บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

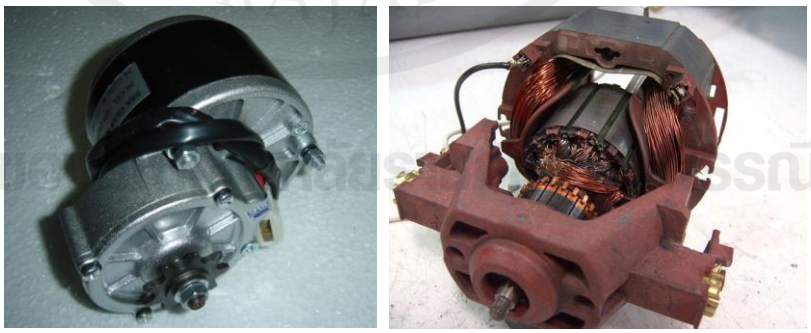
งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนำถ่ายทอดลงสู่กลุ่มชุมชน โดยผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปเป็นสาระสำคัญและนำเสนอเป็นหัวข้อตามรายละเอียดดังนี้

2.1 จักรยานไฟฟ้า

จักรยานไฟฟ้า (E-bike) หมายถึงจักรยานที่ใช้มอเตอร์เป็นกำลังในการขับเคลื่อนและจะใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานเพื่อจ่ายให้กับมอเตอร์ โดยจักรยานไฟฟ้าแบบทั่วไปสามารถทำความเร็วได้ตั้งแต่ 24 ถึง 40 กิโลเมตร /ชั่วโมง ในต่างประเทศจักรยานไฟฟ้าเริ่มเข้ามามีบทบาทแทนที่ตลาดของจักรยานแบบปั่นทั่วไปและรถจักรยานยนต์อย่างรวดเร็ว การใช้จักรยานไฟฟ้าเติบโตขึ้นในปี 1998 จากการประมาณการพบว่าเฉพาะในประเทศจีนเพียงประเทศเดียวมีจักรยานไฟฟ้าประมาณ 120 ล้านคัน ซึ่งในช่วงต้นปี 2010 ที่ผ่านมามียอดขายจักรยานไฟฟ้าเติบโตแล้วทั้งในอินเดีย อเมริกา เนเธอร์แลนด์ และสวิสเซอร์แลนด์ ส่วนในทวีปยุโรปมีจักรยานไฟฟ้าที่ได้จำหน่ายไปแล้วในปี 2010 กว่า 700,000 คัน เพิ่มขึ้นจากในปี 2007 กว่า 200,000 คัน และปี 2009 กว่า 500,000 คัน การจัดสร้างจักรยานไฟฟ้าสามารถกระทำได้ไม่ยุ่งยาก เนื่องจากมีอุปกรณ์ประกอบค่อนข้างน้อยเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษ การดูแลบำรุงรักษากระทำได้ง่ายมีความประหยัดและปลอดภัยสูง ซึ่งจะมีส่วนประกอบหลักในการทำงานอยู่ 4 ส่วน คือ ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor), ชุดกล่องควบคุมความเร็ว, ชุดคันบิดเร่ง และชุดแบตเตอรี่ (บล็อกอีไบค์. ออนไลน์. 2555)

2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของจักรยานไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ที่นิยมใช้จัดสร้างจักรยานไฟฟ้าจะมีอยู่ 2 แบบคือ มอเตอร์แบบมีแปรงถ่านและไม่มีแปรงถ่าน โดยทั้งสองแบบจะเป็นมอเตอร์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ซึ่งจะรับพลังงานจากแบตเตอรี่ มอเตอร์ชนิดแบบมีแปรงถ่านจะหมุนได้โดยใช้ขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กมาผลักกับชุดแม่เหล็กถาวรภายในตัวของมอเตอร์ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านชุดแปรงถ่านมายังชุดคอมมิวเตเตอร์ซึ่งจะเป็นหน้าสัมผัสและนำกระแสไฟฟ้าไปสู่ขดลวดอาร์มาเจอร์ ซึ่งจะพันอยู่บนแกนเพลาของมอเตอร์ โดยลักษณะของมอเตอร์จักรยานไฟฟ้าชนิดมีแปลงถ่านจะแสดงในภาพที่ 2.1 และ2.2



