

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล.....  
 แหล่งเงินทุน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์.....  
 ประจำปีงบประมาณ..... 2555..... จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน..... 72,000..... บาท  
 ระยะเวลาทำการวิจัย..... 1..... ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554..... ถึง กันยายน 2555.....  
 ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด  
 1. ผศ.สุรพล..... บุญจันทร์..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....  
 2. ผศ. ดร.พิสิฐ..... บุญศรีเมือง..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....  
 3. นายชูชาติ..... พุดระกุล..... สำนักงานคณบดี (งานเทคโนโลยีสารสนเทศ) คณะวิศวกรรมศาสตร์.....  
 4. นายณรงค์ศักดิ์..... มโนสิทธิชัย..... สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....

### บทคัดย่อ

Set-Top-Box (STB) ถูกนำมาใช้งานเพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์แสดงผลซึ่งอาจจะเป็นโทรทัศน์หรือคอมพิวเตอร์ และแพร่ภาพสัญญาณดิจิทัลผ่านสื่อที่แตกต่างกัน การเปิดตัวของเทคโนโลยีระบบการแพร่ภาพดิจิทัลภาคพื้นดินได้เข้ามามีบทบาทและมีความต้องการอุปกรณ์ STB อย่างแพร่หลายสำหรับการรับชมผ่านสัญญาณโทรทัศน์แอนะล็อกภาคพื้นดิน ระบบ DVB-T ได้ถูกนำมาไปใช้งานและเป็นที่ยอมรับในการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัลจากหลายประเทศ โดยส่วนใหญ่จะใช้งานสำหรับย่านความถี่ VHF (7 MHz) และย่านความถี่ UHF (8 MHz) DVB-T เป็นการส่งผ่านข้อมูลดิจิทัลโดยใช้เทคนิค COFDM (Code Orthogonal Frequency Division Multiplexing) และมีการป้องกันการรบกวนของสัญญาณงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบภาครับของระบบ DVB-T โดยใช้เครื่องรับสัญญาณหรือ STB จากนั้นจะทำการทดลองรับสัญญาณและเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างกรณีสถานะแวดล้อมภายในอาคารและภายนอกอาคาร

คำสำคัญ : เครื่องรับสัญญาณ STB การแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน ระบบ DVB-T

Research Title: Digital Video Broadcasting Receiver.....

Researcher Surapol Boonjun, Pisit Boonsrimuang, Chouchart Poutrakul and  
Narongsak Manositthichai.....

Faculty: Engineering..... Department Telecommunication Engineering.....

## ABSTRACT

The Set-Top-Box (STB) has been in use to provide interface between the display devices, which could be a television or computer, and the broadcasted digital signals through different transmission media. The Introduction of terrestrial digital broadcasting added a new dimension to STBs of broader demand for all that were receiving analog terrestrial television signals. The DVB-T system has been adopted or proposed for digital television broadcasting by many countries, using mainly VHF 7 MHz and UHF 8 MHz. DVB-T as a digital transmission delivers data in a Code Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM) transmission technique which includes the use of a guard interval. This research is designed the DVB-T receiver side which includes STB. The measurement results; indoor and outdoor cases are compared and discussed.

Keyword : Receiver, Set Top Box (STB), Digital Video Broadcasting-Terrestrial, DVB-T

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 และความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ท่านอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยและอำนวยความสะดวกทุกประการ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการอำนวยความสะดวก เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการของสาขาวิชา ในการทดสอบชิ้นงาน อีกทั้งยังให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิจัย

ขอขอบคุณ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ เจ้าของเอกสาร บทความ ตำรา หนังสือทุกท่านที่คณะผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผศ.สุรพล บุญจันทร์

ผศ. ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง

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 เทคโนโลยีและระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัล.....                   | 6    |
| 3.1 บทนำ.....                                                            | 6    |
| 3.2 การกำเนิดโทรทัศน์ [3].....                                           | 6    |
| 3.3 หลักการเบื้องต้นของการแพร่ภาพ [4].....                               | 6    |
| 3.4 ความถี่ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ [4].....                      | 7    |
| 3.5 การแพร่ภาพโทรทัศน์ [4].....                                          | 8    |
| 3.6 ประเภทของโทรทัศน์ [4].....                                           | 9    |
| 3.7 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์แอนะล็อก [4].....                            | 9    |
| 3.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ [4].....                                        | 10   |
| 3.9 โทรทัศน์ระบบดิจิทัล [6].....                                         | 14   |
| 3.10 ประเภทของระบบดิจิทัลทั่วโลก [7].....                                | 14   |
| 3.11 กลไกการทำงานของโทรทัศน์ระบบดิจิทัล.....                             | 18   |
| 3.12 การพัฒนาโทรทัศน์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Television).....            | 19   |
| 3.13 การส่งโทรทัศน์ในระบบดิจิทัล (Digital).....                          | 20   |
| 3.14 DVB-T [8].....                                                      | 20   |
| 3.15 เครื่องรับโทรทัศน์ดิจิทัล.....                                      | 23   |
| 3.16 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการเปลี่ยนมาใช้คลื่นสัญญาณแบบดิจิทัล [4]..... | 27   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                 | หน้า |
|-------------------------------------------------|------|
| บทที่ 4 การทดลองวิจัยและผลการวิจัย.....         | 29   |
| 4.1 การออกแบบระบบปรับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล..... | 29   |
| 4.2 Set Top Box.....                            | 30   |
| 4.3 สายอากาศและ HDTV.....                       | 32   |
| 4.3 การทดลองและผลการทดลอง.....                  | 33   |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....        | 35   |
| เอกสารอ้างอิง.....                              | 36   |
| ภาคผนวก.....                                    | 37   |
| ประวัติคณะผู้วิจัย.....                         | 127  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                   | หน้า |
|------------------------------------------------------------|------|
| 3.1 ช่องความถี่ระบบ PAL และ NTSC .....                     | 8    |
| 3.2 มาตรฐานโทรทัศน์ระบบต่าง ๆ [5].....                     | 10   |
| 3.3 ความถี่การใช้งานโทรทัศน์ของประเทศไทย.....              | 12   |
| 3.4 มาตรฐานการส่งโทรทัศน์ ตามอักษร A-N [4].....            | 13   |
| 4.1 พารามิเตอร์ในการทดลองสำหรับภาครับสัญญาณระบบ DVB-T..... | 29   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                    | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 การออกแบบระบบภาครับสัญญาณของระบบ DVB-T .....                                                                          | 5    |
| 3.1 บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้นของกระบวนการแพร่ภาพโทรทัศน์ .....                                                               | 7    |
| 3.2 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก .....                                                                 | 9    |
| 3.3 สัญญาณ composite video ของระบบการส่ง 625 เส้น [4] .....                                                               | 11   |
| 3.4 สัญญาณ composite video ของระบบการส่ง 525 เส้น [4] .....                                                               | 11   |
| 3.5 ตัวอย่างสเปกตรัมความถี่ระบบ PAL ของประเทศในทวีปยุโรป .....                                                            | 11   |
| 3.6 ตัวอย่างสเปกตรัมความถี่ระบบ NTSC ของประเทศอเมริกา .....                                                               | 13   |
| 3.8 โครงสร้างการทำงานของระบบ DVB [8] .....                                                                                | 15   |
| 3.9 เทคโนโลยีการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลระบบ ATSC .....                                                               | 16   |
| 3.10 เทคโนโลยีการส่ง-รับสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลระบบ ISDB .....                                                              | 17   |
| 3.11 ระบบต่าง ๆ ของเทคโนโลยีโทรทัศน์ดิจิทัล ISDB .....                                                                    | 18   |
| 3.12 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ HDTV [9] .....                                                                              | 19   |
| 3.13 ระบบการรับสัญญาณโทรทัศน์ HDTV [9] .....                                                                              | 19   |
| 3.14 บล็อกไดอะแกรมฟังก์ชันการมอดูเลตแบบ COFDM [10] .....                                                                  | 21   |
| 3.15 ตัวอย่างการส่งผ่านตามลำดับขั้นของการมอดูเลตแบบ COFDM [10] .....                                                      | 21   |
| 3.16 โครงข่ายแบบ Single Frequency Network [10] .....                                                                      | 21   |
| 3.17 Channel encoding .....                                                                                               | 22   |
| 3.18 ไดอะแกรมของ MPEG-2 transport stream และ MPEG-2 program [8] .....                                                     | 23   |
| 3.19 ไดอะแกรมฟังก์ชันเครื่องรับโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน (DVB-T) [10] .....                                               | 23   |
| 3.20 ตัวอย่างเครื่องรับสัญญาณ Set Top Box ระบบ DVB-T [11]-[12] .....                                                      | 24   |
| 3.21 โครงสร้างภายในเครื่องรับสัญญาณระบบ DVB-T ประเทศยุโรป ย่านความถี่ UHF<br>ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ถอดรหัส COFDM [13] ..... | 25   |
| 3.22 เครื่องรับสัญญาณระบบ DVB-C มีการใช้อุปกรณ์ถอดรหัสแบบ QAM [13] .....                                                  | 25   |
| 3.23 เครื่องรับสัญญาณที่นำมาใช้กับระบบ Broadband IPTV ก่อนผ่าน ADSL Modem [13] .....                                      | 26   |
| 3.24 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับสัญญาณระบบ DVB-S (1995/96 generation) [13] .....                                           | 26   |
| 3.25 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับสัญญาณระบบ DVB-C (1995/96 generation) [13] .....                                           | 27   |
| 3.26 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลของภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก .....                                                            | 28   |
| 4.1 ระบบการแพร่ภาพโทรทัศน์ดิจิทัล DVB-T โดยทั่วไป .....                                                                   | 30   |
| 4.2 บล็อกไดอะแกรมของการทดลองวิจัยส่งสัญญาณระบบ DVB-T ในโครงการวิจัยนี้ .....                                              | 30   |
| 4.3 โครงสร้างของ Set Top Box สำหรับระบบ DVB-T .....                                                                       | 31   |
| 4.4 โครงสร้างของ Set Top Box ยี่ห้อ KASKAD VA2102HD ที่ใช้ในการทดลองวิจัย .....                                           | 31   |
| 4.5 การต่อสาย HDMI เชื่อมต่อระหว่าง Set Top Box และ HDTV ในการรับสัญญาณ .....                                             | 32   |
| 4.6 สายอากาศโทรทัศน์รุ่น A100 .....                                                                                       | 32   |
| 4.7 การทดลองรับสัญญาณระบบ DVB-T .....                                                                                     | 33   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่                                | หน้า |
|---------------------------------------|------|
| 4.8 การทดลองรับสัญญาณภายในอาคาร.....  | 34   |
| 4.9 การทดลองรับสัญญาณภายนอกอาคาร..... | 34   |