 3) ควรปรับสีของตัวอักษรให้ดูแล้วสบายตายิ่งขึ้น

ผู้วิจัยนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนตามที่ ผู้เรียนเสนอแนะเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

4. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ได้ปรับปรุงจากข้อที่แล้ว ไปทดลองครั้งที่ 2 กับพนักงานช่างและวิศวกร อีกจำนวน 6 คน จากผู้วิจัยคอยสังเกตและบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยได้ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

- 1) ข้อความบางตอนของบทเรียนไม่ชัดเจน ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ยาก
- 2) ควรเพิ่ม Link เนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือ เพิ่มที่มาของเนื้อหา (Reference)

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนอีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างจริง

5 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปทดลองหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน เพื่อนำวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

**ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน (efficiency of the lesson)**

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ได้จากการทำคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. จากการทำแบบฝึกหัดเมื่อเรียบจบแต่ละบทเรียน เพื่อหาค่าคะแนนร้อยละของการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน

2. จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียบครบทุกบทเรียนแล้ว เพื่อหาค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละของการทำแบบทดสอบ

จากขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนออกมา ดังแสดงในภาพที่ 3.1

### 3.2.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ใช้สำหรับแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้านได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนนโดย มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (Best. 1970 : 179 -187)

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับคือ

ระดับ 5	=	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 4	=	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 3	=	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 2	=	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1	=	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

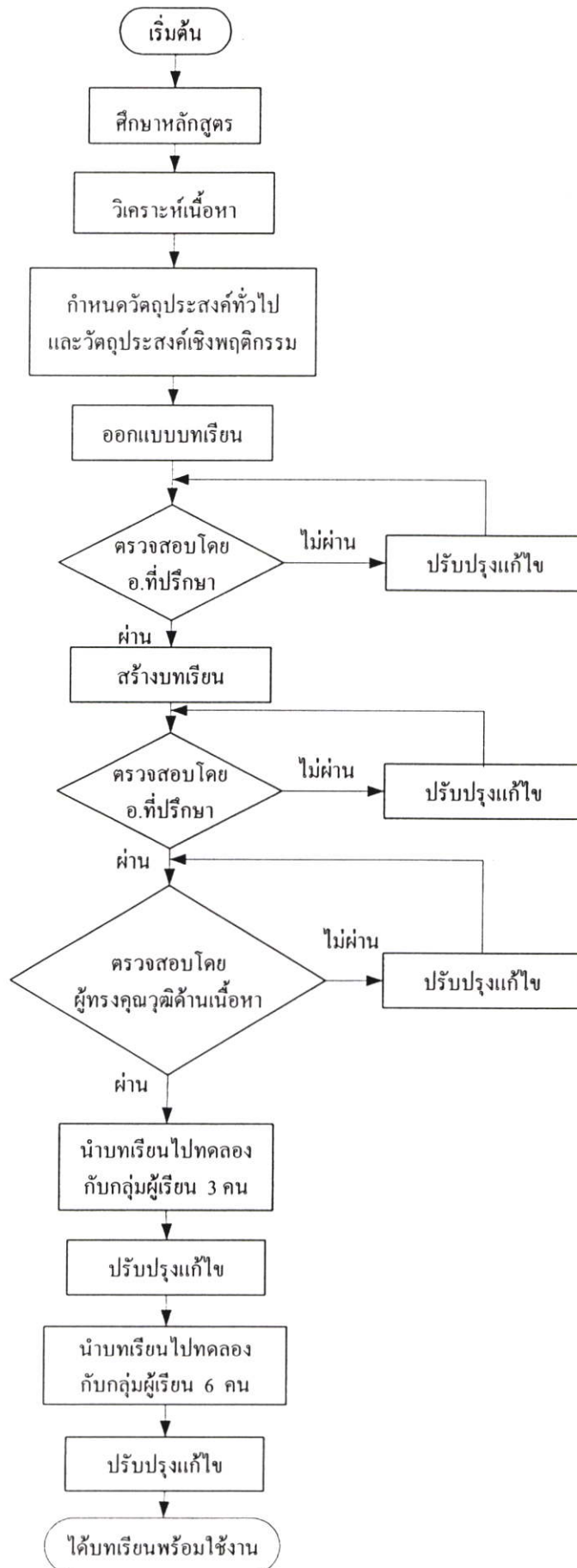
เกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน จัดระดับค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 4.50 - 5.00	=	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ 3.50 - 4.49	=	ระดับคุณภาพดี
ระดับ 2.50 - 3.49	=	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ 1.50 - 2.49	=	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ 1.00 - 1.49	=	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้วแต่ละด้านมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งในการประเมินนั้นจะต้องได้รับคุณภาพดีขึ้นไป ( $\bar{X} \geq 3.5$ ) จึงจะถือว่า ผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (นวลวรรณทิพย์สุมณฑา. 2544 : 61)



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากผู้เรียนได้เรียนบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ครบทุกบทเรียนและ ได้ทำแบบทดสอบที่เป็นแบบ ปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งได้ดำเนินการสร้างตามลำดับ ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการสร้าง วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นทำการ วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ตรงตามเนื้อหาซึ่งมีเกณฑ์การให้ คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้คะแนนเป็น 0

3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปหาคุณภาพด้วยการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไป ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณาดังนี้

1. นายภราดา สุขยั้ง ที่ปรึกษาการจัดทำข้อกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของ ระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH และตรวจสอบการติดตั้งระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH ตามโครงการพัฒนา ระบบสื่อสารระยะที่ 2 จากศูนย์บริการวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นายสรารัฐ บัวชม หัวหน้าแผนกออกแบบระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3. นายศุภทัต อินทร์ขาว หัวหน้าแผนกบริหารงานติดตั้งระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แน่ใจว่ามีความ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แน่ใจว่าไม่มีความ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index Of Congruency) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมโดยใช้สูตร (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 :117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

$n$  = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้งาน (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 61)

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 60 ข้อ ได้คำถามที่มีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด 55 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1 ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะและให้ปรับปรุงข้อสอบจำนวน 5 ข้อเกี่ยวกับคำถามและคำตอบให้มีความชัดเจน ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินอีกครั้ง

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับพนักงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่เคยได้รับการอบรม เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จำนวน 20 คน เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่า ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบมากกว่า 1 คำตอบให้คะแนนเป็น 0

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมารวมคะแนน เรียงจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดไปหาคนที่ได้คะแนนต่ำสุด

8) คัดเลือกเอาคะแนนต่ำสุดขึ้นมา 50 % ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มต่ำ และคัดเลือกเอาคะแนนสูงสุดลงไป 50 % ของจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมดซึ่งจัดว่าเป็นกลุ่มสูง

9) หาความถี่ของคนตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อและมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ เพื่อเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 โดยใช้สูตร (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2538 : 237) ดังนี้

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

เมื่อ p = ระดับความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$f_H$  = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

$$\begin{aligned}
 f_L &= \text{จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ} \\
 N_H &= \text{จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง} \\
 N_L &= \text{จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ}
 \end{aligned}$$

เกณฑ์ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.80 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี)
0.20 – 0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.20	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

จากการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 60 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.35 – 0.8 หมายถึงค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย (รายละเอียดตามภาคผนวก ง ตารางที่ ง.6)

10) หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยเฉลี่ยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์และเนื้อหา แล้วปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในบางรายข้อเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์โดยใช้สูตร (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2538 : 237) ดังนี้

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ	$r$	=	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	$f_H$	=	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$f_L$	=	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	=	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

เกณฑ์ขอบเขตของค่า r และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบไม่ควรนำมาใช้

จากการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 – 0.50 (รายละเอียดตามภาคผนวก ง ตารางที่ ง 6)

11) หาคความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร  $KR_{20}$  ของ Kuder - Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2538 : 142)

$$r_u = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.3)$$

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

เมื่อ	$r_u$	=	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$K$	=	จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด
	$p$	=	สัดส่วนจำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด
	$q$	=	$1 - p$
	$S^2$	=	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.90 (หมายถึง ข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูง) โดยเกณฑ์ขอบเขตของค่า  $r_u$  และความหมาย

0.7 - 1	มีความเชื่อมั่นสูง
0.3 - 0.7	มีความเชื่อปานกลาง
น้อยกว่า 0.3	มีความเชื่อมั่นต่ำ

12) ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียน ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ต่อไป

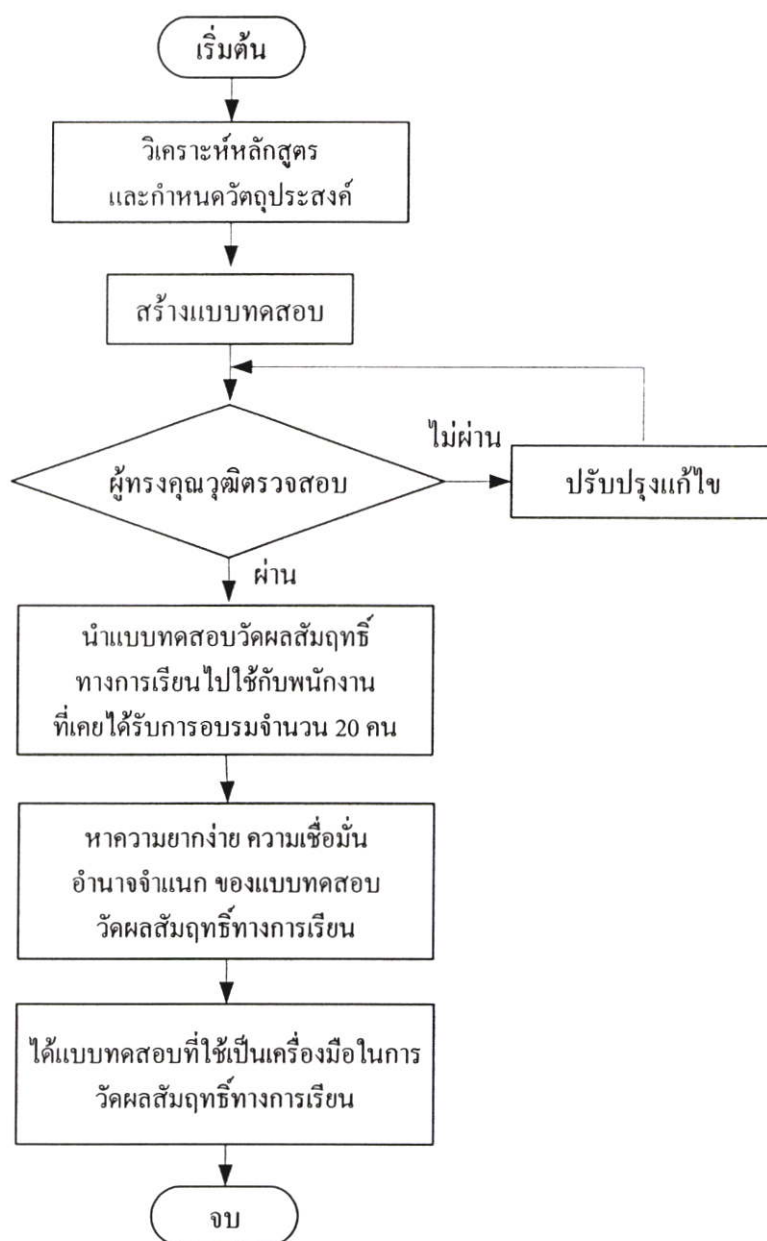
จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมาดังภาพที่ 3.2