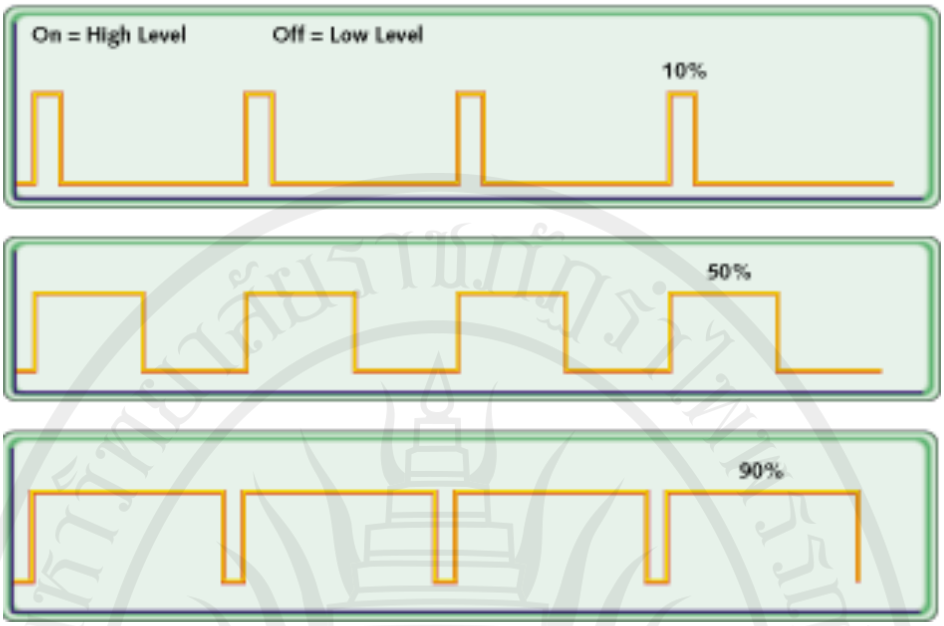
ภาพที่ 2.1 และ2.2 แสดงลักษณะของมอเตอร์จักรยานไฟฟ้าชนิดที่มีแปรงถ่าน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบที่สองเรียกว่า ฮับมอเตอร์ (Hub Motor หรือ Brushless DC Motor) ซึ่งจะไม่มีชุดแปรงถ่าน มอเตอร์แบบนี้จะติดตั้งอยู่ที่ศูนย์กลางของล้อหรือดุมล้อ โดยมอเตอร์แบบนี้จะมีราคาสูงกว่าแบบมีแปรงถ่านและวงจรของชุดควบคุมจะมีการทำงานที่ซับซ้อนกว่า โดยภายในมอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดลวดอยู่ 3 ชุดแต่ละชุดจะประกอบด้วยขดลวดหลายขดและมีการป้อนกลับของสัญญาณจาก hall sensor ทั้งหมด 3 ตัว จะทำงานในระดับ Low และ High ตามขั้วของแม่เหล็ก โดย hall sensor นี้จะวางลักษณะใกล้ๆกันซึ่งมุมของเฟสไฟฟ้าจะต่างกันอยู่ 2 แบบคือ 60 องศา และ 120 องศา และบางรุ่นอาจมีระบบเกียร์เพิ่มขึ้นมา (Planetary Gear) คือทำให้เวลาปั่นจักรยานจะรู้สึกเบาแรงและขนาดเล็กกะทัดรัดกว่า Hub Motor แบบธรรมดา แต่เนื่องจากอุปกรณ์ภายในมีความซับซ้อนและระบบเกียร์ไม่ทนทานเมื่อต้องรับแรงบิดสูงๆ การนำไปประยุกต์ใช้ปั่นไฟกระทำได้ยาก อีกทั้งราคาค่อนข้างแพงกว่าแบบไม่มีเกียร์เมื่อเทียบกับกำลังวัตต์ที่เท่ากันและมอเตอร์แบบไม่มีเกียร์นั้นมักจะนิยมนำมาใช้มากกว่าเนื่องจากการดูแลบำรุงรักษากระทำได้ง่ายและสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ค่อนข้างสูงคือตั้งแต่ 5 – 10 A เมื่อนำมาประยุกต์เพื่อใช้ปั่นไฟ สามารถนำมาทำเป็นกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำมาทำจักรยานปั่นไฟและสามารถนำมาออกแบบให้มีระบบชาร์จไฟกลับขณะปั่นได้ ลักษณะของมอเตอร์ชนิดไม่มีแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) แสดงในภาพที่ 2.3 และ2.4

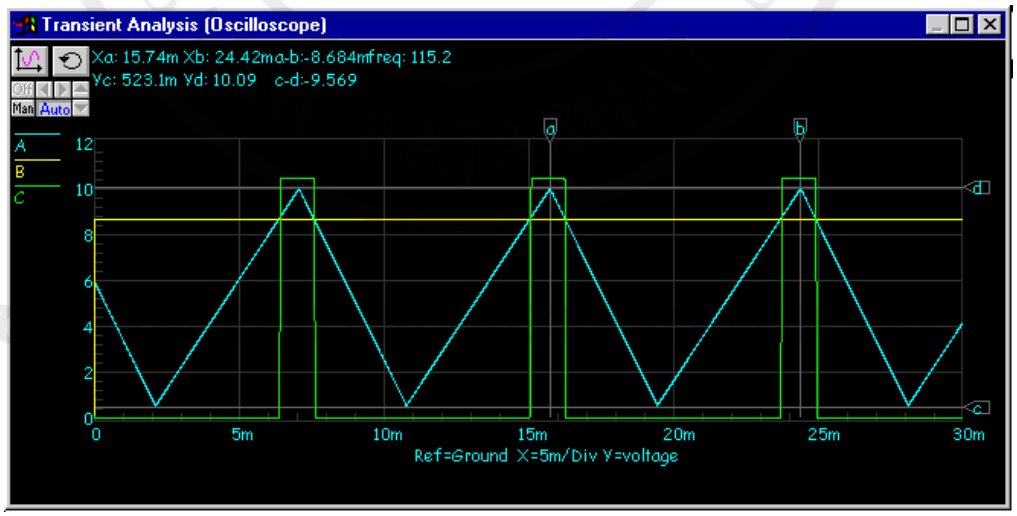
ภาพที่ 2.3 และ2.4 มอเตอร์ชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC Motor)

