

กล้องวงจรปิดไร้สายควบคุมแกน X และแกน Y ย่านความถี่ UHF

พ.อ.อ.วุฒิไกร ปิยะราช

นายสุจินต์ นัคดา

นายชัชวาล ต้นชะลิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (แขนงโทรคมนาคม) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัย เรื่องการพัฒนากล้องวงจรปิดไร้สายควบคุมแกน X และแกน Y ย่านความถี่ UHF เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา และออกแบบระบบกล้องวงจรปิดไร้สาย ที่สามารถควบคุมได้ในแนวแกน X และแกน Y และรับ-ส่งสัญญาณในย่านความถี่ UHF ประกอบด้วยส่วนควบคุม ออกแบบโดย ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 168 รับสัญญาณควบคุม จากสวิทช์จอยสติค ไปควบคุมการเคลื่อนที่ ของกล้องใน แกน X และ แกน Y ด้วยความถี่วิทยุ 2.4 GHz และส่วนของสัญญาณภาพ มีการรับ-ส่งสัญญาณภาพ โดยใช้โมดูลสำเร็จรูป คลื่นความถี่วิทยุ 5.8 GHz จากการทดสอบหาระยะ ในการควบคุมการเคลื่อนที่ ของกล้องในแนวตั้งผลปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 6 ชั้น ภายนอกอาคารสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการควบคุมในแนวนอน ภายนอกอาคารได้ระยะไกลสุด 80 เมตร การทดสอบการรับ-ส่งสัญญาณภาพ ในแนวตั้ง ผลปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 7 ชั้น ภายนอกอาคารได้ระยะสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการรับ-ส่งสัญญาณภาพในแนวนอนภายนอกอาคารได้ระยะไกลสุด 80 เมตร

1. บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้า ทางเทคโนโลยี ได้ก้าวเข้ามาเป็นส่วนหนึ่ง ของการดำเนินชีวิตในประจำวัน และการพัฒนาเทคโนโลยี ได้นับว่าเป็นความก้าวหน้าของมนุษย์ ในการนำเอาความรู้ในหลายๆ ด้านมาประยุกต์ใช้ ให้เกิดประโยชน์แก่สังคม และพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยี เพื่ออำนวยความสะดวกสบายนั้น จึงได้เป็นกุญแจสำคัญดอกหนึ่ง ของการใช้ความรู้ขั้นพื้นฐาน ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะศาสตร์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์มาใช้ เพื่อช่วยให้ประชาชน และสังคมสามารถเข้าถึงเพื่อ ใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นเทคโนโลยีเหล่านี้ สามารถนำมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง การควบคุม และการติดตาม ทั้งนี้รวมถึงความปลอดภัยในการเดินทาง ด้วยเทคโนโลยี อันชาญฉลาดเหล่านี้

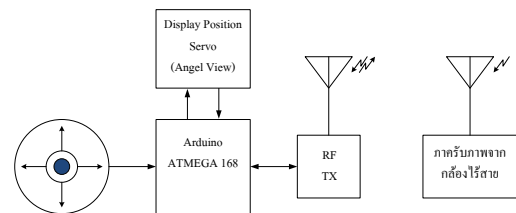
จะสามารถนำมาบริหาร จัดการระบบการจราจรให้เป็นระเบียบได้ และตอบสนองต่อความต้องการ ความจำเป็นของเรา ได้ในระดับหนึ่ง เช่น ช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ช่วยแก้ไขปัญหาการจราจร และปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากที่กล่าวมาเบื้องต้นนั้น จะพบได้ว่า ระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) เข้ามามีบทบาทหน้าที่อย่างมากในสถานการณ์ปัจจุบัน ทั้งในเรื่องของปัญหาอาชญากรรม แก้ปัญหาการจราจรติดขัดและ การรักษาความปลอดภัย ดังนั้นทีมคณะวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าออกแบบ และพัฒนาระบบการควบคุมกล้องวงจรปิด ที่สามารถครอบคลุมพื้นที่การใช้งานมากขึ้น โดยใช้กล้องเพียง 1 ตัว ในราคาต้นทุนที่ต่ำ และสะดวกแก่การใช้งาน เพื่อให้องค์การ หรือหน่วยงานต่างๆ สามารถนำมาใช้

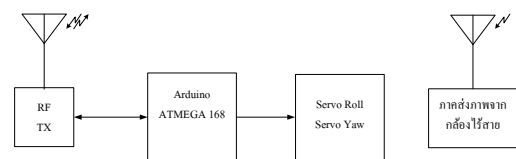
ประโยชน์ และนำไปสู่การพัฒนาองค์การเพื่อการ