### 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 3.3.1 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลบทเรียน

เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปยังผู้อำนวยการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำงานในการทำการวิจัย
- 2) ทำการนัดหมายกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 จำนวน 3 คนเพื่อทดลองใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่สร้างขึ้น โดยได้ชี้แจงถึงวัตถุประสงค์



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตลอดจนการใช้งานบทเรียน หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองที่ 1 ศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่าย อินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ตามลำดับการทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบ ข้อบกพร่องของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช หลังจากเสร็จสิ้นการศึกษบทเรียนแล้วนำผลที่ได้จากการสังเกตและจดบันทึกไว้ มาปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง นั้นๆ

3) ทำการนัดหมายกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 จำนวน 6 คน เพื่อทดลองใช้บทเรียนผ่าน เครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ตรวจสอบข้อบกพร่องของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

หลังจากเสร็จสิ้นการศึกษาบทเรียนแล้วนำผลที่ได้จากการกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นต่อไป

4) นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ได้รับการพัฒนาแล้วมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช โดยให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาแล้วทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบ หลังจากเรียนครบแล้วมาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

### 3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับพนักงานช่างและวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสาร และโทรคมนาคมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1) นัดหมายกับกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นพนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่เคยได้รับการอบรม เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช มาแล้ว เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 237) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.4.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกเป็นคะแนนของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกบทเรียนเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จากการประเมินผลของคะแนนแบบฝึกหัดในระหว่างเรียน กับคะแนนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนครบทุกบทเรียนแล้ว โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100 \quad (3.4)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100 \quad (3.5)$$

เมื่อ	$E_1$	=	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$E_2$	=	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการเรียบครบทุกบทเรียน
	$\sum X$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$\sum F$	=	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนครบทุกบทเรียน
	$N$	=	จำนวนผู้เรียน
	$A$	=	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
	$B$	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหัวข้อ

### 3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต

ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ นำมาใช้สูตรดังนี้

สูตรการหาค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 151)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.6)$$

เมื่อ	$\bar{x}$	=	ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ประเมิน
	$x$	=	คะแนนแต่ละจำนวน
	$\sum x$	=	ผลรวมของคะแนนแต่ละจำนวน
	$n$	=	จำนวนข้อมูล

สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 163)

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ	$S.D.$	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$x$	=	คะแนนแต่ละจำนวน
	$\bar{x}$	=	ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ประเมิน
	$n$	=	จำนวนข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ซึ่งบทเรียนที่พัฒนาขึ้น จะต้องสามารถใช้ฝึกอบรมพนักงานช่าง และวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคมของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่มีความต้องการที่จะเรียนรู้และนำไปใช้ในการทำงาน จำนวน 20 คนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนซึ่งจะต้องมีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4.2 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 4.1 ผลการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Flash, Macromedia Dreamweaver บรรจุมัลติมีเดียวีดิโอของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค <http://intra.pea.co.th/cdp2> ซึ่งบทเรียนประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่ 1 SDH Overview

หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer

หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH

ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยมีแบบฝึกหัดรวมทั้งหมด 20 ข้อในการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปมาเนื้อหาเดิม เมื่อผู้เรียนศึกษาจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะต้องทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน โดยผู้เรียนจะต้องเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวจากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก

เมื่อเรียนจบทุกบทเรียนให้ทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำประมาณ 30 นาที

## 4.2 ผลการวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะต้องมีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงคะแนนแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน

คนที่ (จำนวน คน)	คะแนนจากแบบฝึกหัด 4 บทเรียน รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน		คะแนนจากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ คะแนนเต็ม 40 คะแนน	
	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ(E1)	คะแนนที่ได้	คิดเป็นร้อยละ (E2)
1	16	80.00%	33	82.50%
2	15	75.00%	31	77.50%
3	16	80.00%	34	85.00%
4	15	75.00%	30	75.00%
5	17	85.00%	33	82.50%
6	19	95.00%	34	85.00%
7	14	70.00%	29	72.50%
8	19	95.00%	37	92.50%
9	17	85.00%	34	85.00%
10	17	85.00%	32	80.00%
11	16	80.00%	34	85.00%
12	18	90.00%	32	80.00%
13	18	90.00%	33	82.50%
14	16	80.00%	32	80.00%
15	17	85.00%	33	82.50%
16	17	85.00%	36	90.00%
17	16	80.00%	31	77.50%
18	15	75.00%	29	72.50%
19	14	70.00%	31	77.50%
20	17	85.00%	35	87.50%
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>16.45</b>	<b>82.25%</b>	<b>32.65</b>	<b>81.63%</b>

จากตารางที่ 4.1 ผลการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนนได้คะแนนเฉลี่ย 16.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.25 (E1) และผลการทำทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 32.65 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.63 (E2) แสดงว่าบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 82.25 /81.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช สำหรับพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยดังนี้

### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช

### 5.2 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้ฝึกอบรมพนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่มีความต้องการที่จะเรียนรู้และนำไปใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

### 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรคือ พนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมจำนวน 114 คน
2. กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานช่างและวิศวกรของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ปฏิบัติงานทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคม โดยยังไม่เคยผ่านการอบรมเรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จำนวน 20 คนซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 90)

### 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ประกอบด้วย เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวน 60 ข้อ มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00 มีค่าความยากง่าย(p)อยู่ระหว่าง 0.35 – 0.8 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.50 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90

2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือแบบประเมินทางด้านเนื้อหา และ แบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

## 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พนักงานช่างและวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง 1 คน ต่อ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละบทเรียน ให้ทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน จำนวน 4 บทเรียน รวม 20 ข้อเมื่อเรียนจบทุกบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ นำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ หาประสิทธิภาพ

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา
2. วิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เกณฑ์ 80/80

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ค่าร้อยละ 82.25/81.63 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ที่ค่าร้อยละ 80/80

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน โดยบทเรียนที่มีคะแนนสูงสุดคือ บทเรียนที่ 1 เรื่อง SDH Overview คิดเป็นร้อยละ 90.63 และ บทเรียนที่ 4 SDH Frame Structure & Multiplexing Method มีคะแนนต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 72.14

ผลจากการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.18 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.26 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ และผลการวิเคราะห์แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อปรากฏดังนี้

ผลระดับคะแนนของแบบประเมินทางด้านเนื้อหา วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 10 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 1 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 9 รายการ และได้ผลระดับคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 บทเรียนอยู่ในระดับดี

ผลระดับคะแนนของแบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิเคราะห์ตามรายการประเมิน 11 รายการ มีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2 รายการ และมีเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับดี 9 รายการ และได้ผลระดับคะแนนเฉลี่ยทั้ง 4 บทเรียนอยู่ในระดับดี

## 5.8 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยโดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยทุกบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 82.25 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 เช่นเดียวกัน จัดอยู่ในระดับตามเกณฑ์ที่กำหนดและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ได้ผ่านการปรับปรุง และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทและระดับการศึกษา (ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. 2523 : 123)

จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ได้ทำการทดลองในครั้งนี้มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้มีเป็นผลสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช มีความน่าสนใจต่อการเรียน เนื่องจากบทเรียนผ่านการพัฒนาอย่างมีระบบ ลักษณะของการสร้างเนื้อหาได้นำหลักการพื้นฐานทางจิตวิทยาของกลุ่มพฤติกรรมนิยม คือทฤษฎีการเรียนรู้มาเสริมสร้างให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนจึงมีความพึงพอใจกับวิธีการเรียนที่แตกต่างไปจากสภาพห้องเรียน

สร้างจินตนาการได้ดีเนื่องจากการนำภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิก และ มาประกอบบทเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในความแปลกใหม่ของบทเรียน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 7)

2. รูปแบบของการเรียนที่เป็นอิสระ ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้หรือทำความเข้าใจกับเนื้อหานั้นๆ ได้นานเท่าที่ต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Warner และ Burns (อ้างใน รัชชศิลป์ แผ่นตระกูล. 2528 : 91-93) ที่กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะได้ผลดียิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ผู้เรียน เรียนได้ช้าแล้วช้าอีกเท่าที่ผู้เรียนต้องการ โดยไม่มีแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อน ไม่มีอารมณ์จากผู้สอนเข้ามาเกี่ยวข้อง และการรู้ผลคะแนนของการทำแบบทดสอบ ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและความสนใจในตัวเนื้อหามากขึ้น เพราะต้องการรู้ว่าตนเองสามารถทำคะแนนได้มากน้อยเท่าใด ซึ่งเข้ากับ ทฤษฎีการเสริมแรงของ B.F.Skinner (กรมวิชาการ. 2544 : 35) ที่ว่าผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อไปเมื่อได้รับการเสริมแรงที่เหมาะสม การที่ผู้เรียนได้รับผลคำตอบของตนจะเป็นแรงหนุนให้ผู้เรียนสนใจที่จะตอบปัญหาใหม่ต่อไปเรื่อยๆ ลักษณะการเสริมแรงเช่นนี้ตรงกับงานวิจัยของ ประสิทธิ์ สารภี (2522 : 26) ที่วิจัยพบว่า ผลการย้อนกลับที่นิยมคือ คะแนน การเสนอคะแนนสะสมไปเรื่อยๆ จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น เพราะผู้เรียนได้เห็นความก้าวหน้าของตนเองอย่างชัดเจน

3. ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.18 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านสื่อการสอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.26 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากการหาประสิทธิภาพ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4. ผลของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนเฉลี่ยรวมทุกบทเรียนแล้ว มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ แต่เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแต่ละบทเรียนมีค่าคะแนนคิดเป็นร้อยละไม่เท่ากันคือ บทที่ 1 เรื่อง SDH Overview มีคะแนนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 90.00 ส่วนบทเรียนที่ 2 เรื่อง SDH Frame Structure & Multiplexing Method มีคะแนนต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 72.14 ต่ำกว่าเกณฑ์ สาเหตุเนื่องมาจาก

4.1 เนื้อหาที่มีความยากง่ายต่างกัน ในบทที่ได้คะแนนสูงสุดเนื้อหาส่วนมากมีวัตถุประสงค์เพื่อความรู้ความจำ มีความซับซ้อนทางเนื้อหาน้อย และเนื้อหาในบทที่ได้คะแนนต่ำสุดเนื้อหาส่วนมากมีวัตถุประสงค์เพื่อความเข้าใจ

4.2 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทไม่เท่ากัน บทเรียนที่มีเนื้อหาน้อยก็สามารถเรียนรู้และจดจำได้ง่าย บทเรียนที่มีเนื้อหามากและมีความซับซ้อนต้องทำความเข้าใจมากทำให้คะแนนที่ได้ต่ำสุด

4.3 ความเข้าใจและน่าสนใจที่ต่างกัน ในบทที่ได้คะแนนสูงสุด การออกแบบ กราฟิก จะง่ายไม่ซับซ้อน ส่วนบทที่ได้คะแนนต่ำสุดการออกแบบกราฟิกและการสร้างจะมีความซับซ้อนมากกว่า

5. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำไปทดลองกับพนักงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 20 คน เมื่อพิจารณาแล้วผลการเรียนรู้ของพนักงานจากการทำ แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้ 82.25/81.63 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นี้มีแบบทดสอบ ซึ่งได้ออกแบบครอบคลุมตามเนื้อหาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นหา ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น แล้วมาทดลองหาประสิทธิภาพ ซึ่งได้ประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สรศักดิ์ คุณเจต (2546 : บทคัดย่อ) บทเรียนผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบเครือข่ายท้องถิ่น สำหรับนักศึกษาศาสนาบันเทศโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.78/80.58 ซึ่งเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และ สุวรรณ โปธิ์ทอง (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่องการใช้โปรแกรม Outlook Express 5 สำหรับพนักงาน บริษัท วิริยะประกันภัย จำกัด ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 87.44/84.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80

ดังนั้น บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้กับพนักงานช่างและวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคม หรือผู้เรียน ที่สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยและพัฒนาและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดีเอช ที่สร้างขึ้น สามารถ นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนหรือการอบรมในหลักสูตรอื่นๆ ที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน หรือนำไปใช้ กับนักศึกษาศาสนาบันเทศโนโลยีของรัฐบาลและเอกชนที่เรียนสาขาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมได้
2. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และค้นคว้าทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองตลอดเวลา การเรียนจะ เรียน ณ เวลาและสถานที่ใดก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน แต่ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เรียนจะต้อง เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาและสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและต่อเนื่องกับ เรื่อง หลักการเบื้องต้น เอส ดีเอช

2. ศึกษาวิจัยเพื่อหารูปแบบการนำเสนอบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งให้ได้มาซึ่งเทคนิควิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเนื้อหาวิชา และระดับความรู้ของผู้เรียน
3. ศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนตามปกติและการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
4. ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความพึงพอใจ และเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการเรียนการสอนแบบปกติ

## บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :  
 ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2542. การสร้างสรรค์หน้าและกราฟิกบนเว็บ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์  
 แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรภัทร สุทธิคารา และพันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร. 2540. **Internet & Intranet**. กรุงเทพฯ :  
 ส.เอเชียเพรส.
- กรมวิชาการ. 2544. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ครุสภาลาดพร้าว  
 ชัยมงคล เทพวงศ์. 2545. เทคโนโลยีสารสนเทศ 5.1 [Online]. Available:  
<http://www.geocitie.com/chaiklong>.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ :  
 สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2545. หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.  
 กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์  
 มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย จิตต์สนธิ. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา  
 ไมโครโปรเซสเซอร์ 1” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นวลวรรณ ทิพย์สุมณฑา. 2544. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
 พื้นฐานระบบเครือข่ายและการสื่อสารข้อมูล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีทางอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอม  
 เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาน.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2546. การประเมินเว็บช่วยสอน. [Online]. Available :  
[http://www.geocities.com/mayckinw/mr\\_prachy/evaluation\\_wbi.html](http://www.geocities.com/mayckinw/mr_prachy/evaluation_wbi.html)
- เมธี พรหมศิลา. 2547 “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารโดยแสง” วิทยานิพนธ์  
 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา,  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- พงศศักดิ์ สุสัมพันธ์ไพบูรณ์. 2542. **สื่อสัญญาณโทรคมนาคม**. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ ดวงกมล (2520) จำกัด.
- พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531. “สภาพปัจจุบันและศักยภาพการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. หน้า 10-11.
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2503. “พระราชบัญญัติการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค” กรุงเทพฯ : การไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค.
- ภาสกร เรื่องทอง. 2544. **PHP Programing**. [Online]. Available : <http://thaiwbi.com/course/php/index2.html>
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- รัชฎาภรณ์ ชนุนันท์. วชิรภรณ์ ท้วสุภาพ. เสริมศักดิ์ ศรีชัย. **การใช้งาน Dreamweaver MX อย่างมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.
- รัชชศิลป์ แผ่นตระกูล 2528. “การเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียน ครูและนักวิชาการ คอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับมัธยมศึกษา กรมสามัญการศึกษา กรุงเทพฯ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545. **หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาย์**. [Online]. Available : <http://www.thaicai.com>
- วิเชียร พุ่มพวง. 2546. “**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องแม่เหล็ก ไฟฟ้า**” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาสาขาเทคโนโลยีทางอาชีพ และเทคนิคศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิทยา เรื่องพรวิสุทธิ. 2542. **เรียนรู้อินเทอร์เน็ตระบบของค์กรยุคใหม่**. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด.
- ศิริรัตน์ เบาลใจ. 2544. “**งานวิจัยการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตของต่างประเทศ**” วารสาร เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา. ปีที่ 8 (ฉบับที่ 1) : 105-119.
- สรศักดิ์ คุณเจตน์. 2546. “**บทเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบเครือข่ายท้องถิ่น สำหรับ นักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สรรรักษ์ ห่อไพศาล. 2545. **นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาใน  
สหัสวรรษใหม่ กรณี การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction : WBI).**  
[Online]. Available : <http://www.thaicai.com/articles/wbi1.html>
- สุวรรณ โพธิ์ทอง. 2546 “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
การใช้โปรแกรม Outlook Express 5 สำหรับพนักงานบริษัท วิริยะประกันภัย จำกัด”  
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง.
- ใหม่ เจริญธรรม. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องเทคโนโลยี  
ของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์” วิทยานิพนธ์การศึกษาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อำนาจ เลิศขยันดี. 2539. สถิติวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :  
กราฟแมนเพรส.
- Best. John W. 1970. **Research in Education.** Englewood Cliffs, NS : Prentice Hall. Bicrsted.
- Robert. And Others. 1955. Text Materials in Education. Press : Illinois University of  
Illino.
- Brenda S. 2005. **Web Based Instruction Lessons.** [Online] Available :  
<http://www.usg.edu/oit/re/re05/proceedings/trice.pdf>.
- Hall. Brandon. 1977. **FAQ for web based training.** Multimedia and Training  
Newsletter. [Online] Available : <http://www.brandon-hall.com/com/faq.html>.
- Khan. Badrul H. 1997. **Web-Based Instruction.** Englewood Cliffs, New Jersey :  
Educational Technology Publications.

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก การวิเคราะห์เนื้อหา
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพสื่อ
- ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ง ข้อมูล และผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียน
- ภาคผนวก ฉ หนังสือราชการ

ภาคผนวก ก  
การวิเคราะห์เนื้อหา

- หน่วยการเรียนรู้และหัวข้อบทเรียน
- การวิเคราะห์และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- การวิเคราะห์หาจำนวนข้อสอบ

## - หน่วยการเรียนและหัวข้อบทเรียน

### **หน่วยที่ 1 SDH Overview**

- 1.1 SDH Overview
- 1.2 Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)
- 1.3 Advantage of SDH
- 1.4 Disadvantage of SDH

### **หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method**

- 2.1 SDH Frame Structure
- 2.2 Multiplexing Structure and Procedures
  - 2.2.1 Multiplexing 140 Mb/s signal in to STM-1
  - 2.2.2 Multiplexing 34 Mb/s signal in to STM-1
  - 2.2.3 Multiplexing 2 Mb/s signal in to STM-1

### **หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer**

- 3.1 Overhead
  - 3.1.1 Section Overhead
  - 3.1.2 Path Overhead
- 3.2 Pointers
  - 3.2.1 Administrative Unit Pointers (AU-PTR)
  - 3.2.2 Tributary Unit Pointers (TU-PTR)

### **หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH**

- 4.1 Common Element of SDH Network
- 4.2 Logic Function of SDH equipment

## - การวิเคราะห์และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ก.1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแบบทดสอบโดยจัดลำดับความสำคัญตามพฤติกรรมเชิงความรู้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้			น้ำหนักคะแนน
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
<b>หน่วยที่ 1 SDH Overview</b>				20 %
1.1 บอกความแตกต่างระหว่าง PDH และ SDH ได้	✓			
1.2 บอกข้อดี-ข้อเสียของระบบ PDH และ SDH ได้	✓			
<b>หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure &amp; Multiplexing Method</b>				35 %
2.1 บอกโครงสร้าง STM-1 Frame ของ SDH ได้	✓			
2.2 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 140 Mb/s to STM-1 ได้		✓		
2.3 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 34 Mb/s to STM-1 ได้		✓		
2.4 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 2 Mb/s to STM-1 ได้		✓		
<b>หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer</b>				30%
3.1 บอกหน้าที่ของ SOH ได้	✓			
3.2 บอกหน้าที่ของ POH ได้	✓			
3.3 บอกหน้าที่ของ AU-PTR ได้	✓			
3.4 บอกหน้าที่ของ TU-PTR ได้	✓			
<b>หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH</b>				15%
4.1 บอกหน้าที่ของ TM ได้	✓			
4.2 บอกหน้าที่ของ REG ได้	✓			
4.3 บอกหน้าที่ของ ADM ได้	✓			
4.4 บอกหน้าที่ของ DXC ได้	✓			
รวม				100 %