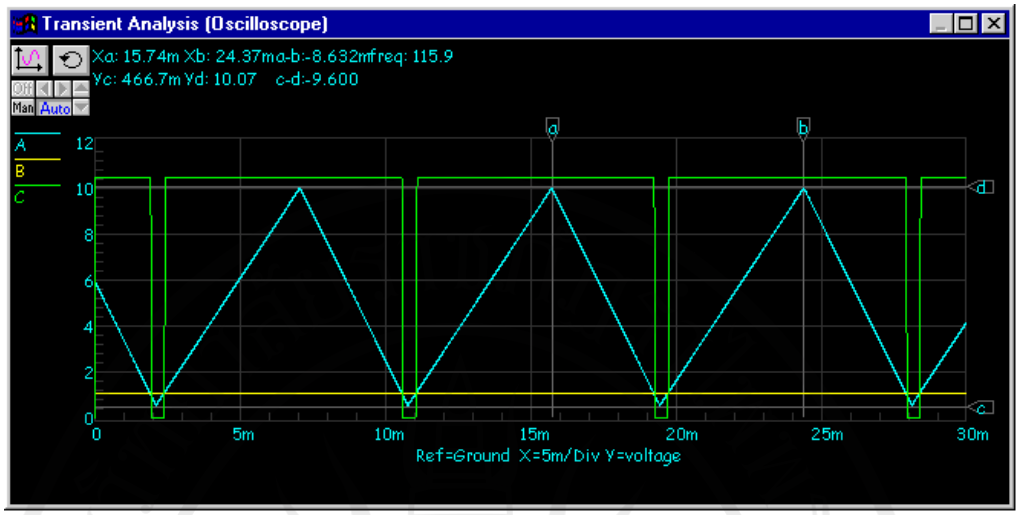
ชุดควบคุม จะแบ่งเป็นชุดควบคุม DC motor และชุดควบคุม Hub Motor (Brushless) ในส่วนของชุดควบคุม DC motor ที่นิยมใช้คือวงจรแบบ PWM (Plus with Modulation) วงจรลักษณะนี้จะดีกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์แบบลิเนียร์ทั่วไป คือ ขณะทำงานจะสูญเสียพลังงานต่ำและมีความร้อนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานจะเป็นลักษณะรูปคลื่นพัลส์สี่เหลี่ยมดังภาพที่ 2.5 ซึ่งสามารถปรับช่วง On-Off ได้ หรือที่เรียกว่า Duty Cycle เช่น ถ้า Duty Cycle มีค่า 100% สัญญาณที่ปล่อยก็จะเป็นลักษณะเส้นตรงเสมือนกับการปล่อยแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์แบบเต็มกำลัง และหาก Duty Cycle ลดลงเหลือ 50 % สัญญาณที่ได้ก็จะเป็นลักษณะ 1/2 ของสัญญาณทั้งหมดใน 1 คาบเวลา ส่งผลให้มีแรงดันไฟฟ้าออกเพียง 50% ของแหล่งจ่ายทั้งหมด การทำงานในลักษณะนี้ทำให้สูญเสียพลังงานต่ำเนื่องจากภาค Output ไม่ต้องทำงานตลอดเวลา



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะรูปคลื่นพัลส์สี่เหลี่ยมของวงจรแบบ PWM

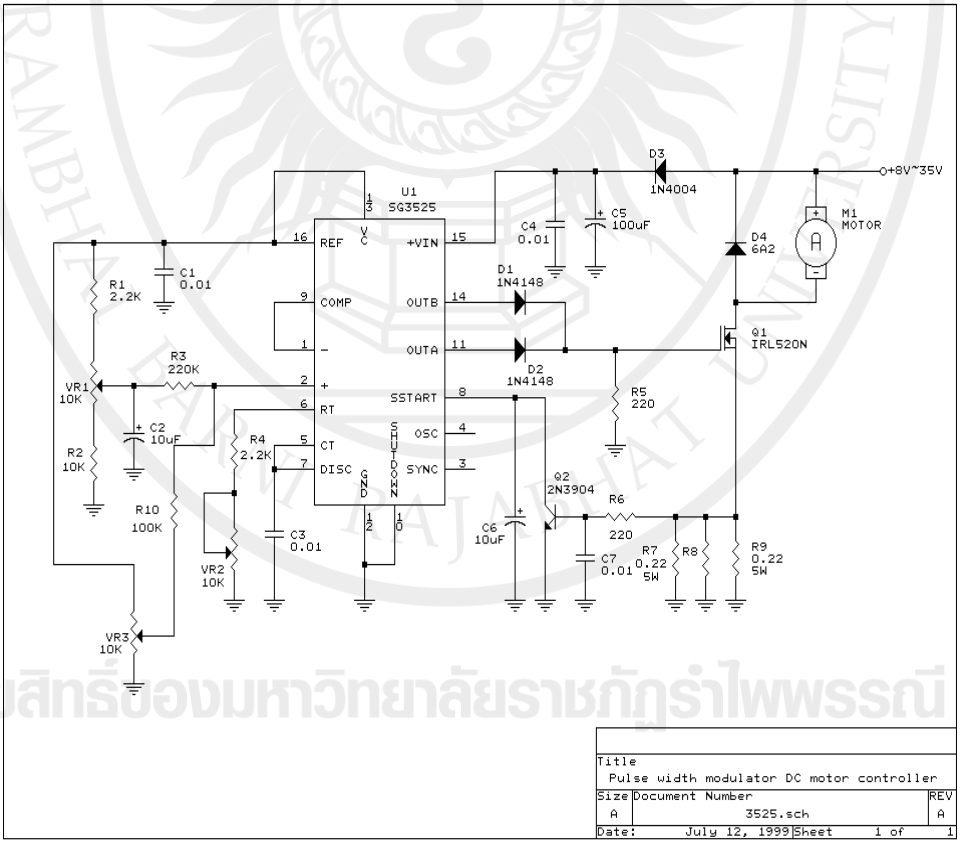
ชุดควบคุม DC motor ดังกล่าวนี้จะประกอบด้วย 2 ภาคการทำงานหลักๆด้วยกัน คือภาค Driver และภาคPower โดยในภาค Driver จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM เพื่อส่งต่อไปยังภาค Power เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ในภาค Driver นิยมใช้ Opamp เพื่อกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยและใช้ Opamp อีกตัวมาทำการเปรียบเทียบแรงดันระหว่างกันเพื่อให้ได้สัญญาณ PWM ที่เหมาะสมหรืออีกวิธีคือใช้ IC PWM สำเร็จรูป ซึ่งวิธีนี้จะสะดวกและง่ายเพราะอุปกรณ์ประกอบค่อนข้างน้อย ส่วนวิธีสุดท้ายคือการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีนี้ค่อนข้างพิเศษเนื่องจากต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ชุดควบคุมทำงาน ซึ่งอาจจะเขียนเป็นภาษา Assembly หรือภาษาซี การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำมาสร้างสัญญาณ PWM จะนิยมนำมาใช้ในงานที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์มากกว่า โดยลักษณะสัญญาณฟันเลื่อยแสดงในภาพที่ 2.6 และ2.7