2. โครงสร้างของระบบ

งานวิจัยนี้คณะผู้จัดทำได้ออกแบบ ระบบ การควบคุมกล้อง เพื่อให้สามารถมองเห็นมุมมอง ภาพได้หลายมุม (Angle View) แยกเป็นระบบ การควบคุมภาคส่ง และระบบการควบคุมภาครับซึ่ง ทั้งสองภาคสื่อสารกันแบบไร้สาย โดยใช้โมดูลการ สื่อสารที่มีขายทั่วไป (โมดูล ETTRF ซึ่งอ้างอิงจาก เนื้อหาในบทที่ 2) เป็นระยะเนื่องจากเป็นการ สื่อสารระยะไกลและแบบไร้สายทำให้โมดูลในการ ส่งมีการผิดพลาด ทางคณะผู้วิจัยจึงได้กำหนด รูปแบบการสื่อสาร (Protocol) ไว้ซึ่งจะสื่อสาร ข้อมูลกันไว้ถูกต้อง สำหรับภาพทางคณะผู้วิจัย ได้ ใช้ชุด โมดูลแยกการทำงาน แยกสัญญาณกับระบบ ควบคุมรายละเอียดของระบบแสดงในรูปที่ 2.1 แต่ละส่วนรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมระบบการทำงานภาคส่ง ของชุดควบคุมกล้อง



รูปที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมระบบการควบคุมกล้อง ส่วนภาครับ

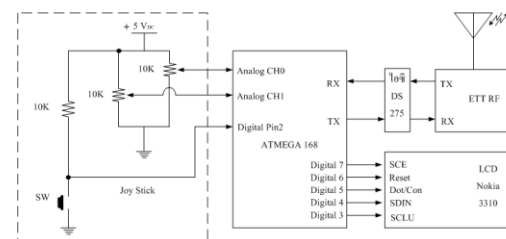
2.1 ระบบการทำงานภาคส่งของชุดควบคุมกล้อง

ในระบบการควบคุมกล้องทางภาคส่ง คณะผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับความ สะดวกสบายในการควบคุมและทราบถึง รายละเอียดตำแหน่งของทิศทางกล้องของกล้อง โดยประกอบด้วยปัจจัยดังนี้

2.1.1 ส่วนประกอบการทำงานภาคส่ง

แข่งขันในด้านต่างๆต่อไป

ส่วนประกอบของระบบทางภาคส่งแสดงให้ เห็นเป็นรูปวงจรดังในรูปที่ 2.3 ประกอบด้วย จอยสติ๊ก ซึ่งมีความต้านทานปรับค่าได้จำนวน 2 ตัว สวิตซ์ 1 ตัวสำหรับความต้านทานปรับค่าได้จะต่อ อยู่กับขาไมโครคอนโทรลเลอร์ในช่องอะนาล็อก 0 และ 1 เพื่อผ่านค่าแรงดันให้ได้ข้อมูลการปรับ ทิศทางของเซอร์โวมอเตอร์ในภาครับ (Roll และ Yaw) สวิตซ์ที่ประกอบอยู่ในโมดูลของจอยสติ๊กเข้า กับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอินพุต (Input) เพื่อ ปรับค่าตำแหน่งเริ่มต้นของเซอร์โวมอเตอร์ทั้งสอง ตัว สำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย คณะผู้วิจัย ใช้โมดูลเครื่องส่งและรับของบริษัท ETT ซึ่งมี การสื่อสารแบบ RS232 ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรีจิสเตอร์ (Register) ควบคุมการสื่อสาร อนุกรมในระดับแรงดันไฟ 0-5 โวลต์ (UART) จึง ต้องใส่ไอซี DS275 เพื่อปรับแรงดันให้ได้มาตรฐาน การสื่อสารแบบ RS232 ในการแสดงผล ของ ตำแหน่งคณะผู้วิจัย ได้ออกแบบโดยใช้จอแสดงผล กราฟิกแอลซีดี (Graphic LCD 84x48-Nokia 3310) เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถทราบตำแหน่งของ ทิศทางเซอร์โวมอเตอร์โดยจอแสดงผลจะใช้ ขาสัญญาณทำหน้าที่ส่งสัญญาณในการควบคุมจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 5 ทิศทาง (Digital I103-Digital I107)