## - การวิเคราะห์หาจำนวนข้อสอบ

ตารางที่ ก.2 แสดงการหาจำนวนข้อของแบบทดสอบ ซึ่งหาจากคะแนนความสำคัญของเนื้อหา

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้			จำนวนข้อสอบ
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
<b>หน่วยที่ 1 SDH Overview</b>	12			12
1.1 บอกความแตกต่างระหว่าง PDH และ SDH ได้	8			
1.2 บอกข้อดี-ข้อเสียของระบบ PDH และ SDH ได้	4			
<b>หน่วยที่ 2 SDH Frame Structure &amp; Multiplexing Method</b>	6	15		21
2.1 บอกโครงสร้าง STM-1 Frame ของ SDH ได้	6			
2.2 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 140 Mb/s to STM-1 ได้		5		
2.3 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 34 Mb/s to STM-1 ได้		5		
2.4 อธิบายขั้นตอน การ Multiplex สัญญาณ 2 Mb/s to STM-1 ได้		5		
<b>หน่วยที่ 3 Overhead and Pointer</b>	18			18
3.1 บอกหน้าที่ของ SOH ได้	6			
3.2 บอกหน้าที่ของ POH ได้	4			
3.3 บอกหน้าที่ของ AU-PTR ได้	4			
3.4 บอกหน้าที่ของ TU-PTR ได้	4			
<b>หน่วยที่ 4 Logic Composition of SDH</b>	9			9
4.1 บอกหน้าที่ของ TM ได้	2			
4.2 บอกหน้าที่ของ REG ได้	2			
4.3 บอกหน้าที่ของ ADM ได้	3			
4.4 บอกหน้าที่ของ DXC ได้	2			
<b>รวมจำนวนข้อสอบ (ข้อ)</b>	<b>45</b>	<b>15</b>		<b>60</b>

## ภาคผนวก ข

### แบบประเมินคุณภาพสื่อ

- แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

### แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

#### เกี่ยวกับ

ความสอดคล้องของระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### คำชี้แจง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่องว่าง  ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบทดสอบแต่ละข้อมีโจทย์คำถามและคำเฉลยสามารถวัดความรู้ความเข้าใจและการนำไปใช้งานได้ถูกต้องโดยพิจารณา ดังนี้

- +1 ท่านคิดว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 0 ท่านไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1 ท่านคิดว่าแบบทดสอบนั้น ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### หมายเหตุ

หากท่านทำเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่อง -1 ขอความกรุณาท่านช่วยให้ ข้อเสนอแนะทำข้อเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

.....

ตรวจเรียบร้อยแล้ว

(ลงชื่อ).....

(.....)

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

## - แบบประเมินคุณภาพสื่อ (ด้านเนื้อหา)

### แบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

#### คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง เอส ดี เอช ในด้านความเหมาะสมและ ความถูกต้องของเนื้อหา

#### การประเมิน

กรุณาใส่เครื่องหมาย  $\surd$  ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ	4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ	3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ	1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

.....

## แบบประเมินสื่อการสอน(ด้านเนื้อหา)

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง  
เอส ดี เอช

ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2	ความถูกต้องของเนื้อหา					
3	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
4	ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
5	ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
6	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
7	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					
8	ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
9	ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
10	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอทั้งหมด					

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

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

## - แบบประเมินคุณภาพสื่อ (ด้านเทคนิคการผลิต)

### แบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิต

#### คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสัญญาณความเร็วสูง เอส ดี เอช ในด้านความเหมาะสม และความถูกต้องของสื่อ

#### การประเมิน

กรุณาใส่เครื่องหมาย  $\surd$  ลงในช่องระดับคุณภาพเพียงช่องเดียว ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การเลือกไว้ 5 ระดับดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ	4	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ	3	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ	1	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

.....

## แบบประเมินสื่อการสอน(ด้านเทคนิคการผลิต)

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง เอส ดี  
เอช

ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2	การนำเข้าสู่บทเรียน					
3	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4	ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
5	ความเหมาะสมของกราฟิก					
6	บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจในการเรียน					
7	การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม					
8	ภาพประกอบในบทเรียนสื่อความหมาย					
9	ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนเหมาะสมและน่าสนใจ					
10	ภาพที่เสนอมตรงตามเนื้อหา					
11	ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับเนื้อหา					

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

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

ภาคผนวก ค  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**แบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน**  
**บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช**

ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัยมีจำนวน 20 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ

**บทที่ 1**

1. ระบบ PDH และ SDH ในประเทศไทยใช้มาตรฐานใด

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ก. ยุโรป (ETSI)   | ข. ญี่ปุ่น       |
| ค. อเมริกา (ANSI) | ง. ใช้ทุกมาตรฐาน |

2. PDH มาจากคำเต็มว่า

- ก. Pulse Data Hierarchy
- ข. Plesiochronous Digital Hierarchy
- ค. Plesiochronous Division Hierarchy
- ง. Pulse Division Hierarchy

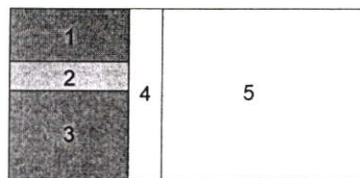
3. ข้อใดคืออัตรา Bit Rate ของ STM-4

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. 155.52 Mb/s   | ข. 622.08 Mb/s   |
| ค. 2,488.32 Mb/s | ง. 9,953.28 Mb/s |

4. ข้อใดคือข้อเสียของ PDH

- ก. ยุ่งยากในการรวมช่องทางการสื่อสาร (Multiplexing)
- ข. ยุ่งยากในการแยกช่องทางการสื่อสาร (De-multiplexing)
- ค. อัตราความเร็วพื้นฐานตามมาตรฐาน ANSI และ ETSI มีความแตกต่างกัน
- ง. ถูกทุกข้อ

**บทที่ 2**



**ภาพที่ ค 1**

5. จากภาพที่ ค 1 SOH คือ พื้นที่หมายเลขใด

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. 1,2 | ข. 2,3 |
| ค. 1,3 | ง. 2,4 |

6. จากภาพที่ 1 RSOH,MSOH,POH คือพื้นที่หมายเลขใด

(เรียงตามลำดับ)

ก. 1,3,4

ข. 2,3,4

ค. 3,4,5

ง. 1,2,4

7. STM-1 สามารถ Mapping สัญญาณ 140 Mb/s ได้กี่ช่องสัญญาณ

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

8. เมื่อสัญญาณ(E4) 139.264 Mb/s ผ่านการ adaptation จาก C-4

แล้วจะเป็นเท่าใด

ก. 149.760 Mb/s

ข. 139.264 Mb/s

ค. 155.52 Mb/s

ง. 622.08 Mb/s

9. C-3 --> VC-3 --> TU-3-->TUG-3--> C4-->VC-4 --> AU-4--> AUG-1--> STM-1 เป็นขั้นตอน

ของการ Mapping สัญญาณใด

ก. 1.5 Mb/s to STM-1

ข. 2 Mb/s to STM-1

ค. 34 Mb/s to STM-1

ง. 140 Mb/s to STM-1

10. ตำแหน่งที่แสดงจุดเริ่มต้นของ VC-3 อยู่ที่ใด

ก. AU-PTR

ข. VC-4

ค. AU-4

ง. TU-PTR

11. Multi frame ประกอบด้วย C-12 จำนวนกี่ Frame

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

### บทที่ 3

12. STM-1 Overhead E1, E2 ทำหน้าที่ใด

ก. Frame Alignment

ข. Order wire for Voice Communication

ค. Clock Quality Indicator

ง. Automatic Protection Switching (APS) Control

13. หน้าที่ K1,K2 คือ

ก. Frame alignment

ข. ใช้สำหรับ Order wire for Voice Communication

ค. ส่งสัญญาณ OAM ระหว่าง NE และ NMS

ง. Automatic Protection Switching

14. ข้อใดคือ Byte ของ Lower Order Path Overhead (LO -POH)

- ก. V5,J2,K2,K4
- ข. J1,B3,C2,G1,F2,H4,F3,K3,N1
- ค. V5,J2,K2,N4,N5
- ง. J1,B3,C2,G1,F2,H4,F3,K3

15. Byte ใดของ AU-PTR ใช้สำหรับ Positive Justification และ Negative Justification

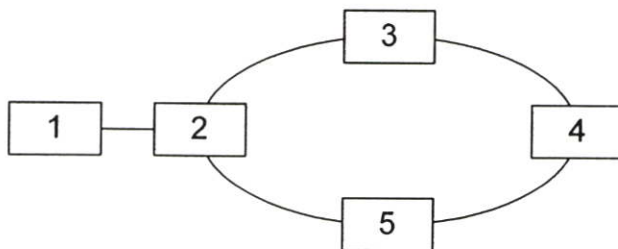
- ก. H1
- ข. H1,H2
- ค. H3
- ง. Y

16. TU-PTR ประกอบด้วย Bytes ตามข้อใด

- ก. H1,H2,3xH3,2xY,2xF
- ข. H1,H2,3xH3,3xY,3xF
- ค. V1,V2,V3,V4
- ง. V1,V2,V3,V4,V5

#### บทที่ 4

17. ตามภาพหมายเลขใดคือ Terminal Multiplexer (TM)



- ก. 1
- ข. 2
- ค. 1,2
- ง. 3,4,5

18. ข้อใดคือหน้าที่ของ Regenerator (REG)

- ก. Cross-Connects สัญญาณ STM-N
- ข. ทำให้สัญญาณที่ถูกลดทอนระหว่างทาง ให้กลับมามีค่าและขนาดเท่าของเดิม
- ค. คีจ/ใส่ สัญญาณย่อย ออก/เข้า สัญญาณหลักและส่งต่อไปยังจุดหมาย
- ง. รวมและแยกสัญญาณ

19. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ทั้งการ Multiplex, De-multiplex และ Cross-connect ได้