ภาพที่ 2.6 และ2.7 แสดงลักษณะสัญญาณฟันเลื่อยของ Opamp

ในส่วนของภาค Power ก็คือส่วนที่ต่อกับมอเตอร์และรับแรงดันไฟฟ้าโดยตรงเพื่อใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ให้ทำงาน ซึ่งในภาค Power นี้ควรมีการติดตั้งชุด Feedback กลับไปยังภาคคอนโทรลเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานให้มีความเสถียรมากขึ้น ส่วนใหญ่ภาคนี้นิยมใช้ Power Mosfet เนื่องจากไม่ต้องการกระแสไฟฟ้าสูงจากภาค Driver ซึ่งลักษณะของวงจรที่ใช้ควบคุม DC motor แสดงในภาพที่ 2.8



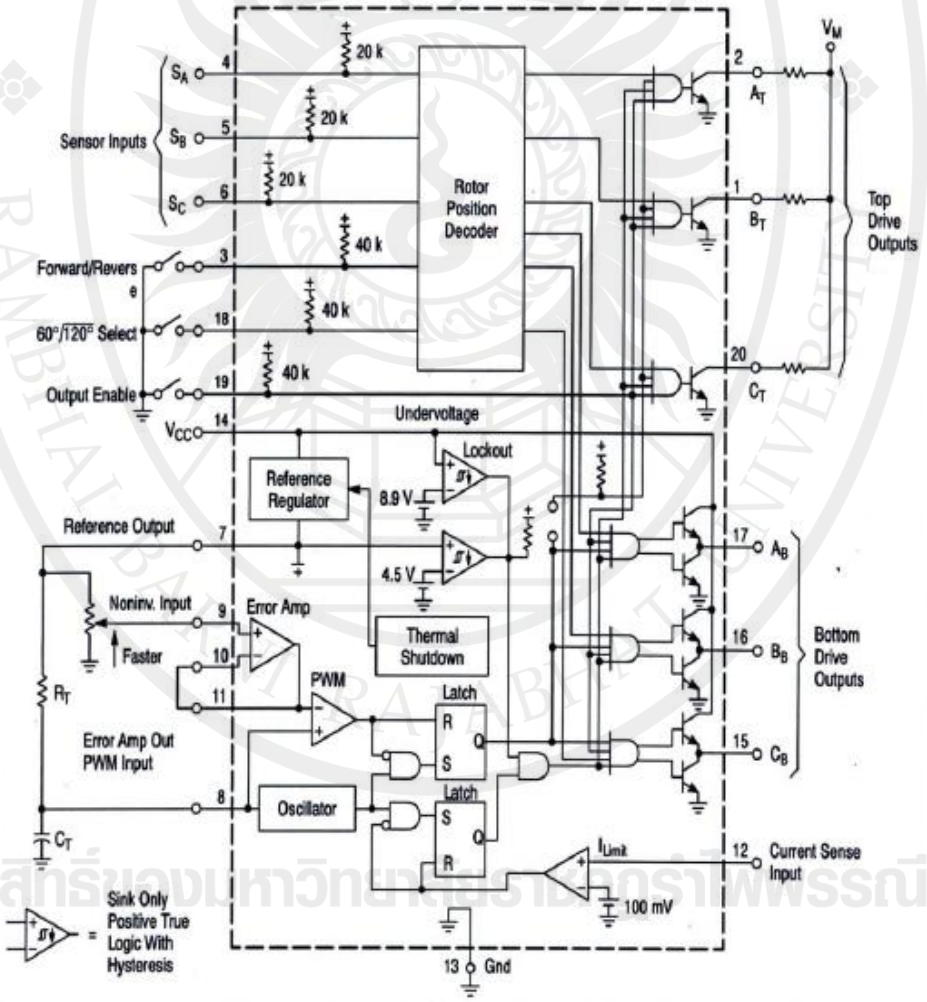
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของวงจรที่ใช้ควบคุม DC motor

ส่วนในชุดควบคุมของ Hub Motor (Brushless) ในภาคDriver จะใช้ไอซี เบอร์ MC 33033 ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับมอเตอร์ชนิดไม่มีแปรงถ่าน วิธีการใช้งานไอซีดังกล่าว เราสามารถดูได้จากคุณสมบัติของไอซี หรือ Data Sheet เป็นหลัก โดยสรุปลักษณะการทำงานของไอซี เบอร์ MC33033 ดังนี้