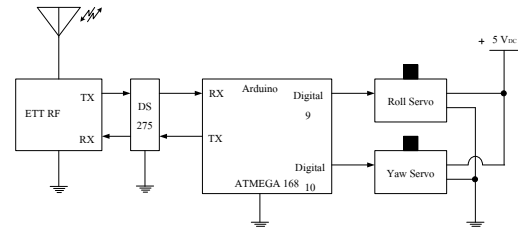
รูปที่ 2.3 วงจรชุดส่งภาคควบคุมกล้อง

2.1.2 กระบวนการทำงานภาคส่ง

กระบวนการขั้นตอนทำงานในการควบคุม กล้องของซอฟต์แวร์แสดงในรูปที่ 2.4 เริ่มต้นโดย

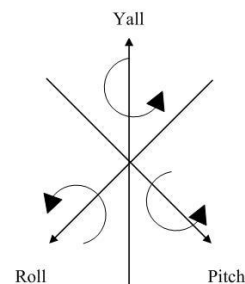
การกำหนดค่า ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย การกำหนดพอร์ต (Digital I/O) กำหนดการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม ในงานวิจัยนี้ให้อัตราการสื่อสาร (Band Rate) เท่ากับ 9600 บิตต่อวินาทีและกำหนดการใช้งานของจอภาพแสดงผล LCD จากนั้นทำการตรวจอ่านค่าการโยกคด ขอยสติก ซึ่ง ปกติ ขอยสติก ต่อ เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ช่องอนาล็อก (Analog) ช่อง 0 จะเป็นการปรับค่าการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) มุม Yaw และช่อง 1 จะเป็นการปรับค่าการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ Roll ทิศทางการหมุนมุมแนวนอนแกน x (Yaw) และแนวตั้งแกน y (Roll) แสดงในรูปที่ 2.4 ในขอยสติกจะประกอบด้วยค่าความต้านทาน สามารถปรับค่าได้ 2 ตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการแปลงค่าอนาล็อก (Analog) เป็นค่าของข้อมูลทางดิจิทัล (ค่าการแปลงค่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าระดับแรงดันไฟ 0 – 5 โวลท์) ซึ่งอยู่ในช่วงค่าเลขดิจิทัล 0-1024 เมื่อไม่มีการโยกขอยสติกค่าของข้อมูลดิจิทัล จะจ่ายค่าได้ประมาณ 500 ซึ่งจะเป็นค่ากลาง สำหรับตรวจสอบการควบคุม การโยกขอยสติกหรือไม่ เช่น การอ่านค่าอนาล็อกช่อง 0 ซึ่งเป็นมุม Yaw หากมีค่ามากกว่ามุม (90องศา) ค่ากลางจะทำการตรวจสอบว่ามีค่าเกินมุมนี้เซอร์โวมอเตอร์ห่างมุม 90 องศาหรือไม่ (งานวิจัยเซอร์โวมอเตอร์ทางภาคีรับสามารถหมุนได้ 0-180 องศา) ถ้ามีมุมสูงเกิน 180 องศา กำหนดให้มีค่ามุมเท่ากับมุมสูงสุดหากไม่มากกว่าก็จะทำการเพิ่มค่ามุมทีละ 1 องศา (+1) ในทำนองเดียวกันหากว่าข้อมูลดิจิทัลมีค่าน้อยกว่าค่ากลางจะทำการตรวจสอบว่ามุมเท่ากับมุมต่ำสุดหรือไม่ (0 องศา) ถ้าค่าของมุนน้อยกว่ามุมต่ำสุด จะเท่ากับค่ามุมต่ำสุด ที่กำหนดไว้ ถ้าหากไม่เท่ากับมุมต่ำสุด จะทำการกำหนดค่ามุมของค่ากลางทีละ 1 (-1) กระบวนการของการอ่านค่าข้อมูลดิจิทัลมุม Roll ก็ทำงานเช่นเดียวกันจากนั้นก็แสดงผลของมุมให้ผู้ควบคุมทราบทาง (LCD) และทำการสั่งค่า

ข้อมูลของมุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ทางภาคีรับต่อไปแล้วจะรายงานการทำงานอย่างนี้เรื่อยๆ

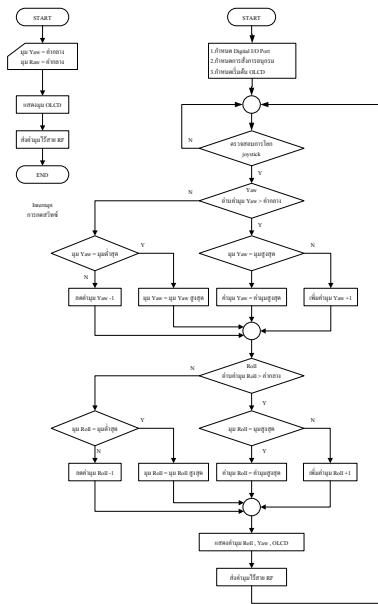


รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมชุดควบคุมกล้องภาคีรับ

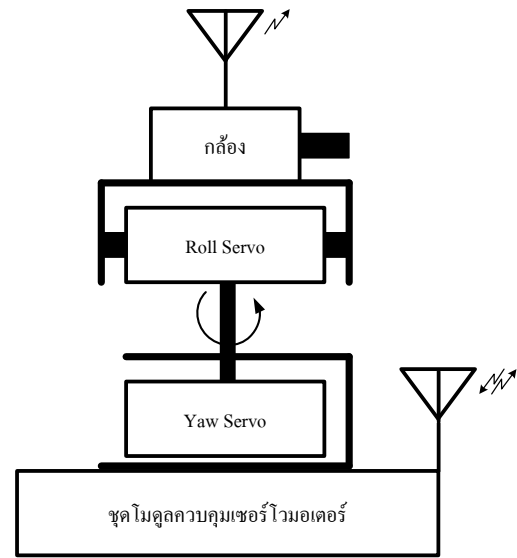
สำหรับสวิทช์ที่อยู่ในโมดูลขอยสติกจะต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นสัญญาณอินเตอร์รัพท์ (Interrupt) เมื่อทำการกดจะส่งข้อมูลให้เซอร์โวมอเตอร์รับกลับมาอยู่ในตำแหน่งที่ 90 องศาทั้งสองตัว (ค่ากลาง) แล้วแสดงผลตัวตำแหน่งค่ากลางออกทางหน้าจอแอลซีดีเซอร์วิสโค้ดตามภาคผนวก



รูปที่ 2.5 แสดงทิศทางการหมุนของเซอร์โว



รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของระบบควบคุมภาคส่ง



รูปที่ 2.7 แสดงจุดเชื่อมต่อของอุปกรณ์

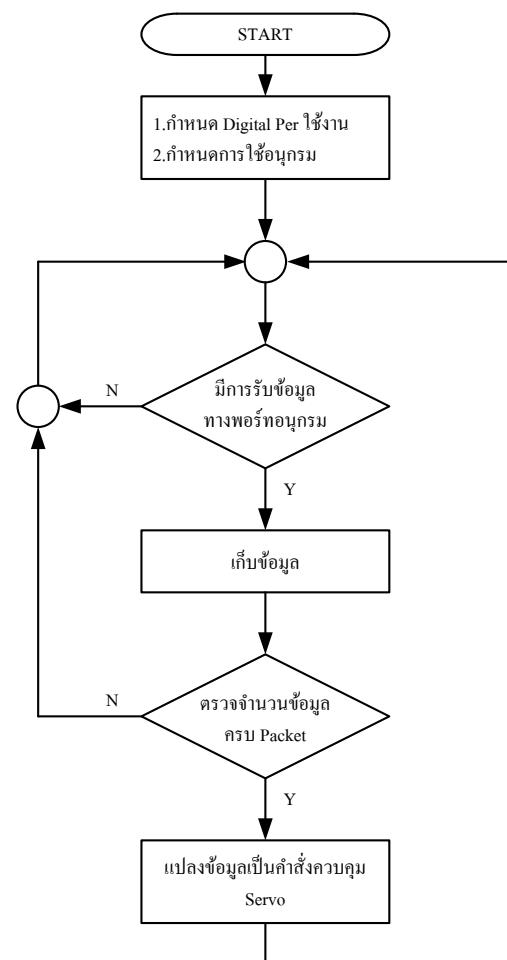
2.2 ระบบการควบคุมกล้องส่วนภาครับ

ในภาครับขณะผู้วิจัยออกแบบวงจรรับสัญญาณข้อมูลจากโมดูล RF เพื่อทำการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ให้สามารถเพิ่มมุมมองภาพได้มากขึ้นทั้งมุม Pan และ Tilt โดยเซอร์โวมอเตอร์สองตัว (Pan = Yaw, Tilt=Roll) รายละเอียดดังนี้

2.2.1 ส่วนประกอบระบบควบคุมกล้องภาครับ

ส่วนประกอบวงจรและอุปกรณ์แสดงในรูปที่ 3.7 ประกอบด้วยตัวรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายซึ่งเป็นโมดูล RF ของบริษัท ETT มีการสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 ซึ่งจะต้องส่งเข้าไอซี DS275 เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลอนุกรมกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะสื่อสารควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยสัญญาณทางดิจิทัลไอโอ 9 (Digital I/O9) จะควบคุมเซอร์โวมอเตอร์หมุนควบคุมในแนวมุม Yaw สำหรับมอเตอร์มุม Yaw จะเป็นเฟรม (Frame) ต่อเชื่อมให้กับเซอร์โวมอเตอร์ที่หมุนในมุม Roll โดยต่อเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ Digital I/O10 แสดงในรูปที่ 2.6 และเฟรมโครงสร้างของมุม Roll จะเชื่อมต่อกับเฟรมตัวติดตั้งกับกล้องแบบไร้สาย

2.2.2 กระบวนการควบคุมกล้องภาครับ



รูปที่ 2.8 แสดงกระบวนการทำงานภายในภาครับ

ภายในภาครับจะกำหนดค่าพอร์ตใช้งาน และการสื่อสารอนุกรมกำหนดการสื่อสารมีอัตรา (Band Rate) เท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที โดยจะตรวจสอบค่าของข้อมูลผ่านทางโมดูลสื่อสารอนุกรมตลอดเวลาที่มีข้อมูลเข้ามาจะเก็บข้อมูลไว้ที่ตัวแปรแบบ Away ซึ่งจะเป็นการเก็บข้อมูลแบบแพ็คเกจ (Packet) หรือ โพรโทคอล (Protocol) รายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อ 2.3 เมื่อตรวจสอบจนครบและถูกต้องตามรูปแบบข้อมูลและจะแปลความหมายของข้อมูลเป็นคำสั่งควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ต่อไป

2.3 ข้อมูลการสื่อสาร

สำหรับระบบควบคุมกล้องแบบไร้สายซึ่งเป็นการป้องกันการส่ง - รับข้อมูลนี้ได้ผิดพลาดทางคณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดรูปแบบการส่งข้อมูล (Protocol) และสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ถูกต้องและความแน่นอนของกลุ่มข้อมูล (Packet Data) จะถูกนำส่งไปยังทางภาคส่งและภาครับจะทำการตรวจสอบ จนกว่าจะครบกลุ่มข้อมูล และแปลความหมายของกลุ่ม เป็นข้อมูลเป็นคำสั่งควบคุม โดยรูปแบบกลุ่มแสดงในรูป 2.8

255	255	ID	Length	Yaw	Roll	Status SW	Check SUM
-----	-----	----	--------	-----	------	-----------	-----------

รูปที่ 2.9 รูปแบบกลุ่มข้อมูลในการรับ - ส่ง

จากรูปที่ 2.9 เป็นกลุ่มข้อมูลในการรับ - ส่งจำนวน 8 ไบต์ (Byte) ประกอบด้วย

- Header ซึ่งเป็นข้อมูล 2 ไบต์ (Byte) คือ 255, 255
- ID หมายเลข ID ของตัวรับมีขนาด 1 ไบต์ (Byte)
- Length จำนวนไบต์ของข้อมูลที่จะทำการส่งตามออกไป (ในที่นี้เท่ากับ 4 ไบต์ (Byte))
- Yaw มุมในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์มุม Yaw (0 - 180 องศา)
- Roll มุมในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์มุม Roll (0-180องศา)

- Status SW เป็น Byte การกดสวิทช์จอยสติ๊กกด =1 , ไม่กด =0

- Checksum จะเป็นไบต์ข้อมูลสำหรับตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามาถูกต้องหรือไม่โดยวิธีการคำนวณองศาของเซอร์โวมอเตอร์เป็นไปตามรูปภาพที่ 2.9

Checksum = 255 - (ID + Length + Yaw + Roll + Status SW)

= [255 - (ID + Length + Yaw + Roll + Status SW)] mod 256

ตัวอย่างที่ 1

ต้องการส่งข้อมูลเพื่อบังคับการหมุนของกล้องจากตำแหน่งปกติ (Roll และ Yaw เท่ากับ 90 องศา) เป็น Yaw 30 องศา และ Roll 45 องศา

Checksum = [255 - (2 + 4 + 30 + 45 + 0)] mod 256

= 174 mod 256

=174

ข้อมูลที่จะต้องส่ง = 255, 255, 2, 4, 30, 45, 0, 174

ตัวอย่างที่ 2

จากตัวอย่างที่ 1 ต้องการให้กล้องกลับไปสู่ตำแหน่งสภาวะปกติ

Checksum = [255 - (2 + 4 + 0 + 0 + 1)] mod 256

= 248 mod 256

= 248

ข้อมูลที่จะต้องนำส่ง = 255, 255, 2, 4, 0, 0, 1, 248

หมายเหตุ: การหารเอาเศษ หรือ เรียกอีกอย่างว่า มอดุลัส เขียนย่อได้คือ mod ปกติการหารเลข เช่น $5/2$ เราจะตอบว่า 2.5 แต่ในทางคอมพิวเตอร์ การหารเลขจำนวนเต็ม จะได้ว่า $5/2$ ได้ 2 ส่วนการ mod จะเป็น $5 \text{ mod } 2$ ได้ 1

$7 \text{ mod } 3 = 1$

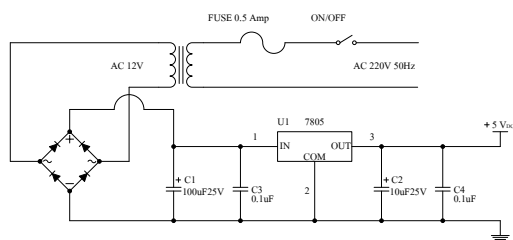
$8 \text{ mod } 3 = 2$

$16 \text{ mod } 4 = 0$

ในทางคอมพิวเตอร์ จะไม่เขียน mod แต่จะใช้เครื่องหมาย % มาแทน

2.4 แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงระบบควบคุมภาคส่ง-รับและระบบกล้องภาคส่ง-รับ

แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงระบบการควบคุมนั้นใช้ไฟกระแสสลับขนาด 220 โวลท์ 50 Hz มีสวิตช์เปิด-ปิดระบบรวมถึงมีฟิวส์สำหรับป้องกันระบบเมื่อเกิดไฟลัดวงจรไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแปลงลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 12 โวลท์ จากนั้นทำการแปลงไฟฟ้าให้เป็นไฟแบบกระแสตรงโดยผ่านวงจรบริดจ์เรกติไฟล์ (Bridge Rectifier) ผ่านวงจรฟิลเตอร์ (Filter) แล้วเข้าสู่วงจรเรกูเลเตอร์ (Regulator) เป็นไฟเลี้ยงวงจรขนาดไฟแบบกระแสตรงแรงดัน 5 โวลท์ 1 แอมแปร์ แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงระบบควบคุมภาคส่ง-รับและระบบกล้องภาคส่ง-รับ

2.5 ระบบภาพแบบไร้สาย

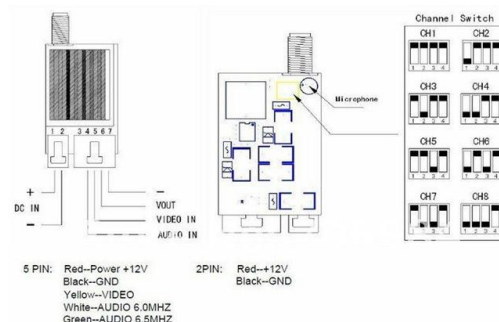
กระบวนการของระบบกล้องวงจรปิดไร้สายเริ่มจากตัวกล้องที่เป็นตัวรับสัญญาณภาพการจะรับภาพได้นั้น จะต้องมีส่วนส่งสว่างไปยังที่วัตถุที่ต้องการและแสงนั้น จะตกกระทบวัตถุแล้วจึงสะท้อนกลับออกมา (ประสิทธิภาพกล้องนั้นขึ้นอยู่กับความไวแสงซึ่งจะส่งผลให้ระดับคุณภาพของการทำงานแตกต่างกันออกไป) และภายในนั้นจะมีตัวที่แปลงสัญญาณภาพ เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งต่อสัญญาณ ตามสายที่เชื่อมจากกล้องไปสู่ชุดส่งสัญญาณคลื่นความถี่ 5.8 GHz แล้วส่งไปที่ชุดรับ

สัญญาณคลื่นความถี่ 5.8 GHz และส่งต่อไปยังจอรับภาพ (Monitor) เพื่อแสดงภาพที่ได้จากตัวกล้อง

ชุดรับ-ส่งสัญญาณคลื่น 5.8 GHz ส่วนประกอบแสดงในรูปที่ 2.11 ทั้งนี้ชุดรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่ 5.8 GHz สามารถเลือกปรับช่องรับ-ส่งสัญญาณได้ 8 ช่องคลื่นความถี่ UHF 5.8 GHz แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.12 อีกทั้งชุดรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่ 5.8 GHz



รูปที่ 2.11 ชุดรับ-ส่งกล้องโมดูล 5.8 G Wireless Video Sender Tx -Rx 5.8 GHz 500 mW



รูปที่ 2.12 รายละเอียดการใช้งานและช่องสัญญาณชุดรับ-ส่งกล้อง

3. ผลการทดลอง

3.1 การทดลอง

3.1.1 การทดลองวัดสัญญาณควบคุมและสัญญาณก่อดังจากเครื่องวัดสเปกตรัม

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองวัดสัญญาณควบคุมและสัญญาณก่อดังจากเครื่องวัดสเปกตรัม

ครั้งที่	ชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ย่านความถี่	ชุดสัญญาณก่อดัง CCTV ย่านความถี่
1	2.4007 GHz	5.945 GHz
2	2.4008 GHz	5.948 GHz
3	2.3984 GHz	5.9484 GHz
4	2.4008 GHz	5.945 GHz
ค่าเฉลี่ย	2.4001 GHz	5.9466 GHz

3.1.2 การทดลองหาระยะสัญญาณก่อดังภายในอาคารแนวตั้ง

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองหาระยะสัญญาณก่อดังภายในอาคารแนวตั้ง

ชั้น	คุณภาพการรับสัญญาณภาพ	หมายเหตุ
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
9	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
10	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ รับสัญญาณภาพชัดเจน ✗ ไม่สามารถรับสัญญาณภาพได้

3.1.3 การทดลองหาระยะสัญญาณสัญญาณก่อดังภายนอกอาคาร

3.1.3.1 การทดลองภายนอกอาคารในแนวตั้ง

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองหาระยะสัญญาณก่อดังภายนอกอาคารแนวตั้ง

ชั้น	คุณภาพในการรับสัญญาณภาพ	หมายเหตุ
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✓	
9	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
10	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ รับสัญญาณภาพชัดเจน ✗ ไม่สามารถรับสัญญาณภาพได้

3.1.3.2 การทดลองภายนอกอาคารในแนวนอน

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองหาระยะสัญญาณก่อดังภายนอกอาคารแนวนอน

ระยะในแนวนอน	คุณภาพการรับสัญญาณภาพ	หมายเหตุ
10 เมตร	✓	
20 เมตร	✓	
30 เมตร	✓	
40 เมตร	✓	
50 เมตร	✓	
60 เมตร	✓	
70 เมตร	✓	
80 เมตร	✓	
90 เมตร	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
100 เมตร	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ รับสัญญาณภาพชัดเจน ✗ ไม่สามารถรับสัญญาณภาพได้

3.1.4 การทดลองหาระยะในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ภายในอาคารแนวตั้ง

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองหาระยะสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ภายในอาคารแนวตั้ง

ชั้น	คุณภาพการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	หมายเหตุ
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
8	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
9	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
10	✗	อยู่ในระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้ ✗ ไม่สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้

3.1.5 การทดลองหาระยะในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ภายนอกอาคาร

3.1.5.1 การทดลองภายนอกอาคาร แนวตั้ง

ตารางที่ 3.6 ผลการทดลองหาระยะในการควบคุม
เซอร์โวมอเตอร์ภายนอกอาคารแนวตั้ง

ชั้น	คุณภาพการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	หมายเหตุ
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8	✓	
9	✗	อยู่ใกล้ระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
10	✗	อยู่ใกล้ระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
ได้ ✗ ไม่สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้

3.1.5.2 การทดลองภายนอกอาคาร แนวนอน

ตารางที่ 3.7 ผลการทดลองหาระยะในการควบคุม
เซอร์โวมอเตอร์ภายนอกอาคารแนวนอน

ระยะใน แนวนอน	คุณภาพการควบคุม เซอร์โวมอเตอร์	หมายเหตุ
10 เมตร	✓	
20 เมตร	✓	
30 เมตร	✓	
40 เมตร	✓	
50 เมตร	✓	
60 เมตร	✓	
70 เมตร	✓	
80 เมตร	✓	
90 เมตร	✗	อยู่ใกล้ระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน
100 เมตร	✗	อยู่ใกล้ระยะรับสัญญาณและมีสัญญาณรบกวน

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมเซอร์โว
มอเตอร์ได้ ✗ ไม่สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์
ได้

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทำงานวิจัย กว้างวงจรมัดไว้
สายควบคุมแกน x และแกน y ย่านความถี่ UHF
สามารถรับสัญญาณภาพ และสัญญาณควบคุมเซอร์
โวมอเตอร์ ภายในอาคาร และภายนอกอาคาร ซึ่ง
ได้ผลการทดลองดังนี้

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากว้างวงจรมัดไว้
สายควบคุมแกน x และแกน y ย่านความถี่ UHF
เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา
และออกแบบ ระบบกว้างวงจรมัดไว้สายที่สามารถ
ควบคุมได้ในแนวแกน x และแกน y โดยรับ-ส่ง
สัญญาณในย่านความถี่ UHF ประกอบด้วยส่วน
ควบคุมออกแบบ โดยได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์
ATMGA 168 มาใช้รับสัญญาณควบคุมจากสวิทซ์
จอยสติค ไปควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องในด้าน
แกน x และ แกน y ด้วยความถี่วิทยุ 2.4 GHz และ
ส่วนของสัญญาณภาพ ได้ใช้โมดูลสำเร็จรูป คลื่น
ความถี่วิทยุ 5.8 GHz จากการทดสอบหาระยะใน
การควบคุม การเคลื่อนที่ของกล้องในแนวตั้ง ผล
ปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 6 ชั้น
ภายนอกอาคารสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการควบคุมใน
แนวนอน ภายนอกอาคารได้ระยะไกลสุด 80 เมตร
และการทดสอบการรับส่งสัญญาณภาพในแนวตั้ง
ผลปรากฏว่าภายในอาคารได้ระยะสูงสุด 7 ชั้น
ภายนอกอาคารได้ระยะสูงสุด 8 ชั้น ส่วนการรับ-ส่ง
สัญญาณภาพ ในแนวนอนภายนอกอาคาร ได้
ระยะไกลสุด 80 เมตร

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าระยะในการ
รับสัญญาณภาพ และประสิทธิภาพในการควบคุม
เซอร์โวมอเตอร์ ภายในอาคารจะรับสัญญาณได้ใกล้
กว่าภายนอกอาคาร เนื่องจากภายในอาคารมีสิ่งกีด
ขวางเช่น กำแพง พื้นปูน และ สัญญาณรบกวน เป็น
ต้น

5. ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยที่ได้ดำเนินการในครั้งนี ทีม
งานวิจัยได้นำเทคโนโลยีหลายอย่างมาประยุกต์ใช้
งานเพื่อศึกษา และหาแนวทางพัฒนาให้บรรลุ
วัตถุประสงค์พบว่ามีหลายอย่างที่ต้องปรับปรุงและ
พัฒนาดังนี้

สำหรับงานวิจัยที่ได้ดำเนินการในครั้งนี
พบว่ามีหลายอย่างที่ต้องปรับปรุงดังนี้

5.1 โมดูลรับ-ส่งข้อมูลภาพในคลื่นความถี่ 2.4 GHz ถูกรบกวนจากคลื่นสัญญาณภายนอก และภายในอาคาร จึงได้ทำการแก้ไขปัญหา โดยเปลี่ยนชุดโมดูลรับ-ส่งข้อมูลภาพ ในคลื่นความถี่ 5.8 GHz จึงสามารถใช้งานได้ตามต้องการ

5.2 เนื่องจากสัญญาณควบคุม คลื่นความถี่ 2.4 GHz และสัญญาณภาพ คลื่นความถี่ 2.4 GHz เกิดการรบกวนต่อกันจึงแก้ปัญหา โดยการให้สัญญาณย่านความถี่ที่ต่างกัน ซึ่งสัญญาณภาพใช้คลื่นความถี่ 5.8 GHz และ สัญญาณควบคุมใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ เกิดจากความร่วมมือ ของทีมวิจัยซึ่งได้ถูกจัดทำขึ้น อย่างเต็มความรู้ความสามารถของผู้จัดทำ ซึ่งก็ได้ใช้เวลาในการคิดค้น อุปกรณ์ การค้นคว้า ชักถาม หาข้อมูล และรวบรวมข้อมูล ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล และหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและความช่วยเหลือท่านเหล่านี้

- อาจารย์วิชัย จิตประสงค์ และคณะ อาจารย์สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทระเกษม
- คณะอาจารย์และศิษย์เก่าโรงเรียนช่างฝีมือทหาร
- บิดา มารดา และผู้อุปการะ

ที่ทำให้โครงการสำเร็จดังเป้าหมาย ขอขอบพระคุณอย่างสูง