- ก. TM
- ข. REG
- ค. ADM
- ง. DXC

20. อุปกรณ์ใดคือ Multi port device

ก. TM

ข. REG

ค. ADM

ง. DXC

### เฉลยแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน

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

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้น เอส ดี เอช**

---

ข้อสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัยมีจำนวน 60 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ

1. ข้อใดคือ PDH

- ก. ลำดับชั้นการส่งสัญญาณดิจิทัลแบบประสานเวลา
- ข. ลำดับชั้นการส่งสัญญาณดิจิทัลแบบเกือบประสานเวลา
- ค. อุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง
- ง. ถูกทุกข้อ

2. ในระบบ PDH หากต้องการ สัญญาณ 2 Mb/s จากสัญญาณ 140 Mb/s จะต้องมีขั้นตอนตามข้อใด

- ก. Multiplex : 140 Mb/s--> 64Mb/s-->32Mb/s-->2Mb/s
- ข. De-multiplex : 140 Mb/s--> 64Mb/s-->32Mb/s-->2Mb/s
- ค. De-multiplex : 140 Mb/s--> 34Mb/s-->8Mb/s-->2Mb/s
- ง. Multiplex : 140 Mb/s--> 34Mb/s-->8Mb/s-->2Mb/s

3. อัตราความเร็ววิตพื้นฐาน (Basic Bit Rate) ของ SDH คือ

- ก. STM-1 (155.52 Mb/s)                      ข. STM-1 (622.08 Mb/s)
- ค. STM-1 (2,488.32 Mb/s)                ง. STM- 1 (9,953.28 Mb/s)

4. ข้อใดคืออัตรา Bit Rate ของ STM-16

- ก. 155 Mb/s                                      ข. 622.08 Mb/s
- ค. 2,488.32 Mb/s                              ง. 9,953.28 Mb/s

5. การ Multiplex ของ PDH ใช้วิธีการใด

- ก. Bit Interleaved Multiplexing
- ข. Byte Interleaved Multiplexing
- ค. Frame Interleaved Multiplexing
- ง. ถูกทุกข้อ

6. การ Multiplex ของ SDH ใช้วิธีการใด

- ก. Bit Interleaved Multiplexing
- ข. Byte Interleaved Multiplexing
- ค. Frame Interleaved Multiplexing
- ง. ถูกทุกข้อ

7. ข้อใดคือข้อดีของ SDH

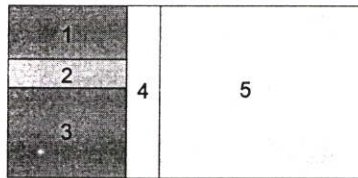
- ก. มีอัตราความเร็วในการรับ-ส่งสัญญาณสูง
- ข. การดึงสัญญาณออกใช้งาน (Drop) และส่งสัญญาณออกไป(Add) ทำได้ง่าย
- ค. มีความน่าเชื่อถือและรองรับการให้บริการใหม่ๆ ในอนาคตได้
- ง. ถูกทุกข้อ

8. ข้อใดคือข้อเสียของ SDH

- ก. อัตราส่วน Bandwidth ที่ใช้งานกับ Bandwidth ที่มีต่ำ(Low band width utilization ratio)
- ข. มีอัตราความเร็วในการรับ-ส่งสัญญาณสูง
- ค. มีความยุ่งยากในการแยกช่องการสื่อสาร (De-Multiplexing )
- ง. มีความยุ่งยากในการรวมช่องการสื่อสาร (Multiplexing)

9. STM-1 Frame มีขนาดเท่าใด

- ก. 9 rows x 270 columns
- ข. 270 rows x 9 columns
- ค. 9 rows x 8000 columns
- ง. 8000 rows x 9 columns



ภาพที่ ค.2 ใช้สำหรับตอบคำถามข้อที่ 10 – 11

10. จากภาพที่ ค 2 AU-PTR คือ พื้นที่หมายเลขใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

11. จากภาพที่ ค 2 PAYLOAD คือ พื้นที่หมายเลขใด

- ก. 4
- ข. 5
- ค. 4,5
- ง. 1,2,3,4,5

12. มาตรฐาน ITU-T G.707 เกี่ยวข้องกับข้อใด

- ก. Container C-4
- ข. Multiplexing Structure
- ค. Frame Structure
- ง. Overhead

13. C4--> VC-4 --> AU-4 -->AUG-1--> STM-1 เป็นขั้นตอนของ

การ Mapping สัญญาณใด

- ก. 1.5 Mb/s to STM-1
- ข. 2 Mb/s to STM-1
- ค. 34 Mb/s to STM-1
- ง. 140 Mb/s to STM-1

14. C-4 Container มีขนาดเท่าใด

- ก. 9 rows,84 columns                      ข. 9 rows,260 columns  
 ค. 9 rows,270 columns                     ง. 9 rows,280 columns

15. ข้อใดถูกต้อง

- ก. STM-1 = AU-4+SOH  
 ข. STM-1 = AU-4+POH  
 ค. STM-1 = VC-4+AU-PTR  
 ง. STM-1 = C-4+ POH

16. 1 STM-1 สามารถ Mapping สัญญาณ 34 Mb/s ได้กี่ช่องสัญญาณ

- ก. 1    ข. 2  
 ค. 3    ง. 4

17. C-3 Container มีขนาดเท่าใด

- ก. 9 rows,84 columns                      ข. 9 rows,260 columns  
 ค. 9 rows,270 columns                     ง. 9 rows,280 columns

18. ใช้วิธีการใดในการรวม TUG-3 เป็น C-4

- ก. Bit Interleaved Multiplexing  
 ข. Byte Interleaved Multiplexing  
 ค. Frame Interleaved Multiplexing  
 ง. ถูกทุกข้อ

19. C-12 --> VC-12 --> TU-12 --> TUG-2 --> TUG-3 --> C4 --> VC-4 --> AU-4 --> AUG-1 --> STM-1  
 เป็นขั้นตอนของการ Mapping สัญญาณใด

- ก. 1.5 Mb/s to STM-1                      ข. 2 Mb/s to STM-1  
 ค. 34 Mb/s to STM-1                      ง. 140 Mb/s to STM-1

20. STM-1 สามารถ Mapping สัญญาณ 2 Mb/s ได้กี่ช่องสัญญาณ

- ก. 30    ข. 32  
 ค. 63    ง. 128

21. C-12 + LO-POH Byte ใดจึงกลายเป็น VC-12

- ก. V5,J2,N2,K4                              ข. V4,J2,N2,K4  
 ค. V5,J2,N2,K1                              ง. V4,J2,N2,K1

22. ข้อใดถูกต้อง

- ก. VC-4 = 3xTUG-3, TUG-3 = 7xTUG-2, TUG-2 = 3xTU-12
- ข. VC-4 = 3xTUG-3, TUG-3 = 7xTUG-2, TUG-2 = 63xTU-12
- ค. VC-4 = 63xTUG-3, TUG-3 = 7xTUG-2, TUG-2 = 3xTU-12
- ง. VC-4 = 3xTUG-3, TUG-3 = 3xTUG-2, TUG-2 = 7xTU-12

23. STM-1 Overhead A1, A2 ทำหน้าที่ใด

- ก. Frame Alignment
- ข. Order wire for Voice Communication
- ค. Clock Quality Indicator
- ง. Automatic Protection Switching (APS) Control

24. ถ้าส่งสัญญาณจาก Node A ไปยัง Node B แต่ Node B ไม่ได้รับ A1, A2 Byte จะเกิด alarm ใด

- ก. OOF (Out Of Frame)                      ข. LOF (Lose Of Frame)
- ค. AIS(Alarm Indication Signal)    ง. LOF และ AIS

25. ข้อใดคือหน้าที่ของ Data Communication Channel (DCC) Byte : D1-D12

- ก. Frame alignment
- ข. ใช้สำหรับ Order wire for Voice Communication
- ค. ส่งสัญญาณ OAM ระหว่าง NE และ NMS
- ง. Automatic Protection Switching

26. ข้อใดคือ Byte ของ RSOH ทั้งหมด

- ก. A1, A2, B1, D1, D2, D3, E1, F1, J0
- ข. B2, D(4-12), E2, K1, K2, S1, M1
- ค. A1, A2, B1, B2, D1-D12, E1, E2
- ง. A1, A2, B1, B2, K1, K2, S1, M1

27. ข้อใดคือ Byte ของ High Order Path Overhead (HO -POH)

- ก. V5, J2, K2, K4
- ข. J1, B3, C2, G1, F2, H4, F3, K3, N1
- ค. V5, J2, K2, N4, N5
- ง. J1, B3, C2, G1, F2, H4, F3, K3

28. Byte ใดทำหน้าที่ Automatic Protection Switching

- ก. K3, K4                                      ข. H3, H4
- ค. V4, V5                                      ง. F2, F3



37. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่ตามขั้นตอนดังนี้ Convert O/E--> Sampling --> Judging -->Regeneration & Reforming --> Convert E/O

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. TM  | ข. REG |
| ค. ADM | ง. DXC |

38. Add/Drop Multiplexer (ADM) ทำหน้าที่ใด

- ก. Cross-Connects สัญญาณ STM-N
- ข. ทำให้สัญญาณที่ถูกลดทอนระหว่างทาง ให้กลับมามีค่าและขนาดเท่าของเดิม
- ค. คิ่ง/ใส่ สัญญาณย่อย ออก/เข้า สัญญาณหลักและส่งต่อไปยังจุดหมาย
- ง. รวมและแยกสัญญาณ

39. ข้อใดคืออุปกรณ์ 3 port device

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. TM  | ข. REG |
| ค. ADM | ง. DXC |

40. การ Cross-connect เป็นหน้าที่หลัก ของอุปกรณ์ตามข้อใด

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. TM  | ข. REG |
| ค. ADM | ง. DXC |
-

**เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ข  | 2. ค  | 3. ก  | 4. ค  | 5. ก  | 6. ข  |
| 7. ก  | 8. ก  | 9. ก  | 10. ข | 11. ค | 12. ข |
| 13. ง | 14. ข | 15. ก | 16. ค | 17. ก | 18. ข |
| 19. ข | 20. ค | 21. ก | 22. ก | 23. ก | 24. ก |
| 25. ค | 26. ก | 27. ข | 28. ก | 29. ง | 30. ข |
| 31. ก | 32. ข | 33. ค | 34. ก | 35. ค | 36. ง |
| 37. ข | 38. ค | 39. ค | 40. ง |       |       |

## ภาคผนวก ง

### ข้อมูล และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ข้อมูลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- ข้อมูลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิต
- ข้อมูลการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
- ข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ข้อมูลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์  
เชิงพฤติกรรมตามความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
- การหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- การหาค่าความแปรปรวน

## ข้อมูลการประเมินคุณภาพเนื้อหา

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสารความเร็วสูง เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา ดังแสดงในตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.58	0.17	ดีมาก
2.	ความถูกต้องของเนื้อหา	3.83	0.19	ดี
3.	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.25	0.17	ดี
4.	ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.33	0.27	ดี
5.	ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย	4.33	0.27	ดี
6.	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3.83	0.19	ดี
7.	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.33	0.38	ดี
8.	ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	3.92	0.32	ดี
9.	ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.42	0.17	ดี
10.	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของบทเรียนทั้งหมด	4.00	0.27	ดี
คะแนนเฉลี่ยรวม		4.18	0.24	ดี

## ข้อมูลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิต

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสารสัญญาณความเร็วสูง เอส ดี เอช ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อดังในตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.	การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.17	0.19	ดี
2.	การนำเข้าสู่บทเรียน	4.08	0.17	ดี
3.	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.25	0.17	ดี
4.	ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.17	0.19	ดี
5.	ความเหมาะสมของกราฟิก	4.58	0.17	ดีมาก
6.	บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจในการเรียน	4.08	0.17	ดี
7.	การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม	4.17	0.19	ดี
8.	ภาพประกอบในบทเรียนสื่อความหมาย	4.58	0.32	ดีมาก
9.	ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนเหมาะสมและน่าสนใจ	4.17	0.19	ดี
10.	ภาพที่เสนอมาดตรงตามเนื้อหา	4.42	0.32	ดี
11.	ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับปริมาณของเนื้อหา	4.17	0.19	ดี
	คะแนนเฉลี่ยรวม	4.26	0.21	ดี

- ข้อมูลคะแนนการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน

ตารางที่ ง.3 ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของประชากรจำนวน 20 คน

คะแนนแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียน						
คนที่ คะแนน	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4	รวมคะแนน	ร้อยละ (%)
		4	7	5	4	20
1	3	5	4	4	16	80.00%
2	4	4	4	3	15	75.00%
3	3	5	4	4	16	80.00%
4	3	5	5	2	15	75.00%
5	3	5	5	4	17	85.00%
6	4	6	5	4	19	95.00%
7	3	4	4	3	14	70.00%
8	4	6	5	4	19	95.00%
9	4	6	4	3	17	85.00%
10	3	6	4	4	17	85.00%
11	4	5	4	3	16	80.00%
12	4	6	5	3	18	90.00%
13	4	6	4	4	18	90.00%
14	3	4	5	4	16	80.00%
15	4	5	4	4	17	85.00%
16	4	5	5	3	17	85.00%
17	4	5	4	3	16	80.00%
18	4	4	3	4	15	75.00%
19	3	4	4	3	14	70.00%
20	4	5	4	4	17	85.00%
รวม	72	101	86	70	16.45	<b>82.25%</b>
%	90.00%	72.14%	86.00%	87.50%	<b>82.25%</b>	

- ข้อมูลคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง.4 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทรียนของ  
ประชากร จำนวน 20 คน

คนที่ คะแนน	รวมคะแนน	ร้อยละ (%)
	40	100%
1	33	82.50%
2	31	77.50%
3	34	85.00%
4	30	75.00%
5	33	82.50%
6	34	85.00%
7	29	72.50%
8	37	92.50%
9	34	85.00%
10	32	80.00%
11	34	85.00%
12	32	80.00%
13	33	82.50%
14	32	80.00%
15	33	82.50%
16	36	90.00%
17	31	77.50%
18	29	72.50%
19	31	77.50%
20	35	87.50%
<b>รวม</b>	<b>32.65</b>	<b>81.63%</b>

- ข้อมูลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตาม  
ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ ง.5 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามความเห็นของ  
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน

หน่วยที่	แบบ ทดสอบ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	9	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	10	1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	15	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	19	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ๓.5 (ต่อ)

หน่วยที่	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	24	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	25	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	26	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	29	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	31	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	32	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	33	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	35	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	36	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	37	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	38	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	39	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	40	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	41	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	42	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	43	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	44	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	45	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	46	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	47	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	48	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้

ตารางที่ ง.5 (ต่อ)

หน่วยที่	แบบทดสอบ	ระดับความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	49	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	50	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	51	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	52	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	53	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	54	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	55	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	56	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	57	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	58	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	59	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง/ใช้ได้
	60	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้

\* หมายเหตุ : แบบทดสอบข้อที่ 1, 2, 9, 32, 37 ผลจากการประเมินในครั้งแรก ไม่สอดคล้อง แต่  
ผู้วิจัยได้ขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้งแล้วปรากฏว่าสอดคล้องทุกข้อ

- ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ที่ N=20

ตารางที่ ง.6 ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ที่ N=20

ข้อที่	$F_H$	$F_L$	p	r	q	pq
1	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16
2	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
3	8	3	0.55	0.50	0.45	0.25
4	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16
5	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19
6	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
7	8	3	0.55	0.50	0.45	0.25
8	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
9	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
10	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16
11	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
12	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19
13	9	4	0.65	0.50	0.35	0.23
14	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19
15	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
16	8	3	0.55	0.50	0.45	0.25
17	7	3	0.50	0.40	0.50	0.25
18	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
19	8	4	0.60	0.40	0.40	0.24
20	10	6	0.80	0.40	0.20	0.16
21	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
22	6	4	0.50	0.20	0.50	0.25
23	6	3	0.45	0.30	0.55	0.25
24	8	4	0.60	0.40	0.40	0.24
25	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ข้อที่	$F_H$	$F_L$	$p$	$r$	$q$	$pq$
26	6	3	0.45	0.30	0.55	0.25
27	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
28	7	3	0.50	0.40	0.50	0.25
29	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
30	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19
31	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
32	5	2	0.35	0.30	0.65	0.23
33	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
34	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
35	8	4	0.60	0.40	0.40	0.24
36	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
37	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
38	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
39	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
40	7	3	0.50	0.40	0.50	0.25
41	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
42	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
43	6	3	0.45	0.30	0.55	0.25
44	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
45	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19
46	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
47	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
48	8	4	0.60	0.40	0.40	0.24
49	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19
50	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
51	7	4	0.55	0.30	0.45	0.25
52	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23

ตารางที่ ๓.๖ (ต่อ)

ข้อที่	$F_H$	$F_L$	$p$	$r$	$q$	$pq$
53	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
54	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19
55	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
56	9	6	0.75	0.30	0.25	0.19
57	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
58	8	5	0.65	0.30	0.35	0.23
59	10	5	0.75	0.50	0.25	0.19
60	9	5	0.70	0.40	0.30	0.21
รวม	493	274	38.35	21.90	21.65	13.21
เฉลี่ย	8.22	4.57	0.64	0.37		

ตารางที่ ง.7 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบ และค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณ ค่าความแปรปรวน

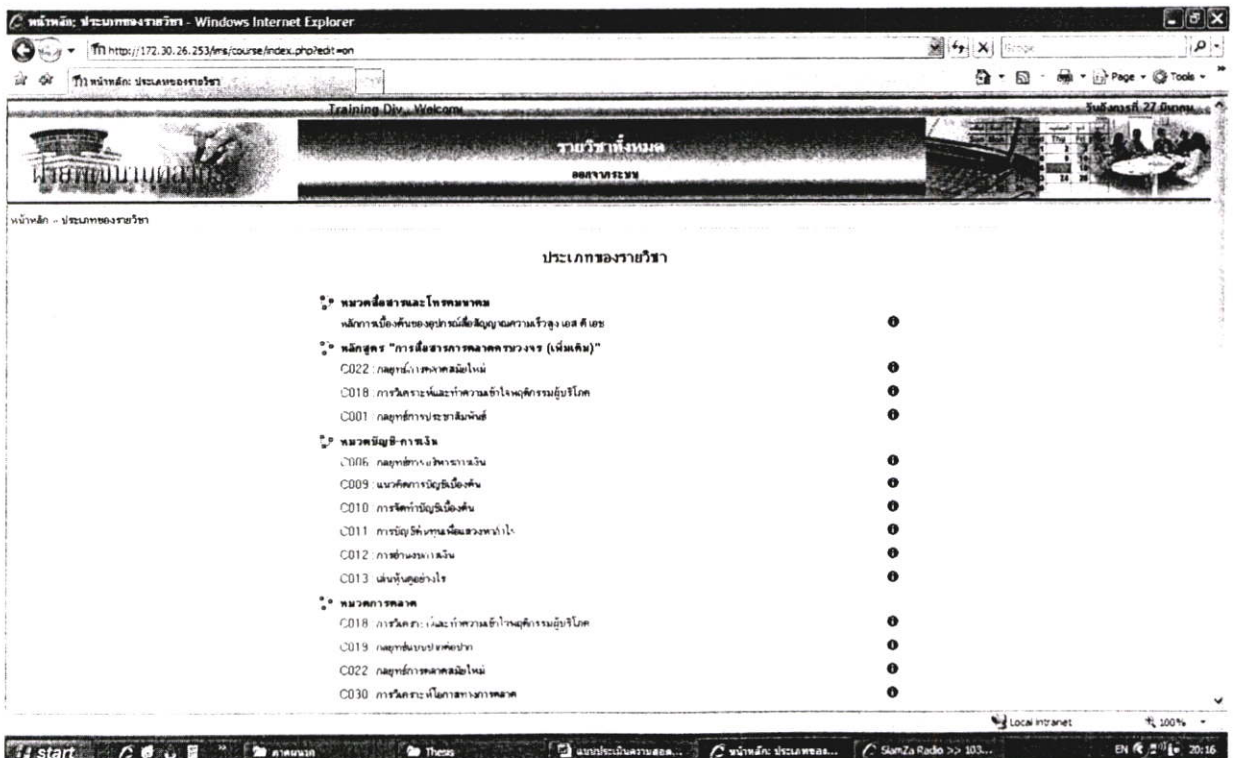
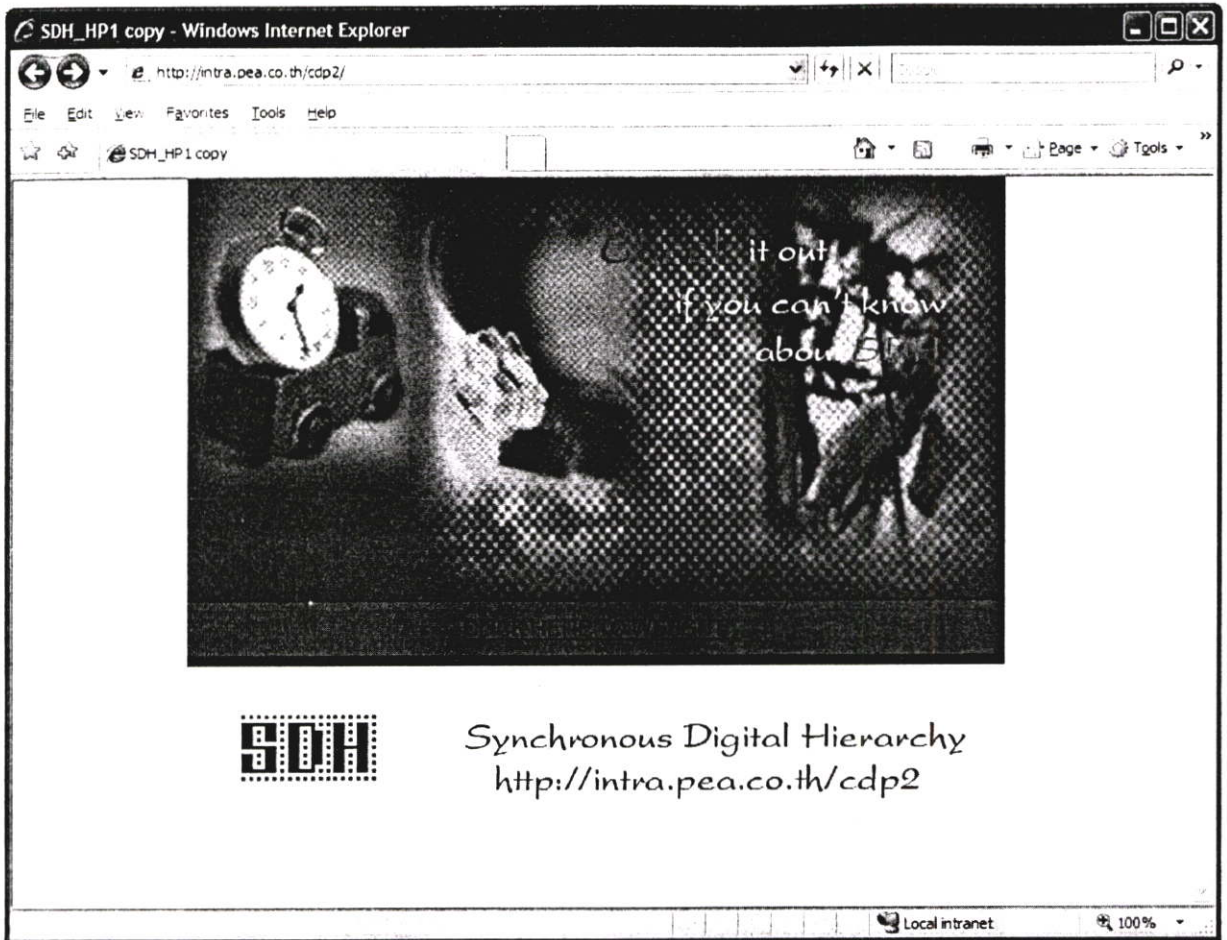
ที่	ผู้ทดสอบ	x	X <sup>2</sup>
1	กลุ่มสูงคนที่ 1	53	2809
2	กลุ่มสูงคนที่ 2	52	2704
3	กลุ่มสูงคนที่ 3	51	2601
4	กลุ่มสูงคนที่ 4	50	2500
5	กลุ่มสูงคนที่ 5	49	2401
6	กลุ่มสูงคนที่ 6	49	2401
7	กลุ่มสูงคนที่ 7	49	2401
8	กลุ่มสูงคนที่ 8	48	2304
9	กลุ่มสูงคนที่ 9	47	2209
10	กลุ่มสูงคนที่ 10	46	2116
11	กลุ่มต่ำคนที่ 1	34	1156
12	กลุ่มต่ำคนที่ 2	33	1089
13	กลุ่มต่ำคนที่ 3	32	1024
14	กลุ่มต่ำคนที่ 4	28	784
15	กลุ่มต่ำคนที่ 5	28	784
16	กลุ่มต่ำคนที่ 6	27	729
17	กลุ่มต่ำคนที่ 7	25	625
18	กลุ่มต่ำคนที่ 8	24	576
19	กลุ่มต่ำคนที่ 9	23	529
20	กลุ่มต่ำคนที่ 10	20	400
รวม		$\sum x = 768$	$\sum x^2 = 32,142$

- การหาค่าความแปรปรวน

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{20 \times 32142 - (768)^2}{20 \times 19} \\
 &= \frac{642840 - 589824}{380} \\
 &= 139.52
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_u &= \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \\
 &= \frac{60}{59} \left\{ 1 - \frac{13.21}{139.52} \right\} \\
 &= 0.90
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ  
ตัวอย่างบทเรียน



CMD001: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี - Windows Internet Explorer

http://172.30.26.253/fms/mod/resource/index.php?id=59

Training Div... Welcome to

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หน้าหลัก - CMD001 - มหาวิทยาลัย

หัวข้อ	ชื่อ	รายละเอียด
1	โครงสร้างของระบบ SDH	
2	หน้าที่ 1 SDH Overview	
3	หน้าที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method	
4	หน้าที่ 3 Overhead and Pointer	
5	หน้าที่ 4 Logic Composition of SDH	

กองฝึกอบรม ฝ่ายศึกษามูลสาร โทร 5864-9 โทรสาร 02-6893106  
 440 ถนนพระราม 5 แขวง 5066

Local intranet 100%

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี - Windows Internet Explorer

http://172.30.26.253/fms/course/view.php?id=59

Training Div... Welcome to Training Division (nl)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หน้าหลัก - CMD001

โครงสร้างของระบบ SDH

1 โครงสร้างของระบบ SDH

2 หน้าที่ 1 SDH Overview

3 หน้าที่ 2 SDH Frame Structure & Multiplexing Method

4 หน้าที่ 3 Overhead and Pointer

5 หน้าที่ 4 Logic Composition of SDH

6

Local intranet 100%

### ความหมายของ SDH

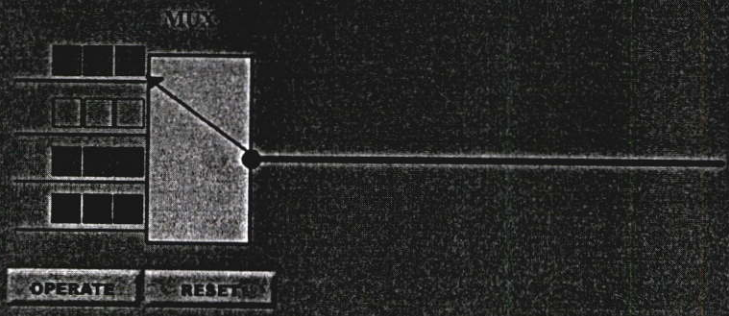
(Synchronous Digital Hierarchy) SDH: ความหมายที่ตรงไปตรงมาในการสื่อสารแบบซิงโครไนซ์ โดยที่การส่งข้อมูลจะต้องใช้เวลาที่ตรงกันตลอดเวลา การสื่อสารที่ใช่เป็นแบบซิงโครไนซ์ ต้องส่งเป็นเฟรม และมีการจัดระบบลำดับเฟรม มีคอนโทรลเฟรมที่เฉพาะเจาะจงที่คอยตรวจสอบสถานะเฟรมเฟรม มีการรวมเฟรมเป็นเฟรมที่เรียกว่าเฟรม และจะรวมกันเป็นลำดับ

CONTINUE..

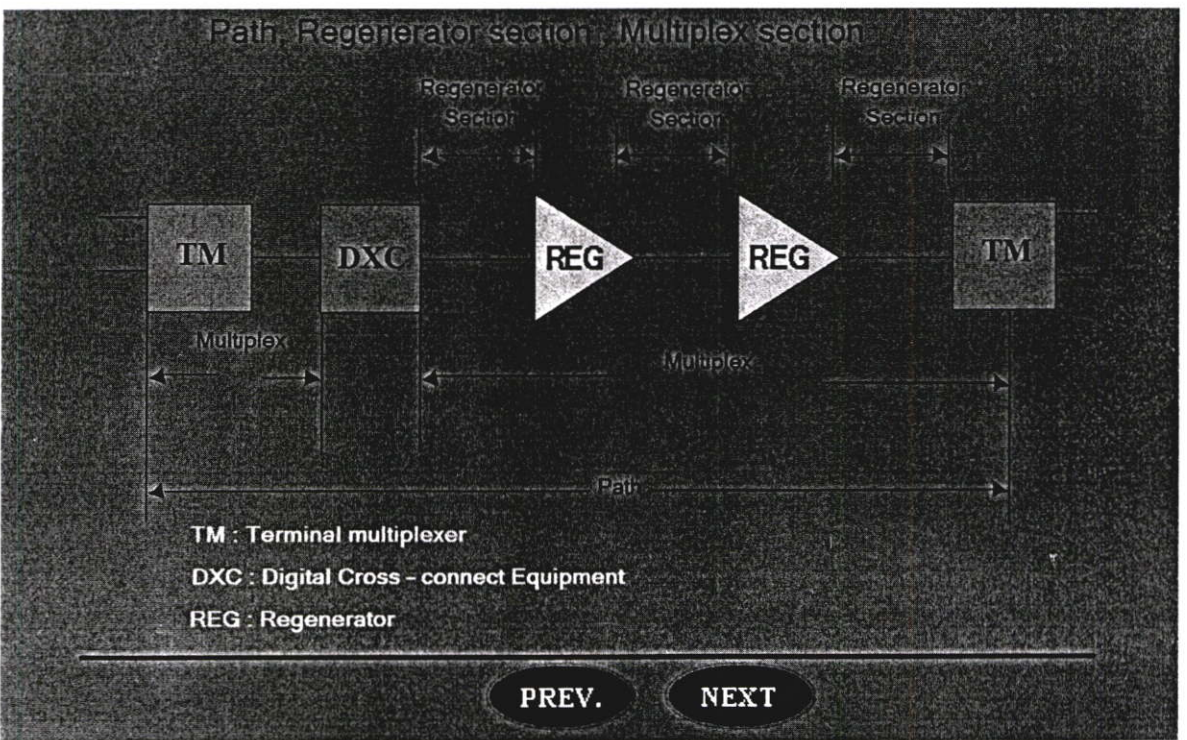
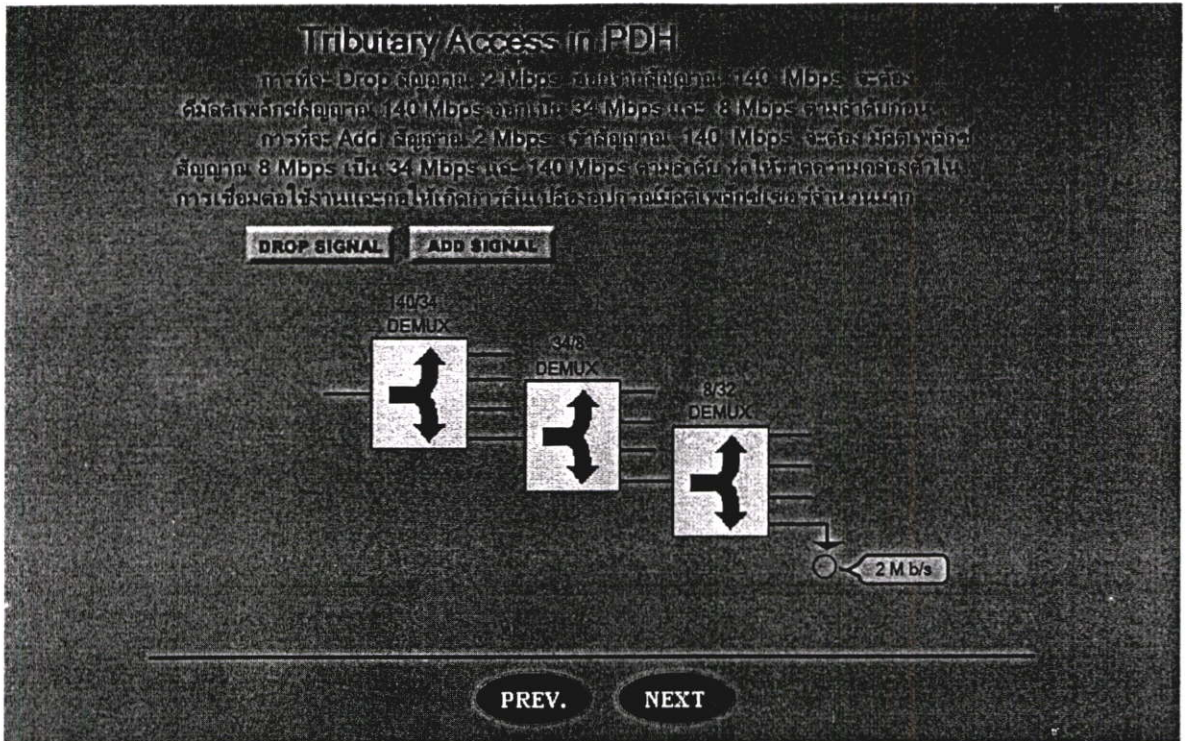
PREV. NEXT

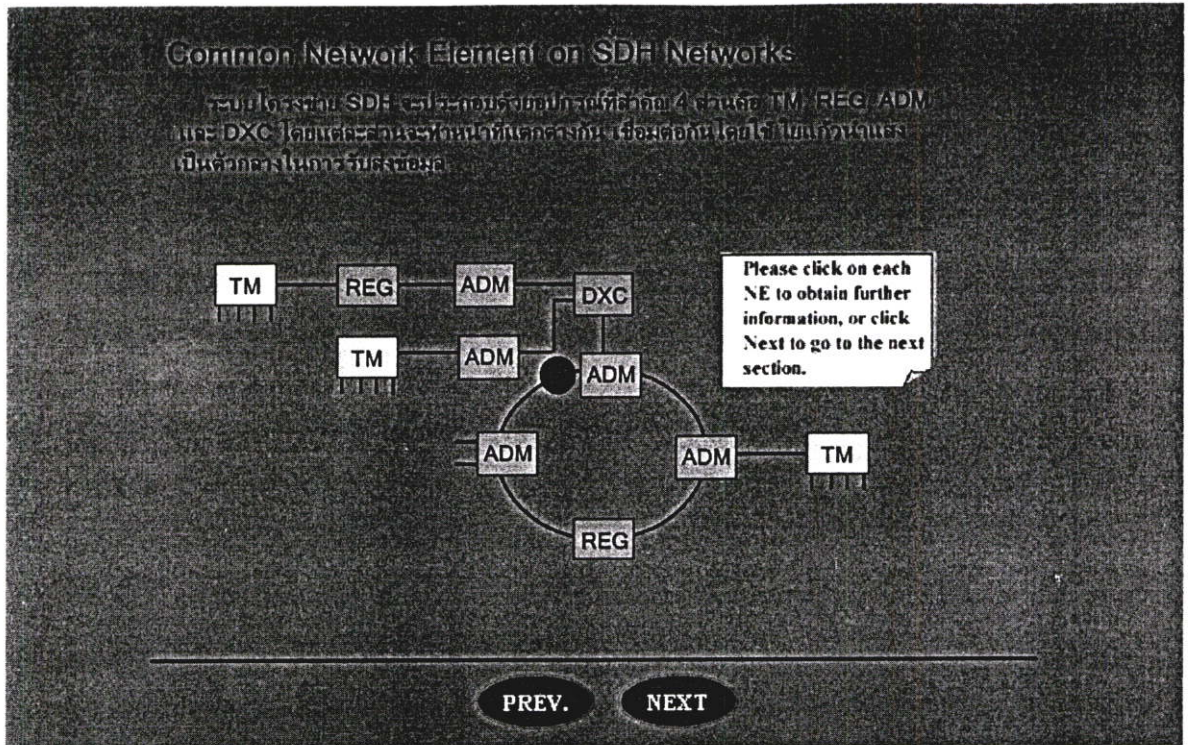
### PDH - ก่อนจะมีเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ SDH

สวิตช์ PDH ที่ใช้เทคโนโลยีการ Multiplex และ demultiplex



PREV. NEXT





CMD001: แบบทดสอบที่ ๒ - Windows Internet Explorer

http://172.30.26.253/mis/mod/quiz/attempt.php?id=358

Training Div. - Welcome to Training Division (mls)

หน้าหลัก - CMD001 - แบบทดสอบ - แบบทดสอบที่สาขาวิชาชั้นปีที่ 2 - ครั้ง 2

**แบบทดสอบท้ายบทเรียนหน่วยที่ 2**  
ครั้งที่ 2

1  
1 คะแนน

จากภาพ SOH คือ ฟังก์ชันหมายเลขใด

	2	4	5
3			

คำตอบ:  a. 1,2  
 b. 2,3  
 c. 1,3  
 d. 2,4

2  
1 คะแนน

Multi frame ประกอบด้วย C-12 จำนวนกี่ Frame

คำตอบ:  a. 1  
 b. 2  
 c. 3

Done Local intranet 100%

ภาคผนวก ฉ  
หนังสือราชการ

- รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ
- หนังสือราชการ

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการสอน

### บทเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่องหลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์สื่อสาร ความเร็วสูง เอส ดี เอช

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

**ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ดังนี้**

- (1) นายภราดา สุขยิ่ง ที่ปรึกษาการจัดทำข้อกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH และตรวจสอบการติดตั้งระบบโครงข่ายอุปกรณ์ SDH ตามโครงการพัฒนาระบบสื่อสารระยะที่ 2 จากศูนย์บริการวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- (2) นายสรารุช บัวชม หัวหน้าแผนกออกแบบระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (3) นายสุภทัต อินทร์ขาว หัวหน้าแผนกบริหารงานติดตั้งระบบสื่อสาร กองออกแบบและบริการ ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

**ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้**

- (1) รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) นายประเสริฐ เรืองหนู ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาบุคลากร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (3) นายสมร การเกษ หัวหน้าแผนกฝึกอบรมด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม กองฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาบุคลากร การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายสมศักดิ์ จันทร์มณี รหัสประจำตัว 45063309 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสัญญาณความเร็วสูง (Web-Based Instruction on Synchronous Digital Hierarchy Fundamental)” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2550

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2550

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มจักษ์)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศบ 0524.04/ 1139

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๑ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายภราดา สุขยิ่ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทรมณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อ  
สัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ วาตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ  
สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายสมศักดิ์ จันทรมณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325



ที่ ศท 0524.04/ 1139

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๑ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายสราวุธ บัวชม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทรมณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรอุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อ  
สัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ภาตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ  
สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายสมศักดิ์ จันทรมณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศษ 0524.04/ 1139

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายสุภทัต อินทร์ขาว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทร์มณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อ  
สัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ วาตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ  
สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายสมศักดิ์ จันทร์มณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศษ 0524.04/ 1139

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายประเสริฐ เรืองหนู

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทรมณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อ  
สัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราวศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ  
สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายสมศักดิ์ จันทรมณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1139

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายสมร การะเกษ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทร์มณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารสัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสมศักดิ์ จันทร์มณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 1139

วันที่ ๒๒ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทรมณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารสัญญาณความเร็วสูง” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่าน จะช่วยให้งานวิจัยของ นายสมศักดิ์ จันทรมณี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม 113  
วันที่ 29 มี.ค. 2550 เวลา.....  
เลขที่รับ..... 1340



ที่ ศธ 0524.04/ 1173

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๙ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายสื่อสารและโทรคมนาคม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายสมศักดิ์ จันทรมณี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หลักการเบื้องต้นของระบบสื่อสารสัญญาณความเร็วสูง” โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 8 มกราคม 2550 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสมศักดิ์ จันทรมณี ทดลองใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยสอนกับพนักงานช่างและวิศวกรที่ปฏิบัติงานด้านสื่อสารและโทรคมนาคม และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยภายในหน่วยงานท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-142-3133

29 มี.ค. 2550

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายสมศักดิ์ จันทร์มณี
วัน-เดือน-ปีเกิด	29 มกราคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง
ที่อยู่ปัจจุบัน	1/413 ถ.นนทบุรี 1 ต.สวนใหญ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
อาชีพ	พนักงานรัฐวิสาหกิจ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์-โทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง