

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบมัลติเพล็กซ์สัญญาณของการแพร่กระจายคลื่นโทรทัศน์แบบดิจิทัล.....
 แหล่งเงินทุน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์.....
 ประจำปีงบประมาณ..... 2555..... จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน..... 200,000..... บาท
 ระยะเวลาทำการวิจัย..... 1..... ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554..... ถึง..... กันยายน 2555.....
 ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด.....
 1. ผศ. ดร. พิสิฐ..... บุญศรีเมือง..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....
 2. ผศ. สุรพล..... บุญจันทร์..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....
 3. นายชูชาติ..... พุดระกุล..... สำนักงานคณบดี (งานเทคโนโลยีสารสนเทศ)..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....
 4. นายณรงค์ศักดิ์..... มโนสิทธิชัย..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เทคนิคการมัลติเพล็กซ์หรือผสมสัญญาณแบบ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) สำหรับระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน (Digital Video Broadcasting-Terrestrial: DVB-T) สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เราจะส่งสัญญาณ OFDM เพื่อการแพร่ภาพวีดิทัศน์ดิจิทัล (Digital Video Broadcasting: DVB) ตามมาตรฐานการให้บริการโทรทัศน์ระบบดิจิทัลของประเทศไทยยุโรป การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองวิจัยแพร่ภาพระบบ DVB-T ณ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภายในสถานะแวดล้อมสองกรณีประกอบไปด้วย กรณีภายในอาคารและภายนอกอาคาร โดยทดสอบส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลบนย่านความถี่ UHF ช่วงความถี่ 638- 642 MHz ช่อง 42 แบนด์วิดท์เท่ากับ 8 MHz จากผลการทดลองที่ได้พบว่าสัญญาณที่รับชมมีคุณภาพที่ดีและได้รับผลกระทบจากสัญญาณรบกวนเพียงเล็กน้อย

นอกจากนี้ เราได้นำเสนอตัวอย่างและจำลองการทำงาน สำหรับการใช้เทคนิค OFDM ในระบบ DVB-T 2K mode จำลองการหาอัตราความผิดพลาดบิตกรณีที่ไม่มี การเข้ารหัสช่องสัญญาณ มีการ mapping มอดูเลต แบบ 16 QAM และมี guard interval เท่ากับ 1/16

คำสำคัญ : การมัลติเพล็กซ์ การแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน OFDM DVB

Research Title: Multiplex of Digital Video Broadcasting System.....
 Researcher Pisit Boonsrimuang, Surapol Boonjun, Chouchart Poutrakul and
 Narongsak Manositthichai.....
 Faculty:Engineering..... DepartmentTelecommunication Engineering.....

ABSTRACT

The analysis of the OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) technique for the DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) system is studied in this research. For this study, we shall use one of the proposed OFDM signals of the Digital Video Broadcasting (DVB) standard for the European digital television service. The measurements were made on the department of Telecommunication, Faculty of Engineering (KMITL) in two cases indoor and outdoor locations. Therefore, we will investigate the digital television signal in UHF frequency range (638-642 MHz), Channel 42, bandwidth 8 MHz. From measurement results of the DVB-T system show that the signal had a better quality and less affected by the noise.

In addition, we will show the OFDM adaption for DVB-T 2K mode design example tests the BER (Bit Error Rate) without channel coding. Modulation mapping is 16-QAM; the guard interval is 1/16.

Keyword : Multiplexing, DVB-T, OFDM, DVB

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 และความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ท่านอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยและอำนวยความสะดวกทุกประการ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการอำนวยความสะดวก เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการของสาขาวิชา ในการทดสอบชิ้นงาน อีกทั้งยังให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิจัย

ขอขอบคุณ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ เจ้าของเอกสาร บทความ ตำรา หนังสือทุกท่านที่คณะผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผศ. ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง

ผศ.สุรพล บุญจันทร์

นายชูชาติ พุดระกูล

นายณรงค์ศักดิ์ มโนสิทธิชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 การทบทวนวรรณกรรม (Literature review).....	5
บทที่ 3 เทคโนโลยีการแพร่ภาพโทรทัศน์.....	7
3.1 บทนำ.....	7
3.2 หลักการเบื้องต้นของการแพร่ภาพ.....	7
3.4 ความถี่ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ [9].....	8
3.5 การแพร่ภาพโทรทัศน์ [9].....	8
3.6 ประเภทของโทรทัศน์ [9].....	9
3.7 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์แอนะล็อก [9].....	12
3.8 เทคโนโลยีโทรทัศน์ดิจิทัล [11], [14]-[16].....	15
3.9 มาตรฐานสากลของเทคโนโลยีระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน.....	16
(Digital Terrestrial TV) [11], [14]-[16]	
3.9.1 มาตรฐาน ATSC.....	16
3.9.2 มาตรฐาน DVB-T.....	18
3.9.3 มาตรฐาน ISDB-T.....	21
3.10 มาตรฐานสากลของเทคโนโลยีระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน.....	25
(Digital Terrestrial TV) [11], [14]-[16]	
3.11.1 มาตรฐาน DVB-S.....	25
3.11.2 มาตรฐาน DVB-S2.....	25
3.11.3 มาตรฐาน ISDV-S.....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.11 มาตรฐานสากลของเทคโนโลยีระบบโทรทัศน์ดิจิทัลผ่านเคเบิล.....	27
(Cable digital TV) [11], [14]-[16]	
3.11.1 มาตรฐาน DVB-C.....	27
3.11.2 มาตรฐาน DVB-C2.....	27
3.11.3 มาตรฐาน ISDB-C.....	28
3.12 มาตรฐานสากลของเทคโนโลยีระบบโทรทัศน์มือถือดิจิทัล.....	28
(Handheld Digital TV)	
3.12.1 มาตรฐาน DVB-H.....	29
3.12.2 มาตรฐาน 1seg.....	29
3.12.3 มาตรฐาน T-DMB.....	30
3.12.4 มาตรฐาน Media FLO.....	30
3.12.5 มาตรฐาน DVB-SH.....	30
3.12.6 มาตรฐาน S-DMB.....	31
3.12.7 มาตรฐาน CMMB.....	31
บทที่ 4 การทดลองวิจัยและผลการวิจัย.....	34
4.1 การจำลองระบบ DVB-T แบบ 16-QAM.....	34
4.1.1 การจำลองระบบ DVB-T แบบ 16-QAM.....	34
4.1.2 ผลการจำลองบนช่องสัญญาณ AWGN.....	36
4.1.3 ผลการจำลองบนช่องสัญญาณ Ricean.....	36
4.1.4 ผลการจำลองบนช่องสัญญาณ Rayleigh.....	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	45
เอกสารอ้างอิง.....	46
ภาคผนวก.....	47
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ช่องความถี่ระบบ PAL และ NTSC.....	9
3.2 มาตรฐานโทรทัศน์ระบบต่าง ๆ [10].....	11
3.3 ความถี่การใช้งานโทรทัศน์ของประเทศไทย.....	13
3.4 มาตรฐานการส่งโทรทัศน์ ตามอักษร A-N [9].....	14
3.5 มาตรฐานรูปแบบภาพโทรทัศน์แบบต่าง ๆ.....	17
3.6 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบ ISDB-S.....	26
3.7 ข้อกำหนดทางความถี่และช่องสัญญาณของดาวเทียมประเทศญี่ปุ่นที่ใช้มาตรฐาน ISDB-S.....	27
3.8 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทคนิคระหว่าง DVB-C และ DVB-C2.....	28
3.9 คุณสมบัติทางเทคนิคของระบบ ISDB-C.....	28
3.10 Transmission Specification.....	33
4.1 ข้อกำหนดพารามิเตอร์ในการสำหรับการจำลองตามภาพที่ 4.1.....	36
4.2 พารามิเตอร์ในการทดลองสำหรับภาครับสัญญาณระบบ DVB-T.....	40

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การประยุกต์ใช้งานของระบบการแพร่โทรทัศน์ดิจิทัล [6].....	4
2.2 กระบวนการส่งสัญญาณของระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัล [8].....	4
2.3 กระบวนการทำงานฝั่งภาครับของระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัล [8].....	5
3.1 บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของกระบวนการแพร่ภาพโทรทัศน์.....	7
3.2 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก.....	10
3.3 สัญญาณ composite video ของระบบการส่ง 625 เส้น [9].....	11
3.4 สัญญาณ composite video ของระบบการส่ง 525 เส้น [9].....	11
3.5 ตัวอย่างสเปกตรัมความถี่ระบบ PAL ของประเทศในทวีปยุโรป.....	12
3.6 ตัวอย่างสเปกตรัมความถี่ระบบ NTSC ของประเทศอเมริกา.....	12
3.7 แสดงการสแกนภาพโทรทัศน์ [11].....	13
3.8 การแสดงผลด้วยวิธีการสแกนภาพแบบอินเทอร์เลซ [11].....	13
3.9 การมอดูเลตสัญญาณภาพโทรทัศน์ด้วยวิธี Vestigial Sideband (VSB).....	14
3.10 เปรียบเทียบการใช้สเปกตรัมความถี่โทรทัศน์ NTSC และโทรทัศน์ดิจิทัล ATSC.....	18
3.11 เส้นทางการส่งข้อมูลแบบต่าง ๆ.....	18
3.12 เครือข่ายความถี่เดียว (Single Frequency Network).....	19
3.13 บล็อกไดอะแกรมระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล DVB-T [2].....	19
3.14 บล็อกไดอะแกรมฟังก์ชันการมอดูเลตแบบ COFDM [12].....	20
3.15 ตัวอย่างการส่งผ่านตามลำดับขั้นของการมอดูเลตแบบ COFDM [12].....	20
3.16 บล็อกไดอะแกรมของ MPEG-2 transport stream และ MPEG-2 program [13].....	20
3.17 Segmented OFDM รองรับการส่งสัญญาณหลายบริการพร้อมกัน 21.....	21
3.18 Hierarchical Transmission Segmented OFDM รองรับการรับสัญญาณสูงสุด 3 แบบ.....	21
3.19 ตัวอย่างการให้บริการด้วยวิธี Hierarchical Transmission.....	22
3.20 โครงสร้างของเฟรม DTMB.....	24
3.21 แสดงสัญญาณระบบโทรทัศน์ DVB-H ถูกส่งออกมารวมกันกับสัญญาณ DVB-T.....	29
ภายในมัลติเพล็กซ์เดียวกัน	
3.22 CMMB Network.....	32
3.23 ส่วนประกอบของมาตรฐาน CMMB.....	32
4.1 การจำลองการส่งผ่านระบบ DVB-T (OFDM 16-QAM).....	35
4.2 บล็อกไดอะแกรมของ sub DVB OFDM Modulation.....	35
4.3 บล็อกไดอะแกรมของ sub DVB OFDM Demodulation.....	35
4.4 Constellation ของสัญญาณการมอดูเลตแบบ OFDM ที่ค่า CN ต่าง ๆ.....	37
4.5 BER ของช่องสัญญาณ Gaussian.....	37
4.6 Constellation ของสัญญาณการมอดูเลตแบบ OFDM ที่ค่า CN ต่าง ๆ.....	38
4.7 BER ของช่องสัญญาณ Ricean 38.....	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 Constellation ของสัญญาณการมอดูเลตแบบ OFDM ที่ค่า CN ต่าง ๆ.....	39
4.9 BER ของช่องสัญญาณ Rayleigh.....	39
4.10 การเปรียบเทียบ BER ของช่องสัญญาณ Gaussian, Ricean และ Rayleigh.....	40
4.11 Multiplexer ของระบบ DVB-T.....	41
4.12 การทดสอบปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T.....	42
4.13 การทดลองวิจัยส่งสัญญาณระบบ DVB-T.....	42
4.14 เครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลระบบ DVB-T.....	42
4.15 อุปกรณ์ที่ต่าง ๆ ของเครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลระบบ DVB-T.....	43
4.16 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของเครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลระบบ DVB-T.....	43
4.17 ภาครับของระบบ DVB-T.....	43
4.18 การต่อสาย HDMI เชื่อมต่อระหว่าง Set Top Box และ HDTV ในการรับสัญญาณ.....	44
4.19 การรับชมรายการของระบบ DVB-T.....	44