- ขา 4,5,6 คือ Hall Sensor Encoder
- ขา 2,1,20 เป็นขาขับเกทชุดบนของภาค Power Output
- ขา 15,16,17 เป็นขาขับเกทชุดล่างของภาค Power Output
- ขา 9 เป็นขาต่อกับคั่นเร่ง
- ขา 14 เป็นไฟบวก 30V
- ขา 13 เป็นกราวด์
- ขา 13,18 เป็น Option (เดินหน้า/ถอยหลัง)
- ขา 19 เป็น Output Enable Active Low ต่อลงกราวด์

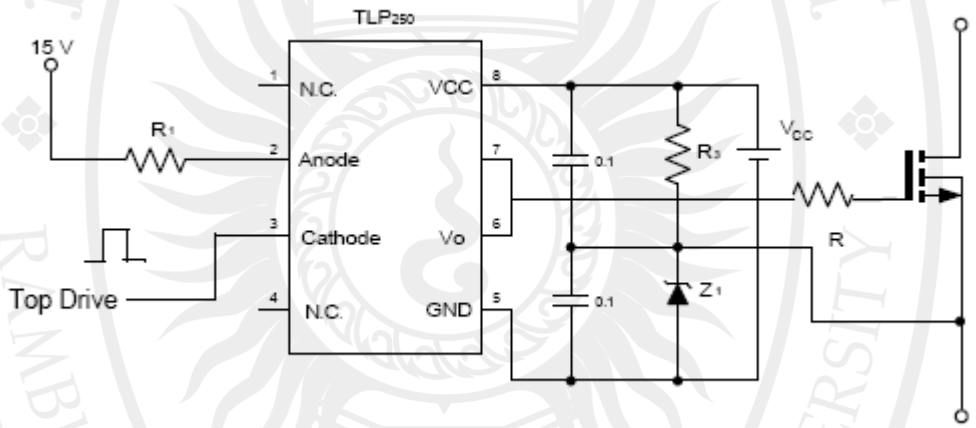
ลักษณะโครงสร้าง IC MC33033 ที่ใช้ควบคุม Hub Motor แสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะโครงสร้าง IC MC33033 ที่ใช้ควบคุม Hub Motor (Brushless)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ส่วนในภาค Power Mosfet และ ภาค Power Output จะใช้ IC TLP250 ทำหน้าที่ขับขาเกทของเพาว์เวอร์มอสเฟต จำนวน 6 ตัว เนื่องจากขนาดของแรงดัน IC MC 33033 ไม่สามารถขับขาเกทของเพาเวอร์มอสเฟตทั้ง 6 ตัวได้ จึงจำเป็นต้องสร้างวงจร IC TLP250 จำนวน 6 ชุด เพื่อนำมาขับขาเกทของเพาว์เวอร์มอสเฟตดังกล่าว ซึ่งสรุปได้ว่าหากมีการออกแบบวงจรเองหรือใช้ IC สำเร็จรูปก็ควรต้องตรวจเช็คว่ามอเตอร์ที่ใช้นั้นออกแบบระบบ Sensor encoder มาเป็นแบบ 60 หรือ 120 องศา จากนั้นจึงกำหนดการรับข้อมูลของเงื่อนไขแต่ละ State ให้สอดคล้องกับ Output ที่จะใช้ขับ Mosfet ทั้งชุดบนและชุดล่าง โดยจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวดเป็นจังหวะเป็น State แล้วเหนี่ยวนำผลักดันกับแม่เหล็กเพื่อให้มอเตอร์หมุนไปได้อย่างราบเรียบและเป็นจังหวะไม่สะดุด กล่าวคือ Hall Sensor ในมอเตอร์จะเป็นตัวกำหนดบอกตำแหน่งให้กล่องรับรู้และจ่ายสัญญาณขับที่ตัว Mosfet ไปในแต่ละขดลวดทั้ง 3 ชุดของมอเตอร์อย่างเป็นระบบ ส่วนความเร็วช้าของมอเตอร์ก็จะใช้หลักการ PWM เช่นเดียวกับมอเตอร์ DC แบบธรรมดา โดยลักษณะรูปแบบโครงสร้างของ IC TLP250 แสดงในภาพที่ 2.10



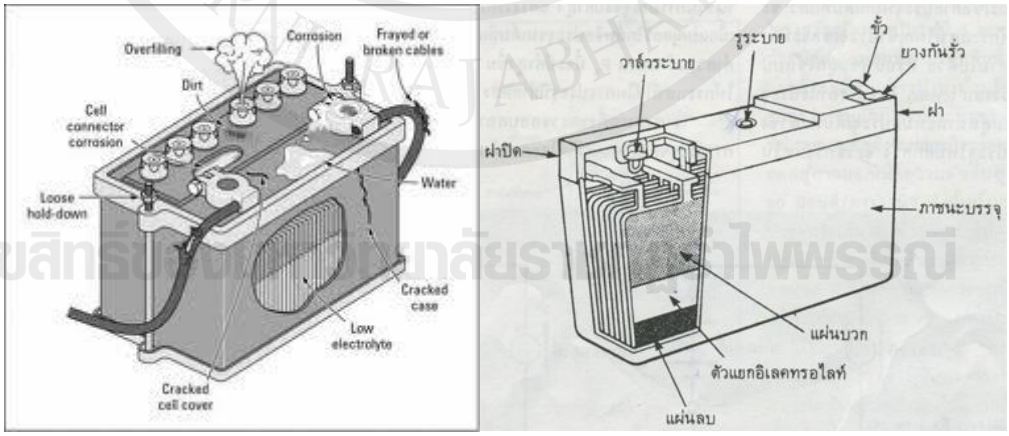
ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะรูปแบบโครงสร้างของ IC TLP250

ชุดคันบิดเร่ง จะมีหลักการทำงานของคันเร่งเหมือนวอลลุ่มทั่วๆไป คือสามารถเร่งหรือหรี่ปรับแรงดันที่ขาออกได้1-4 โวลท์ โดยประมาณ ซึ่งโครงสร้างภายในของคันเร่งจะไม่ใช้วอลลุ่มแบบทั่วไป แต่จะใช้ Hall Sensor (เซนเซอร์สนามแม่เหล็ก) เพราะเนื่องจากมีความคงทนและมีความแม่นยำสูงกว่าแบบวอลลุ่ม โดยHall Sensor จะมีลักษณะเหมือนกับทรานซิสเตอร์คือจะมี 3 ขา คือขาไฟเลี้ยง 5 โวลท์ ขากราวด์และขาไฟออก ซึ่งโครงสร้างภายในของคันเร่งจะมีแม่เหล็กลักษณะทรงโค้งฝังอยู่ในมือบิด บางลักษณะจะวางแม่เหล็กเป็น 2 ชิ้นโดยมีเซนเซอร์วิ่งรับสนามแม่เหล็กอยู่ตรงกลาง และเมื่อบิดคันเร่งจะเกิดสนามแม่เหล็กเหนือและใต้ที่แตกต่างกันออกไป ทำให้ Hall Sensor แปรผันเป็นแรงดันไฟฟ้าส่งไปยังชุดควบคุมอีกครั้งหนึ่ง และชุดคันเร่งบางรุ่นอาจมีลักษณะพิเศษ เช่น อาจมีวงจรตรวจระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ติดมากับคันเร่งด้วย หรือหากต้องการประหยัดต้นทุนสามารถใช้วอลลุ่มทั่วไปขนาด 10 กิโลโอห์ม ต่อเข้ากับขาด้านหนึ่งกับแรงดัน 5 โวลท์ และอีกด้านหนึ่งต่อลงกราวด์ ส่วนขากลางนั้น

จะเป็นแรงดัน Output ส่งไปยังภาคคอนโทรล ก็สามารถใช้แทนเป็นคันเร่งได้เช่นกัน โดยลักษณะคันเร่งของจักรยานไฟฟ้าแสดงในภาพที่ 2.11 (อีไบค์ไทยคิท. ออนไลน์. 2550)

ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะชุดคันบิดเร่งของจักรยานไฟฟ้า

แบตเตอรี่ มีหลายชนิดและอายุการใช้งานไม่เท่ากันชนิดแรกเป็นแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด (lead-acid battery) คือแบตเตอรี่ชนิดเซลล์ทุติยภูมิ โดยสามารถประจุไฟฟ้าเพื่อให้ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ผันกลับได้ แบตเตอรี่ชนิดนี้แบ่งเป็น 2 แบบ คือแบบปิดผนึกและแบบไม่ปิดผนึก แบบไม่ปิดผนึกมีข้อเสียคือของเหลวภายในสามารถไหลออกมาได้หากแบตเตอรี่เกิดล้มหรือตกหล่น ส่วนแบบปิดผนึกจะไม่มีข้อเสียดังกล่าวเพราะจะมีซีลปิดผนึกไว้ทั้งหมดจะเหลือเฉพาะแต่วาล์วระบายแรงดันเท่านั้น ภายในแบตเตอรี่ชนิดนี้จะประกอบไปด้วย ตะกั่ว ตะกั่วออกไซด์ กรดซัลฟิวริก และแผ่นกั้นแบบมีรูพรุนอยู่ภายในกล่องพลาสติก ABS โดยจะแบ่งออกเป็นเซลล์ ซึ่งเซลล์แต่ละเซลล์จะให้แรงดัน 2 โวลต์ โดยทางขั้วลบ คือ ตะกั่วซัลเฟตจะปลดปล่อยอิเล็กตรอนออกมา ส่วนทางขั้วบวกคือตะกั่วเปอร์ออกไซด์จะแตกตัวเป็นอิออนของตะกั่วส่งผลให้มีความเป็นประจุบวกสูง จึงทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นที่ขั้วทั้ง 2 ข้าง ลักษณะของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด แสดงในภาพที่ 2.12 และ2.13 (วิกิพีเดีย. ออนไลน์. 2556)



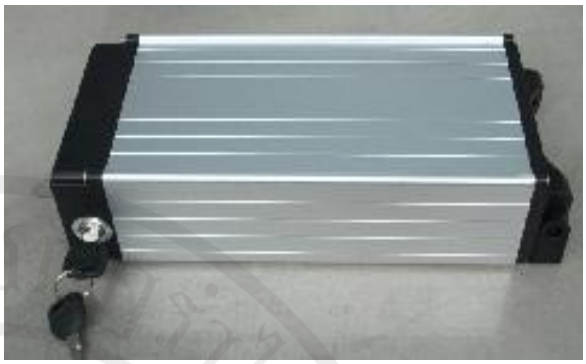
ภาพที่ 2.12 และ2.13 ลักษณะของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว - กรด ทั้งแบบไม่ปิดผนึกและแบบปิดผนึก

ถัดมาเป็นแบตเตอรี่แบบแห้งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบเจล (Gel Battery, Gel Cell) ซึ่งจะใช้เจลเป็นตัวดูดซับกรดและแบบ AGM (AGM Battery) จะใช้แผ่นซิลิกาไฟเบอร์เป็นตัวดูดซึม ซึ่งแบตเตอรี่ชนิด Gel นั้นจะดูดซึมแห้งกว่าชนิด AGM เมื่อเทียบกับการแตกซึมของเปลือกแบตเตอรี่ พบว่าแบตเตอรี่ชนิด AGM จะสามารถซับน้ำกรดได้ประมาณ 95% ทำให้มีน้ำกรดไหลออกมาเล็กน้อย ส่วนแบตเตอรี่ชนิด Gel เมื่อเปลือกภายนอกเกิดแตกหักไม่พบว่ามีการรั่วซึมของน้ำกรดเกิดขึ้น ในปัจจุบันพบว่าแบตเตอรี่ชนิด AGM นิยมใช้มากกว่าชนิด Gel เนื่องจากแบตเตอรี่ชนิด Gel มักจะละลายเมื่ออยู่ในสภาพที่อากาศร้อนและถ้าหากอากาศร้อนมากๆ Gel จะเปลี่ยนสถานะเป็นสารเหนียวๆที่เรียกว่า วอยด์ (Void) ซึ่งจะไปเกาะอยู่ที่แผ่นธาตุ ทำให้การแลกเปลี่ยนประจุระหว่างอิเล็กทรอไลต์กับแผ่นธาตุเกิดการติดขัดส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดลง ซึ่งลักษณะของแบตเตอรี่แบบแห้งแสดงในภาพที่ 2.14 และ2.15 (บริษัทเอเอ็มเอ็นเอ็นเนอร์จี. ออนไลน์. 2554)

ภาพที่ 2.14 และ2.15 แสดงลักษณะของแบตเตอรี่แบบแห้ง

ชนิดสุดท้ายคือแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออนฟอสเฟตเป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน แต่มีราคาสูงกว่าแบตเตอรี่สองชนิดแรกข้างต้น แบตเตอรี่ตระกูลลิเทียมไอออนนิยมนำมาใช้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีความจุค่อนข้างสูงและสามารถนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องมือกล รถวีลแชร์ไฟฟ้า รถจักรยานไฟฟ้า รถไฟฟ้าและรถบัสไฟฟ้า แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตมีความปลอดภัยเทียบเท่าแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แต่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าแบตเตอรี่ตระกูลลิเทียมไอออนและข้อดีของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต คือสามารถชาร์จไฟได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาประมาณสองชั่วโมงและมีการเผื่อ Over Charge หรือขีดจำกัดที่แบตเตอรี่จะรับได้ เซลของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต จะถูกต่ออนุกรมและจัดให้เกิดความสมดุลระหว่างกระบวนการชาร์จเนื่องจากมีความเผื่อต่อการ Over Charge สูง ข้อดีอีกลักษณะหนึ่งของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต คือจะมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าแบตเตอร์รี่แบบอื่นๆ โดยลักษณะของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตแสดงในภาพที่ 2.16 และ 2.17

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 2.16 และ 2.17 แสดงลักษณะของแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออนฟอสเฟต

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภาส แก้วพิทักษ์และไตรรัตน์ กฤษณะโลม (2551 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทำงานและการควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากเครื่องจักรกลไฟฟ้าดังกล่าวสามารถทำงานได้ทั้งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในเครื่องเดียวกัน ผู้วิจัยจึงนำหลักการดังกล่าวมาจัดสร้างอุปกรณ์ที่สามารถคืนพลังงานให้แก่จักรยานไฟฟ้า ซึ่งโดยส่วนของระบบควบคุมการทำงานจะแบ่งออกเป็นสองระบบ คือระบบจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ให้แก่มอเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนจักรยานไฟฟ้าและระบบคืนพลังงานโดยการประจุแบตเตอรี่เพิ่มจาการปั่นด้วยเท้าและการเบรก จากผลการทดสอบจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถวิ่งได้ความเร็วสูงสุด 22.28 กิโลเมตร/ชั่วโมง และการประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการปั่นด้วยเท้าจะได้ปริมาณพลังงานมากกว่าการประจุแบตเตอรี่โดยใช้การเบรก

กิติศักดิ์ หมึกแดงและอดิศักดิ์ คามพินิจ (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาออกแบบและจัดสร้างจักรยานไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปราศจากแปรงถ่าน (Brushless DC Motor) โดยใช้มอเตอร์ขนาด 36 โวลต์ และมีกำลังไฟฟ้า 250 วัตต์ จำนวน 2 ตัว ซึ่งมอเตอร์จะทำหน้าที่เป็นดุมล้อ โดยใช้มอสเฟสเป็นอุปกรณ์กำลังทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ที่ความถี่ 10 kHz การควบคุมมอเตอร์จะใช้วงจรควบคุมชนิด 6 ควอแดรนท์ และเป็นการควบคุมแบบลูปปิด (Closed Loop) ชนิด Cascade Control การทำงานของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนั้นมีการควบคุมแยกออกจากกัน ในการขับเคลื่อนโดยใช้การหมุนจากคันเร่งและคำสั่งจากการเลี้ยวทางกล สำหรับการขับเคลื่อนไปข้างหน้าของรถจักรยานไฟฟ้า ใช้คันเร่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมและการชะลอความเร็วของจักรยานไฟฟ้าจะชะลอด้วยระบบเบรกทางกล ซึ่งจะทำงานร่วมกับการตัดสัญญาณไฟฟ้า และการควบคุมทิศทางการเลี้ยวใช้คันบังคับเป็นตัวควบคุม จักรยานไฟฟ้าที่จัดสร้างมีน้ำหนักตัวรถรวมแบตเตอรี่เท่ากับ 80 กิโลกรัม จากผลการทดสอบการทำงานของจักรยานไฟฟ้าที่น้ำหนักของผู้ขับขี่ที่ 80 กิโลกรัม สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 32 กิโลเมตร/ชั่วโมงและสามารถไต่ระดับได้ที่ความชัน 20,27 และ 32 องศา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวิช บุญเจริญและเอกชัย นามวงค์ (2555 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสร้างจักรยานออกกำลังกายผลิตไฟฟ้าและเป็นการศึกษาการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีกำลังไฟจ่ายออกขนาด 12 โวลต์ เนื่องจากมีอุปกรณ์ที่สามารถกำเนิดไฟฟ้าจากแรงปั่นได้ ผู้วิจัยจึงนำหลักการดังกล่าวมาจัดสร้างอุปกรณ์ที่สามารถคืนพลังงานให้แก่แบตเตอรี่จากการปั่นด้วยเท้า จากผลของการทดสอบรถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นได้ปริมาณไฟที่จ่ายออก คือ ขนาด 12 โวลต์ และนำไปใช้งานได้จริง

2.4 สูตรการคำนวณแรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การคำนวณแรงบิด กำลังและประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหาได้ดังนี้ (เกียรติศักดิ์ เพชรมี. ออนไลน์. 2556)

แรงบิด (Torque) $T = F \times R$ (N.M.)

งานที่ได้จากแรงใน 1 รอบการหมุน = แรง x ระยะทาง

$= F \times 2pr$ (Jule)

กำลังที่เกิดขึ้น (P_O) $= F \times 2pr \times N/60$ (Jule/s)

$= (F \times r)(2pN/60)$ (Jule/s)

เมื่อความเร็วเชิงมุม $V = 2pN/60$ (Rad/s)

ดังนั้นกำลังที่เกิดขึ้น (P_O) $= T \times V$ (Jule/s, W)

กำลังไฟฟ้า (P) $= V \times I$ (W)

ประสิทธิภาพ (h) $= (P_O/P_I) \times 100$

เมื่อ P_O = กำลังด้าน Output

P_I = กำลังด้าน Input

2.5 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ายังขดลวดอาร์เมเจอร์จะเป็นไปตามสูตรกฎของโอห์มดังนี้ (วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง. ออนไลน์ .2557)

$$I_a = \frac{V}{R_a}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อ I_a = กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขดลวดอาร์เมเจอร์

V = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์

R_a = ความต้านทานภายในขดลวดอาร์เมเจอร์

2.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมในด้านการพัฒนาจักรยานไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ เพื่อใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมในการลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับมีหลักการวิเคราะห์ดังนี้

วิธีการประเมินผลตอบแทนการลงทุน

การประเมินผลตอบแทนการลงทุนจะทำให้เราทราบถึงข้อมูล ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุน เนื่องจากในการลงทุนจะมีเรื่องของระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง วิธีที่ใช้ในการประเมินลงทุนทั่วไปมีดังนี้

1. วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)วิธีนี้ใช้ความหมายของมูลค่าปัจจุบันโดยตรงซึ่งทำได้โดยการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่ได้รับในแต่ละปี คำนวณมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายในการลงทุน นำมูลค่าปัจจุบันทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน โดยหาผลต่างระหว่างค่าเงินปัจจุบันของผลตอบแทนกับเงินลงทุน ซึ่งจะเรียกค่านี้ว่าค่าเงินปัจจุบันสุทธิ เกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุนหรือไม่ลงทุนนั้น คือถ้าค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าศูนย์ก็อยู่ในเกณฑ์ที่จะลงทุนแต่ถ้าค่าปัจจุบันสุทธิต่ำกว่าศูนย์ก็ไม่ควรลงทุน

2. วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period Method) คือระยะเวลาที่ลงทุนในโครงการหนึ่งๆ จะได้รับเงินลงทุนคืนมา ผลที่ได้จากการประเมินการลงทุนนี้คือ ในการลงทุนหนึ่งๆจะได้รับเงินคืนทุนช้าหรือเร็วเท่าไร วิธีนี้จะไม่ได้แสดงถึงผลกำไรที่ได้รับจากโครงการและไม่ได้พิจารณาถึงผลตอบแทนที่ได้รับหลังระยะเวลาคืนทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{รายได้สุทธิต่อปี}}$$

3. วิธีการหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) คืออัตราที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของรายรับจากการลงทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่ายจากการลงทุน วิธีการหาอัตราผลตอบแทนภายใน เป็นการหาอัตราดอกเบี้ยเพื่อให้ได้อัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของรายรับเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายจ่าย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือหาอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิในการลงทุน (Net Present Value) เท่ากับศูนย์หรือเข้าใกล้ศูนย์ที่สุด ถ้าค่า IRR ที่กำหนดให้มากกว่าค่าอัตราผลตอบแทนภายในต่ำสุดที่ต้องการ โครงการนี้ก็สมควรแก่การลงทุน (เกษร เพ็ชรราช, 2539)

2.7 วิธีคิดค่าเสื่อมราคา

การคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Method) เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ยมูลค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ให้เป็นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีเท่าๆ กัน ตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ถาวรนั้น ๆ สูตรในการคำนวณค่าเสื่อมราคามีดังนี้ (โปรซอฟท์คอมเทค. ออนไลน์. 2557)

$$\text{ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{\text{ราคาทุนของสินทรัพย์ - ราคาซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี