

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การใช้งานรถเข็นคนพิการ

1.1 ลักษณะรถเข็นคนพิการ (wheel chair)

รถเข็นคนพิการหรือ wheel chair จะมีล้อทั้งหมด 4 ล้อ โดยล้อหน้าทั้ง 2 ล้อจะเป็นล้ออิสระสามารถหมุนได้ 360 องศา ส่วนล้อหลังเป็นล้อขนาดใหญ่เท่าล้อจักรยาน ติดอยู่บริเวณด้านข้างตรงที่นั่งของผู้พิการ

1.2 การขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการ

การเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ผู้พิการจะต้องออกแรงเข็นที่ล้อหลังและส่งแรงจากแขนทั้งสองข้างโดยการทิ้งน้ำหนักตัว และไหล่น้ำไปข้างหน้า โดยแรงที่ส่งมาจากแรงทั้งสองจะต้องเท่ากันและระยะการเข็นต้องเท่ากัน รถเข็นจึงจะสามารถเคลื่อนไปข้างหน้าตรงได้ การถอยหลัง ผู้พิการจะต้องโน้มตัวไปข้างหลังและใช้มือทั้งสองข้างดึงล้อรถเข็นและดึงลำตัว แขน และหัวไหลขึ้นพร้อมกับออกแรงดึงล้อรถเข็นให้เคลื่อนที่ไปด้านหลัง

การเลี้ยวซ้าย-ขวา

ลักษณะการเลี้ยวซ้ายขวามี 2 วิธีด้วยกันคือ

1.2.1 การเลี้ยวขณะเคลื่อนที่ คือการทำให้รถเข็นในด้านที่ต้องการเลี้ยวเคลื่อนที่ช้ากว่าล้อรถเข็นอีกข้าง

1.2.2 การเลี้ยวขณะอยู่กับที่ คือการออกแรงเข็นล้อรถเข็นทั้ง สองข้างให้มีทิศทางตรงกันข้าม

1.3 ปัญหาและอุปสรรคในการใช้รถเข็นคนพิการ

1.3.1 ข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากรถเข็นคนพิการถูกออกแบบมาให้ใช้งานในลักษณะทางเรียบไม่สามารถข้ามสิ่งกีดขวางที่มีความสูงมากกว่า 10 เซนติเมตรได้

1.3.2 ล้ออิสระข้างหน้ามีขนาดเล็กหากเกิดสะดุดสิ่งกีดขวาง หลุม หรือ พื้นผิวขรุขระอาจทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของรถเข็นคนพิการผิดเพี้ยนได้

2. มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (direct current motor หรือ DC motor) หรือที่นิยมเรียกกันทั่วไปว่าดีซีมอเตอร์มีหน้าที่เป็นตัวแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง เป็นพลังงานทางกลโดยจะทำให้มีการหมุนเกิดขึ้น หน้าที่หลักของมอเตอร์คือการสร้างแรงบิดในโรเตอร์ของมอเตอร์เพื่อที่จะขับเคลื่อนที่มีต่อคัปปลิงภายนอกของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ตามต้องการ สำหรับการใช้งานขึ้นอยู่กับทฤษฎีการควบคุมที่นำมาใช้ ซึ่งทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้เต็มขีดจำกัดตามงานประยุกต์ต่าง ๆ ได้ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีทั้งแบบระบบเปิด หรือ ระบบปิด ความเร็วของมอเตอร์สามารถควบคุมได้โดยใช้สัญญาณ อนาล็อกหรือดิจิทัลแบบ pulse width modulation (PWM) แต่สำหรับ

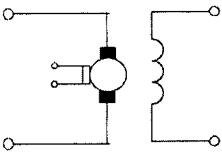
การทดลองนี้จะศึกษาถึงการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร (permanent magnet DC motor) ด้วยระบบเปิดโดยใช้สัญญาณอนาล็อก

2.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้งานกันทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบที่ไม่มีแปรงถ่าน (brushless DC motor) และแบบที่มีแปรงถ่าน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบที่มีแปรงถ่านยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็ก และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเส้นแรงแม่เหล็กกระตุ้นคงที่

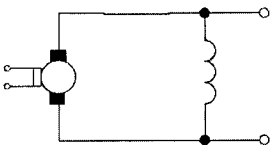
2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็ก แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1) ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กแบบแยกกระตุ้น เป็นเครื่องจักรไฟฟ้าที่มีสนาม ของขดลวดที่สเตเตอร์ให้แหล่งจ่ายไฟตรงแยกเป็นอิสระกับขดลวดอาเมเจอร์ ภาพที่ 1



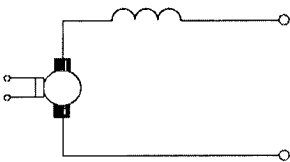
ภาพที่ 1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กแบบแยกกระตุ้น

2) ขดลวดกระตุ้นใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมกับขดลวดอาเมเจอร์ เป็นลักษณะที่ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็กกระตุ้นต่ออยู่กับขดลวดอาเมเจอร์ ซึ่งแยกเป็น 3 แบบคือ แบบขนาน มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้นต่อขนาดับขดลวดของอาเมเจอร์ ภาพที่ 2



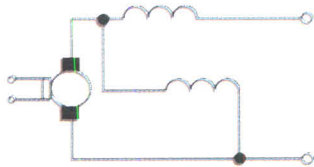
ภาพที่ 2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

แบบอนุกรม มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้น ต่ออนุกรมกับขดลวดของอาเมเจอร์ ภาพที่ 3

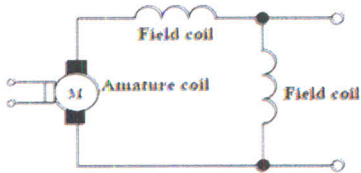


ภาพที่ 3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

แบบผสม มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้น อนุกรมและขนานกับขดลวดของอาเมเจอร์ โดยแบ่งออกเป็นแบบคือ แบบ short-shunt แสดงในภาพที่ 4 และ แบบ long-shunt แสดงในภาพที่ 5

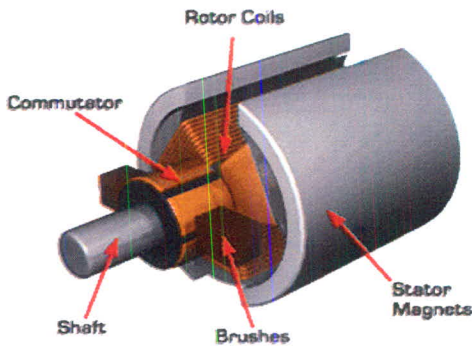


ภาพที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ short-shunt



ภาพที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ long-shunt

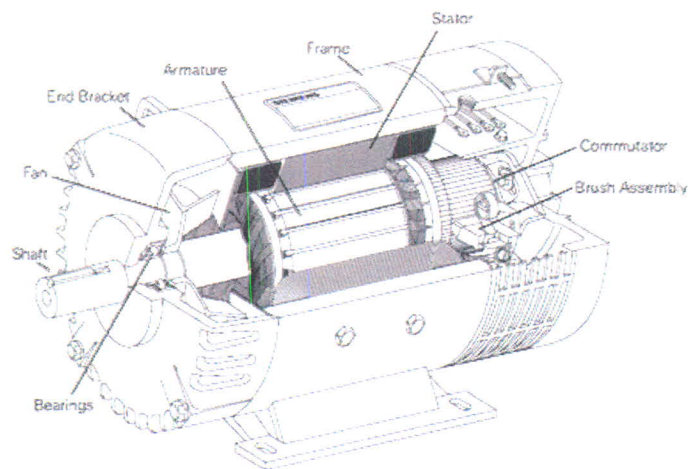
2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร จะแทนขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ด้วยแม่เหล็กถาวร ดังแสดงในภาพที่ 6 ทำให้ขนาดเส้นแม่เหล็กมีค่าคงที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้



ภาพที่ 6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

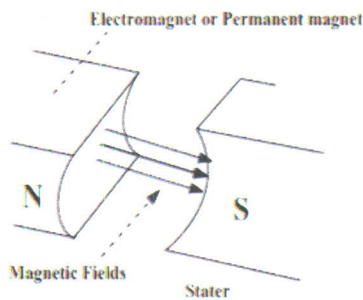
2.2 หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น แม่เหล็กถาวร, อาเมเจอร์, คอมมิวเตเตอร์, แปรงถ่าน และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ดังภาพที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

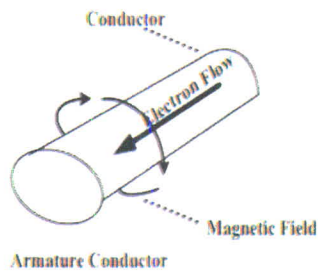


ภาพที่ 7 ส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสนามแม่เหล็ก

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของมอเตอร์เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็ก 2 ส่วนที่กระทำต่อกัน คือสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์ ดังภาพที่ 8 โดยทั่วไปสนามแม่เหล็กจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้วคือ ขั้วเหนือ (N) ขั้วใต้ (S) ซึ่งเป็นการแบ่งตามลักษณะของทิศทางสนามแม่เหล็กทั่วไปและ เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางพุ่งออกจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ สนามแม่เหล็กอีกส่วนเกิดขึ้นเมื่อเกิดมีกระแสเคลื่อนที่ในแท่งขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดตัวนำดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 สนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์



ภาพที่ 9 สนามแม่เหล็กที่แท่งตัวนำ

2.3 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

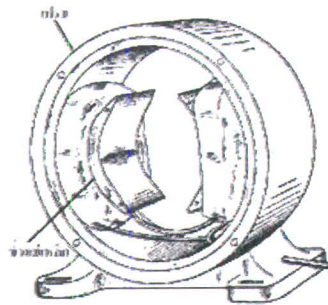
ส่วนประกอบหลักนั้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่อยู่กับที่ และส่วนที่เคลื่อนที่ ภาพที่

10

2.3.1 ส่วนที่อยู่กับที่

1) เฟรม คือ เป็นโครงสร้างภายนอก ที่เรามองเห็นเป็นตัวมอเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นเส้นทางเดินของสนามแม่เหล็ก และเป็นที่ยึดส่วนต่าง ๆ ให้แข็งแรง

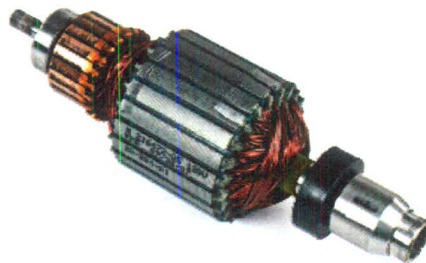
2) ขั้วแม่เหล็ก จะประกอบด้วย แกนขั้วแม่เหล็ก ส่วนนี้จะติดอยู่กับเฟรมและขดลวดสนามแม่เหล็กที่พันรอบๆ แกนขั้วแม่เหล็ก จะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอก และสร้างสนามแม่เหล็กซึ่งจะทำให้เกิดแรงบิดขึ้น



ภาพที่ 10 ขั้วแม่เหล็กและขดลวดแม่เหล็กที่ยึดติดกับเฟรม

2.3.2 ส่วนที่เคลื่อนที่

ส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ จะมีขดลวดอาร์เมเจอร์ที่พันอยู่บนแกนเหล็ก อาร์เมเจอร์ และมีคอมมิวเตเตอร์ยึดติดอยู่ที่ปลายของขดลวดอาร์เจอร์ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 โรเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรง

ซึ่งในส่วนนี้ คอมมิวเตเตอร์จะทำหน้าที่ในการสัมผัสกับแปรงถ่านคาร์บอน ที่อยู่ในมอเตอร์เพื่อที่จะให้กระแสไหลผ่านไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น เพื่อให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนได้ หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแส

จะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านแปลงถ่านคาร์บอนและผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กแล้วจะไม่มี การตัดกัน จะมีแต่การหักล้างและการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิดในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

รายละเอียดพื้นฐานของมอเตอร์

รายละเอียดพื้นฐานของมอเตอร์ที่จะนำมาพิจารณาเลือกใช้กับงานต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงมีอยู่ 4 อย่าง คือ แรงดันไฟฟ้า, การไหลของกระแส, ความเร็วและแรงบิด

แรงดันไฟฟ้า

มอเตอร์ทุกตัวจะมีแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัวที่ผู้ผลิตกำหนดมาเช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เป็นต้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถใช้ไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับก็ได้ แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจะใช้ไฟกระแสสลับเท่านั้น และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์จะมีผลต่ออัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์คือ ถ้าหากแรงดันไฟฟ้ามากอัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ก็จะมากด้วย

การไหลของกระแส

ในการไหลของกระแสนั้นจะกล่าวถึงในกรณีที่มอเตอร์ได้รับกระแสจากแหล่งจ่าย ในกรณีที่มอเตอร์ไม่ได้ต่อกับโหลดใด ๆ นั้นจะมีกระแสไหลผ่านน้อย แต่ในกรณีที่มีการใช้งานต่อกับโหลดจะมีปริมาณกระแสที่เพิ่มมากขึ้น การไหลของกระแสนั้นมีความจำเป็นเพราะถ้าหากกระแสไม่พอแล้วมอเตอร์ก็จะมีกำลังเพียงพอสำหรับการขับโหลด และกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์จะมีผลต่ออัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ด้วย คือ ถ้าหากจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์มากอัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ก็จะมากด้วย

อัตราเร็ว

ส่วนใหญ่มอเตอร์กระแสตรงจะมีอัตราเร็วปกติที่ 4000-7000 รอบต่อนาที ซึ่งอัตราเร็วของมอเตอร์สามารถลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ถ้าหากต้องการใช้งานที่ต้องการความเร็วมากก็ต้องเลือกมอเตอร์ที่มีอัตราเร็วสูง เป็นต้น

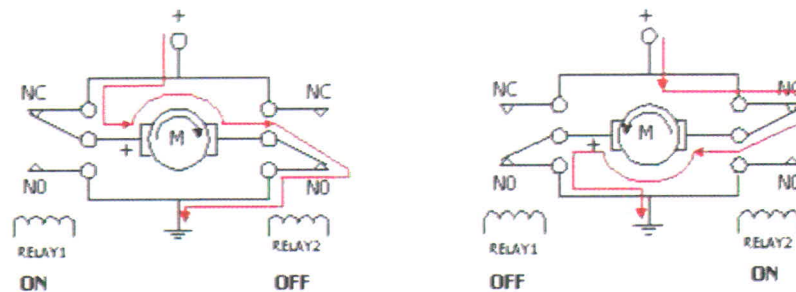
แรงบิด

เป็นแรงที่มอเตอร์กระทำกับโหลดในการพิจารณาเลือกมอเตอร์นั้นถ้าหากมีแรงบิดน้อยจะใช้งานได้กับโหลดที่ไม่หนักมากแต่ถ้ามีแรงบิดมากสามารถใช้งานกับโหลดที่มีน้ำหนักมากได้

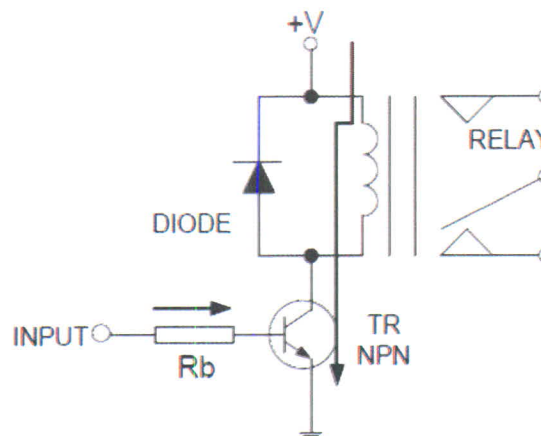
ในการพิจารณาเลือกใช้งานมอเตอร์จึงจำเป็นต้องรู้ข้อมูลพื้นฐานของมอเตอร์เพื่อที่จะเป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้งานต่อไป

2.4 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์ กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์มอสเฟตแล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งานจากภาพที่ 12 เป็นการใช้อิเล็คตรอนควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการเปิดปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำให้หน้าทีกลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่น ให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



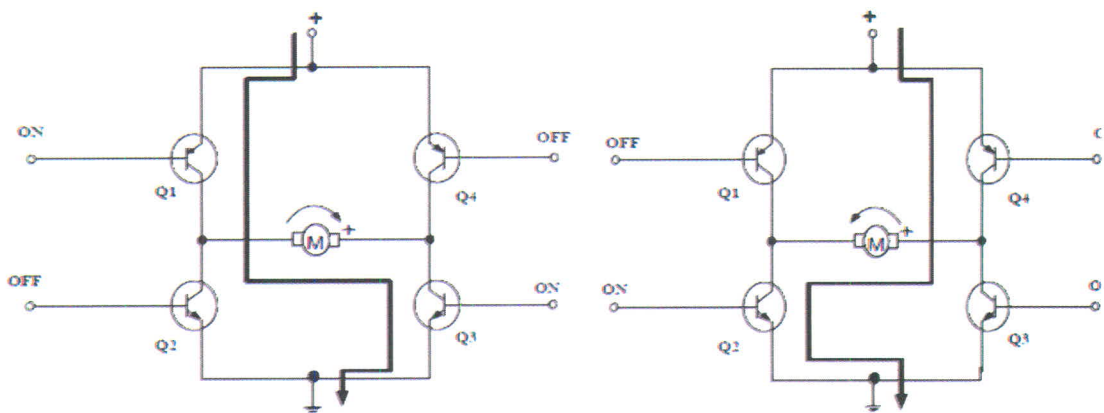
ภาพที่ 12 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์



ภาพที่ 13 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากภาพที่ 13 เป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อย ดังนั้นเราจึงต้อง

มีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์ เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

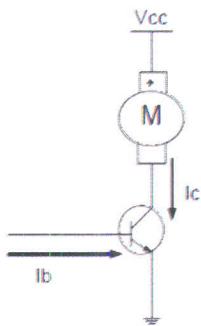


ภาพที่ 14 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากภาพที่ 14 เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์ กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.5 การสร้างวงจรสวิตช์แบบ H-Bridge จากทรานซิสเตอร์

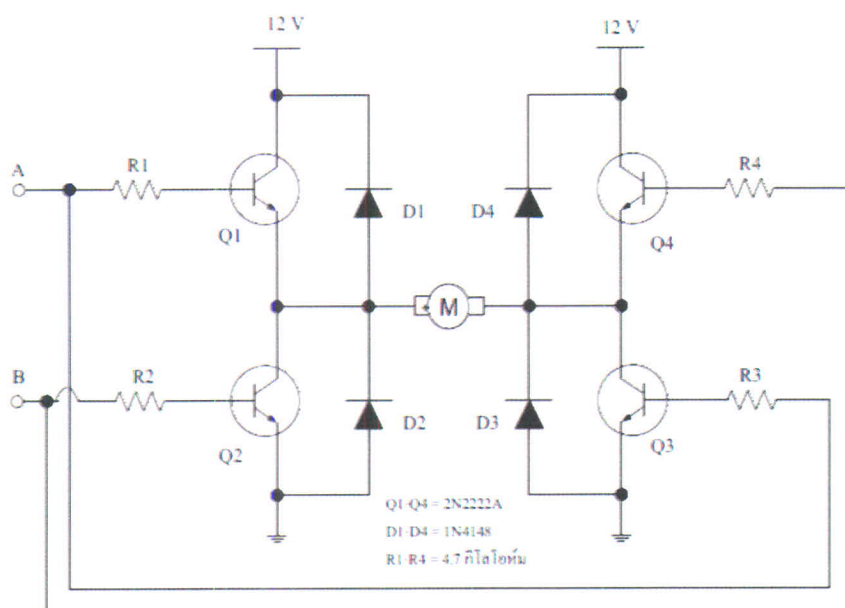
ทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ที่เราสามารถนำคุณสมบัติของการคัตออฟ และการอิ่มตัวมาประยุกต์ใช้งานเป็นสวิตช์ได้ และที่สำคัญมันเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่เราสามารถควบคุมการปิด/เปิด ได้



ภาพที่ 15 วงจรการนำทรานซิสเตอร์มาเป็นสวิตช์ควบคุม

จากภาพที่ 15 เป็นวงจรสวิตช์แบบง่าย ๆ โดยการนำทรานซิสเตอร์ มาเป็นสวิตช์ควบคุมมอเตอร์ หลักการคิดง่าย ๆ ก็คือ เมื่อป้อนกระแส I_b ด้วยปริมาณที่มากพอ ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน (On) จะทำให้กระแส I_c ไหล แสดงว่ามีกระแสไหลผ่านมอเตอร์ได้ (กระแส I_b จะต้องมากเพียงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ "อิ่มตัว" ได้)

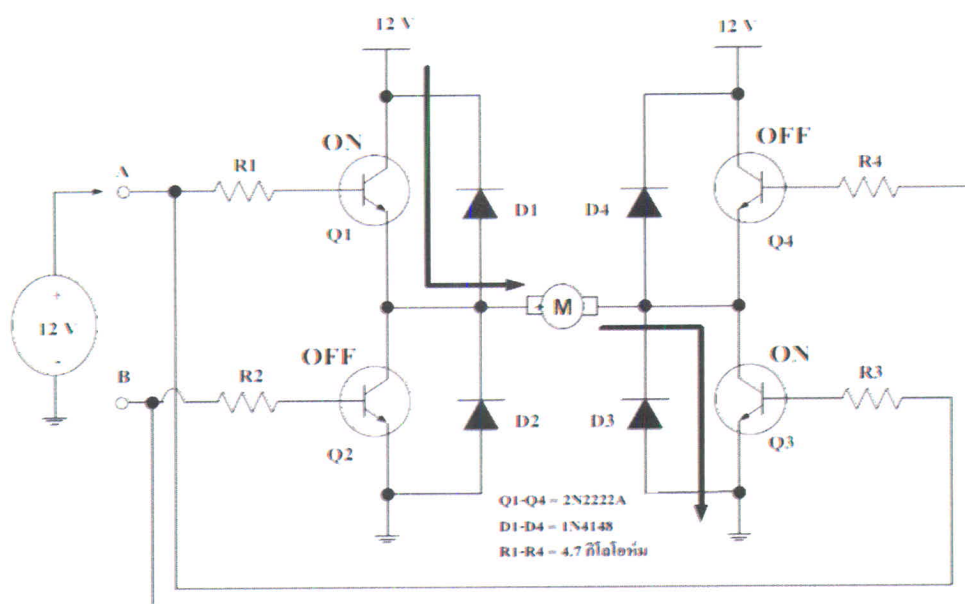
ในสภาวะ อิ่มตัว นี้ทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับสวิตช์ปิดวงจร ค่าความต้านทานระหว่างขา C และขา E จะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ กระแส I_c ที่ไหลจะมีค่าเข้าใกล้ $I_c(\text{max})$ ในสภาวะ คัดออกนี้ จะเกิดขึ้นเมื่อหยุดจ่ายกระแส I_b ($I_b = 0$) ทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับสวิตช์เปิดวงจร ค่าความต้านทานระหว่างขา C และขา E จะมีค่าเป็นอนันต์ กระแส I_c จะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ข้อดีของการนำทรานซิสเตอร์ มาประยุกต์ใช้งานเป็นสวิตช์นั้น น่าจะเป็นส่วนของการควบคุม ที่สามารถตอบสนองจังหวะของการเปิด/ปิด สวิตช์ได้นับล้านครั้งต่อวินาที (ความเร็วในการตอบสนองมีหน่วยเป็น ns) และที่สำคัญ คือไม่ทำให้เกิดปัญหารบกวนจากสนามแม่เหล็ก อย่างมีนัย



ภาพที่ 16 วงจรการทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับจากมอเตอร์
ในขณะทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน

วงจรนี้ จะประกอบไปด้วย ทรานซิสเตอร์ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ทุกตัวใช้เบอร์ 2N2222A ส่วน R1, R2, R3 และ R4 ใช้ค่าความต้านทาน 4.7k ทำหน้าที่จำกัดกระแส I_b ส่วนไดโอด D1, D2, D3 และ D4 ใช้เบอร์ 1N4148 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับจากมอเตอร์ ในขณะทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน แหล่งจ่ายของวงจรจะใช้เป็น แบตเตอรี่ขนาด 12V หรือจาก power supply

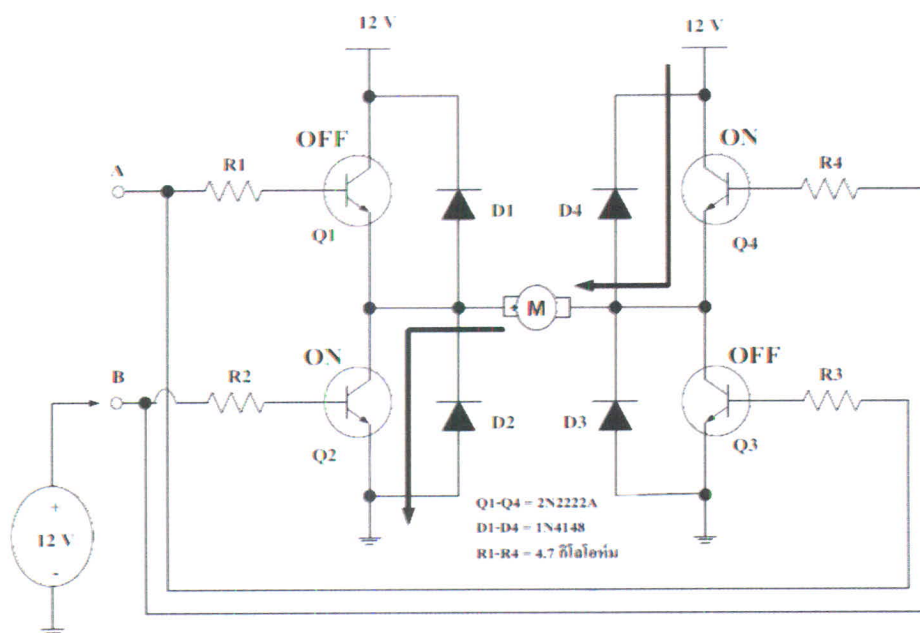
กรณีที่ Q1 และ Q3 ทำงาน



ภาพที่ 17 กรณีที่ Q1 และ Q3 ทำงาน

เมื่อมีการจ่ายแรงดัน 12 v. เข้าที่จุด A ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R1 เข้าสู่ขา base ของ Q1 และมีกระแสไหลผ่าน R3 เข้าสู่ขา base ของ Q3 ทำให้ Q1 และ Q3 ทำงาน (On) เปรียบเสมือนสวิตช์ปิดวงจร ส่งผลให้มีกระแสไหลจากแหล่งจ่ายผ่านขา collector และ emitter ของ Q1 ผ่านเข้าสู่ขั้วบวก (+) ของมอเตอร์ ผ่านไปยังขา collector และ emitter ของ Q3 ทำให้มีกระแสไหลผ่านมอเตอร์ในทิศทางบวก และครบวงจร จึงทำให้มอเตอร์สามารถหมุน ในทิศทาง forward ได้

กรณีที่ Q2 และ Q4 ทำงาน



ภาพที่ 18 กรณีที่ Q2 และ Q4 ทำงาน

เมื่อมีการจ่ายแรงดัน 12v. เข้าที่จุด B ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R2 เข้าสู่ขา base ของ Q2 และมีกระแสไหลผ่าน R4 เข้าสู่ขา base ของ Q4 ทำให้ Q2 และ Q4 ทำงาน (On) เปรียบเสมือน สวิตช์ปิดวงจร ส่งผลให้มีกระแสไหลจากแหล่งจ่ายผ่านขา Collector และ emitter ของ Q4 ผ่าน เข้าสู่ขั้วลบ (-) ของมอเตอร์ ผ่านไปยังขา collector และ emitter ของ Q2 ทำให้มีกระแสไหลผ่าน มอเตอร์ในทิศทางลบ และครบวงจร จึงทำให้มอเตอร์สามารถหมุน ในทิศทาง Reward ได้

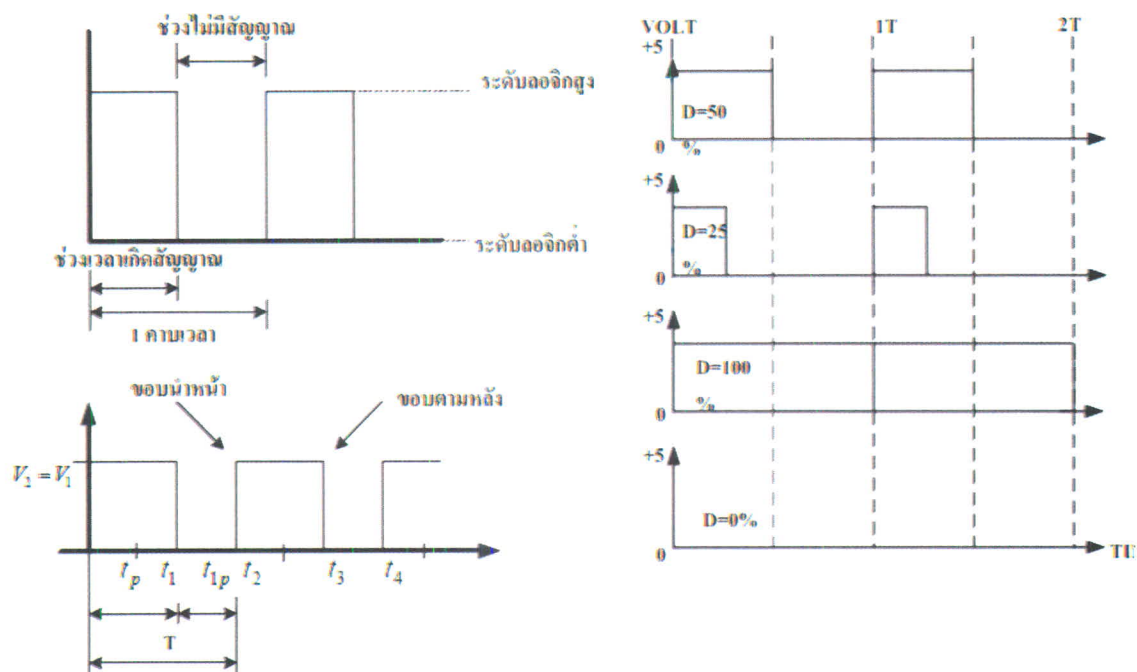
2.6 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงด้วยวิธีการมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ (PWM)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการ มอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM

การมอดูเลชันทางความกว้างของพัลส์ PWM จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 วัฏสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังภาพที่ 19 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามาก หมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าค่าจะไม่มีความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าดิวตี้ไซเคิล} = (\text{ช่วงของสัญญาณพัลส์} / \text{คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ}) \times 100\%$$

ดิวตี้ไซเคิล คิดเป็นความละเอียดของ binary digit เช่น ถ้า 8 bit จะมีค่าระหว่าง (0-255)โดยที่ 0=0% และ 255=100%



ภาพที่ 19 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าตัวดีไซเคิล ของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่

3. แบตเตอรี่ (Battery)

3.1 แบตเตอรี่ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิกที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้



ภาพที่ 20 แบตเตอรี่

ดังภาพที่ 20 แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุ/จ่ายประจุนั่นเอง

แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้, การบำรุงรักษา, การประจุและอุณหภูมิ ฯลฯ โดยสามารถจำแนกแบตเตอรี่ออกได้ 2 กลุ่มสำคัญๆ คือ ตามการใช้งาน และประเภทของโครงสร้าง

ภายในแต่ละเซลล์ของแบตเตอรี่ให้แรงดัน 2 โวลต์ แบตเตอรี่ 12 โวลต์ จึงมี 6 เซลล์ต่อกันแบบอนุกรม เซลล์ทั้งหมดอาจบรรจุอยู่ในกล่องเดียวหรือแยกกล่องก็ได้

3.2 ชนิดของแบตเตอรี่

ชนิดคาร์บอน-สังกะสี ใช้กันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2443 ให้กระแสไฟฟ้าโดยปฏิกิริยาเคมีซึ่งมีสังกะสีเป็นขั้วลบ ส่วนขั้วบวกเป็นผลผสมของแมงกานีสไดออกไซด์กับวัสดุอื่น ๆ เป็นถ่านไฟฉายที่มีอายุการใช้งานสั้น และให้กระแสไฟฟ้าน้อย มักจะเสื่อมสภาพได้โดยง่าย

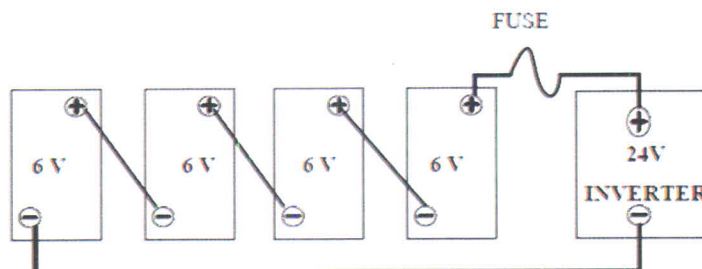
แบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์ ถูกพัฒนาเพื่อใช้กับงานที่ต้องการกระแสไฟฟ้าสูงที่เป็นถ่านไฟฉายธรรมดา ไม่อาจนำมาใช้ได้ เมื่อต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าสูง ถ่านไฟฉายชนิดนี้จะมีอายุการใช้งานเป็น 10 เท่าของถ่านไฟฉายธรรมดา แบตเตอรี่ชนิดปรอทออกไซด์ แบตเตอรี่ชนิดสังกะสีกับปรอทออกไซด์ให้ระดับพลังงานสูงกว่าแบตเตอรี่ แบบคาร์บอน-สังกะสี และแบตเตอรี่แบบอัลคาไลน์ นอกจากนี้ร้อยละ 80-90 ของสารต่าง ๆ ที่บรรจุในแบตเตอรี่ชนิดนี้ จะทำปฏิกิริยาให้พลังงานไฟฟ้าได้ตลอดอายุขัยของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ชนิดเงินออกไซด์ มีคุณสมบัติเหมือนแบตเตอรี่ชนิดปรอทออกไซด์ แต่ทำงานในอุณหภูมิต่ำได้ดีกว่า และให้ค่าความต่างศักย์สูงถึง 1.5 โวลต์ (ปรอทออกไซด์ให้ 1.35 โวลต์) เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง จึงมีผลิตเป็นแบบเม็ดกระดุมเท่านั้น

แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม โดยทางทฤษฎีธาตุลิเทียม มีระดับพลังงานสูงที่สุด เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้นแบตเตอรี่ที่ใช้กระแสไฟฟ้า โดยปฏิกิริยาเคมีระหว่างขั้วคาโทดที่เป็นลิเทียม กับคาโทดอะไรก็ตามจะเป็นแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานนานที่สุด

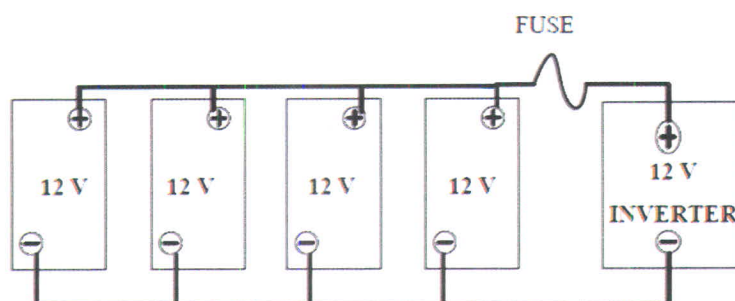
แบตเตอรี่ชนิดอัดไฟซ้ำได้ (ชนิดนิเกิล-แคดเมียม) ผลิตออกมาเหมือนถ่านไฟฉายทั่วไป แต่สามารถอัดไฟใหม่ได้สูงถึง 500 ครั้ง

ถ้าต้องการแรงดันมากขึ้น ให้นำแบตเตอรี่หลายลูกมาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อให้ได้แรงดันสูงขึ้นตามต้องการ



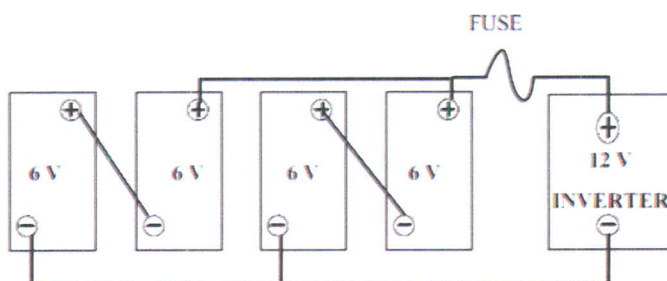
ภาพที่ 21 แบตเตอรี่ 2 ลูกหรือมากกว่านั้นต่อกันแบบอนุกรม

ถ้าต้องการกระแสมากขึ้น ให้นำแบตเตอรี่ 2 ลูกหรือมากกว่านั้นต่อกันแบบขนานจนได้กระแสที่ต้องการ



ภาพที่ 22 แบตเตอรี่ 2 ลูกหรือมากกว่านั้นต่อกันแบบขนาน

ถ้าต้องการแรงดันและกระแสมากขึ้น ให้นำแบตเตอรี่มาต่อกันแบบอนุกรมผสมกับแบบขนาน



ภาพที่ 23 แบตเตอรี่มาต่อกันแบบอนุกรมผสมกับแบบขนาน

3.3 ความสามารถในการจัดเก็บพลังงานของแบตเตอรี่

ความจุของแบตเตอรี่ในการบรรจุพลังงานมีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (ampere-hour; Ah) พลังงานในแบตเตอรี่ 12 V 100 Ah เท่ากับ $12\text{ V} \times 100\text{ Ah}$ หรือ $12\text{ V} \times 100\text{ A} \times 3600\text{ s}$ จะได้เท่ากับ 4.32 MJ ถ้าแบตเตอรี่ 100 Ah เท่ากับว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 100 ชั่วโมง หรือแบตเตอรี่จ่ายกระแส 10 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 10 ชั่วโมง เช่นเดียวกับแบตเตอรี่จ่ายกระแส 5 แอมแปร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งทั้งหมดนี้จ่ายกระแสเท่ากับ 100 Ah ทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่า แบตเตอรี่ที่มีความจุเท่ากันอาจมีความเร็วในการจ่าย

กระแสต่างกันได้ ดังนั้น การจะทราบความจุของแบตเตอรี่ต้องทราบถึงอัตราการจ่ายกระแสด้วย มักกำหนดเป็นจำนวนชั่วโมงของการจ่ายกระแสเต็มที่

3.4 วิธีการชาร์จแบตเตอรี่

การประจุอย่างรวดเร็ว เซลแบบนิแคดนี้สามารถประจุด้วยอัตราที่สูงขึ้นกว่าได้ เช่นด้วยอัตรา C/3 (33% ของความจุ) ถึง C/5 (20% ของความจุ) โดยจะต้องเตรียมการตัดการประจุ เมื่อเซลล์ได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ซึ่งสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ โดยใช้วงจรตรวจจับสนแรงดัน ซึ่งจะตัดกระแสที่ใช้ในการประจุออก เมื่อแรงดันของเซลล์เพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปัจจุบัน ภาพที่ 10 แสดงถึงการแปรเปลี่ยนของแรงดันของเซลล์กับอัตราการประจุเท่ากับ C/4 (25% ของความจุ) จะเห็นได้ชัดว่าวิธีการนี้สามารถใช้ได้เฉพาะ ถ้าสามารถวัดค่าแรงดันได้อย่างเที่ยงตรงและว่องไว สามารถตัดกระแสที่ใช้ประจุออกก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น ปัญหาในการใช้การประจุแบบนี้ก็คือ ถ้ากระแสที่ใช้ในการประจุค่าสูงๆ นี้ไม่ได้ถูกตัดออกอย่างทันที เมื่อเซลล์ได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นมากเกินไปจากข้อลบนี้อาจเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และเซลล์จะระบายก๊าซออกซิเจนออกไปโดยที่ รูระบายที่ปิดไว้จะเปิดออกและปล่อยก๊าซออกซิเจน

กับโอเลคโทรไลต์บางส่วนออกมา เนื่องจากเมื่อโอเลคโทรไลต์สูญเสียออกมาจากเซลล์แล้ว ก็ไม่สามารถเติมกลับเข้าไปใหม่ได้ ดังนั้น ความจุของเซลล์จะลดลงอย่างถาวรก็คือ เซลล์นั้นจะมีความจุน้อยลงตลอดไป

การประจุอย่างเร่งด่วน มีบางกรณีที่ผู้ใช้ต้องการที่จะประจุเซลล์ภายในเวลาเพียง 2-3 นาที ยกตัวอย่างเช่น เครื่องบินเล็กที่ใช้แบตเตอรี่เป็นตัวจ่ายกำลังจะต้องการการประจุเซลล์ทั้งหมดประจุ เพื่อที่จะนำเครื่องบินขึ้นสู่อากาศอีกครั้ง โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ มันเป็นไปได้ที่จะประจุเซลล์อย่างเร่งด่วน ด้วยอัตราการประจุถึง 4C (4 เท่าของความจุ) หรือมากกว่านี้ โดยวิธีการต่อไปนี้ คือวัดแรงดันของเซลล์และตัดกระแสที่ใช้ประจุออก เมื่อแรงดันของเซลล์ขึ้นสูงถึงค่าที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามมีวิธีการที่ง่ายกว่า แล้วก็เที่ยงตรงด้วย โดยจากหลักความจริงที่ว่าเซลล์ได้หมดประจุอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะพยายามทำการประจุนั้นใหม่ ให้ประจุไฟเข้าโดยกำหนดค่ากระแสประจุคงที่ไว้ใช้เวลาในการประจุตามที่ต้องการ เช่นหลังจากเซลล์หมดประจุแล้ว กระแสที่ใช้ในการประจุ

การประจุที่ละน้อย ถ้ากระแสในวงจรถูกรักษาไว้ที่อัตราเท่ากับ C/10 (10% ของความจุ) และเซลล์ที่หมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถที่จะประจุได้ภายใน 10 ชั่วโมง การประจุที่ละน้อยด้วยอัตราขนาดนี้สามารถประจุทั้งไว้ค้างคืนได้ ประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการประจุเซลล์ด้วยอัตราขนาดนี้คือ ถึงแม้ว่าเซลล์จะถูกประจุเต็มแล้วก็ตาม ก็ไม่จำเป็นต้องนำเซลล์ออก เนื่องจากถ้าเราประจุต่อก็จะไม่ทำความเสียหายให้กับเซลล์ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบ การประจุเซลล์โดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งจะไม่ทำให้ความเสียหายให้กับเซลล์

ดังนั้นเราจึงเลือกการประจุที่ละน้อย เป็นการประจุเซลล์โดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายให้แก่เซลล์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) รถเข็นไฮเทคช่วยคนพิการควบคุมผ่านจอยสติ๊กสั่งรถเลี้ยว-ข้ามสิ่งกีดขวางได้

ลาดกระบังพัฒนารถเข็นไฟฟ้ารุ่นใช้งานสะดวก เผยควบคุมความเร็วผ่าน "จอยสติ๊ก" ทั้งยังออกแบบระบบล้อให้ปั่นข้ามสิ่งกีดขวางได้สะดวก รองรับการเดินทางของผู้พิการได้ทุกทิศทาง ผลงานเข้าตาสภาวิจัยแห่งชาติคว้ารางวัลชมเชยนักประดิษฐ์ปี พ.ศ.2549 รศ.พิชิต ถ้ายอง ศูนย์บริการและพัฒนาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เผยว่า ทีมงานได้ออกแบบรถเข็นไฟฟ้าสำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุ ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายและคงทนแข็งแรงมากกว่ารถเข็นทั่วไป จนกระทั่งได้รถเข็นไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ได้ อย่างมั่นคง รวมถึงข้ามสิ่งกีดขวางได้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลงานชิ้นนี้เป็นการออกแบบร่วมกันของทีมวิจัยศูนย์บริการและพัฒนาวิศวกรรม สจล. ที่มีเป้าหมายที่จะประดิษฐ์รถเข็นเพื่อการเดินทางระยะสั้น เช่น ในโรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ จึงได้พัฒนาระบบควบคุมและระบบการขับเคลื่อนขึ้นใหม่ โดยบรรจุเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมด้วยสมองกล และควบคุมการทำงานของรถทั้งระบบ เริ่มต้นจากใช้จอยสติ๊กเป็นตัวกำหนดทิศทางและความเร็ว รวมถึงทดลองนำล้อรถยนต์ขนาดเล็ก ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ฟุต มาใช้แทนล้อรถเข็นในแบบเดิม ซึ่งมีขนาดเล็กและไม่แข็งแรง โดยล้อทั้ง 2 ด้านถูกออกแบบให้เคลื่อนที่อิสระจากกัน โดยล้อหน้าและหลังจะหมุนไปคนละทิศทาง เพื่อช่วยพยุงการทรงตัวของรถ ทำให้เคลื่อนที่ข้ามสิ่งกีดขวาง อาทิ ขอนไม้ ลูกกระพรวน หรือก้อนหินในสวน แล้วยังเลี้ยววงแคบได้สะดวกขึ้น ทำให้การเข้าออกลิฟต์ที่คับแคบทำได้ง่าย

2) Electrical wheel chair รุ่น2

รถเข็นสำหรับผู้พิการ และคนชราทั่วไปต้องอาศัยกำลังจากผู้นั่งผลักให้ล้อเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ผู้นั่งต้องการ หากไม่มีแรงหรือเข็นจนเหนื่อยคงไม่ได้ไปไหนวันแต่จะรอให้คนอื่นมาช่วยพาไป นักประดิษฐ์จากสถาบันเทคโนโลยีภาคเหนือจึงออกแบบรถเข็นไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้มีอิสระในการเดินทางมากขึ้น

นายปรัชญา หล้าสมบูรณ์ และนายคุณากร ธิประเสริฐ นักศึกษาคณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตเชียงราย ได้คิดค้นและประดิษฐ์รถเข็นคนพิการขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าขึ้น โครงการดังกล่าวเป็นผลงานที่นำมาพัฒนาต่อจากผลงานของนักศึกษารุ่นก่อนที่จบการศึกษาไปแล้ว โดยเริ่มศึกษาระบบโครงสร้างของรถเข็นคนพิการถึงรูปแบบการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา และทำการออกแบบโครงสร้างพร้อมกับวางอุปกรณ์ว่าจะต้องวางในลักษณะไหน"ตัวโครงสร้างเราได้ดัดแปลงจากเดิมเพื่อให้แข็งแรงขึ้น โดยการนำเหล็กทำเป็นกากบาทเชื่อมให้แข็งแรง คือเพิ่มเหล็กให้หนาขึ้นเพื่อรับน้ำหนักของตัวบุคคลที่จะนั่งลงไป" นักประดิษฐ์กล่าว

ตัวรถเข็นมีน้ำหนักประมาณ 50-60 กิโลกรัม ผู้ป่วยสามารถควบคุมได้เองเพียงแค่ใช้คันโยก ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือสำหรับควบคุมการเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ส่วนด้านขวามือจะเป็นสวิตช์ควบคุมไฟและสวิตช์พัดลม เครื่องนี้จะออกแบบให้ใช้งานในพื้นที่เรียบๆ เช่น โรงพยาบาล

รถเข็นตัวนี้สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้โดยการนำปลั๊กเสียบเต้ารับขนาด 220/250 โวลต์ เมื่อแบตเตอรี่เต็มจะมีสัญญาณไฟบอกสีเขียวและเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ จะมีสัญญาณไฟบอกสีแดง สามารถปรับระดับแรงดันไฟฟ้าหรือปริมาณไฟได้ และมีระบบขับเคลื่อนสำรองเมื่อระบบไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไม่ทำงาน มีระบบเบรกเพื่อความปลอดภัย ทำชุดควบคุมให้ง่ายต่อการใช้งานได้จริง

สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนนั้นเป็นมอเตอร์กระแสตรงขนาด 500 วัตต์ ขับเคลื่อนโดยอาศัยสายพาน ด้วยความเร็วไม่เกิน 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถปรับความเร็วได้ 2 ระดับ และขึ้นทางลาดชันได้ 10-15 องศา

รถเข็นคนพิการที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าสามารถนำมาใช้งานกับผู้ป่วยได้จริง และในอนาคตทีมประดิษฐ์เตรียมพัฒนารถเข็นให้สามารถรองรับคำสั่งด้วยเสียงและทำการติดตั้งระบบกันสะเทือนแบบไฮดรอลิกที่ตัวรถเข็น ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในช่วงค้นคว้าทดลอง

3) รถเข็นคนพิการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัย

ปัญญานิพนธ์เรื่องโครงการพัฒนารถเข็นคนพิการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัย นี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ในการควบคุมระบบมอเตอร์ และระบบการขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัย เพื่อพัฒนารถเข็นคนพิการให้ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าและชุดสั่งงาน ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้สามารถใช้งานได้จริง

การดำเนินงานประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ และส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ในส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ ใช้ภาษาเบสิกในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ ได้ออกแบบและสร้างวงจรซึ่งประกอบด้วย วงจรประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 วงจรชุดชาร์ต วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ และวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ผลการดำเนินงานของรถเข็นคนพิการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัยจากการทดลองใช้ และประเมินผลจากแบบสอบถามของผู้ป่วยและบุคคลที่สนใจจากโรงพยาบาลพระนั่งเกล้าและศูนย์สิรินธร เพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติจำนวน 20 คนพบว่าค่าเฉลี่ยในการประเมินทุกรายการอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และการประเมินเป็นค่าร้อยละได้ 85.48 และผลการประเมินจากการใช้งานของรถเข็นคนพิการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า ขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัย โดยมีความเร็วคงที่เฉลี่ย 3.643 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและสามารถรับน้ำหนักเฉลี่ยได้ 57.5 กิโลกรัม โดยสามารถวิ่งขึ้นทางลาดชันได้ไม่เกิน 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 83.33 และระยะทางในการใช้งานเฉลี่ยได้เท่ากับ 2,896 เมตร การควบคุมความเร็วและทิศทางด้วยพวงมาลัยเป็นไปในทิศทางที่ต้องการได้ โดยสามารถเดินหน้าได้คะแนนเฉลี่ย 3.43 และคิดเป็นร้อยละได้ 85.78 การถอยหลังได้คะแนนเฉลี่ย

3.47 คิดเป็นร้อยละได้ 85.75 และการเลี้ยวซ้ายคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 3.43 และคิดเป็นร้อยละได้ 85.75 ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

4) ชุดขับเคลื่อนรถเข็นคนพิการระบบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบถอดประกอบ

ในปัจจุบันคนพิการที่ต้องนั่งเก้าอี้รถเข็นคนพิการมีมากมาย ทั้งนี้เนื่องมาจากโรคชนิดต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคกระดูก โรคพหุโรคตามกระดูก และเนื่องมาจากการพิการโดยกำเนิดหรือเนื่องมาจากการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ ซึ่งผู้พิการเหล่านี้อาจถูกสังคมมองว่าช่วยเหลือตัวเองไม่ได้และเป็นภาระให้กับครอบครัว

เก้าอี้รถเข็นคนพิการธรรมดาที่มีขายได้ออกแบบมาสำหรับผู้พิการทางขา และต้องใช้แรงมือเข็น ทั้งจากแรงของผู้ที่ช่วยเข็นหรือแรงของผู้พิการเองแต่ก็ยังเป็นภาระลำบากของผู้พิการและผู้ดูแลที่ต้องมาคอยช่วยเข็นเก้าอี้รถเข็นให้ผู้พิการทางขาและแขน ที่ไม่สามารถที่จะเข็นเก้าอี้รถเข็นด้วยตัวเองได้ ส่วนรถเข็นไฟฟ้าที่มีขายตามท้องตลาดก็มีราคาสูงมาก และถ้าหากต้องการซื้อใหม่ก็ต้องซื้อใหม่ทั้งคัน

ชุดขับเคลื่อนระบบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบติดตั้งเข้ากับเก้าอี้รถเข็นคนพิการนี้สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาสำหรับผู้ป่วยคนพิการที่พิการทางขาและผู้ป่วยที่พิการทั้งขาและแขนบางข้าง แต่สามารถใช้การแขนได้ข้างใดข้างหนึ่งได้ โดยโครงงานชิ้นนี้ไม่ได้สร้างเก้าอี้รถเข็นคนพิการขึ้นมาใหม่หมดทั้งคัน เพียงแต่สร้างชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเข้ากับเก้าอี้รถเข็นคนพิการแบบใช้แรงเข็นที่มีขาย โดยชุดควบคุมนี้ใช้ระบบ Microcontroller ในการควบคุมการเคลื่อนที่และทิศทางของเก้าอี้รถเข็นคนพิการ ผู้พิการสามารถเคลื่อนที่โดยการใช้มือดันคันโยกควบคุมที่ติดตั้งตรงบริเวณที่วางแขนเพื่อเคลื่อนที่ และ ผู้พิการสามารถถอดชุดขับเคลื่อนนี้ออกได้เมื่อไม่ต้องการใช้ หรือเมื่อต้องการชาร์จแบตเตอรี่ เมื่อถอดชุดขับเคลื่อนออกแล้วผู้พิการยังสามารถใช้มือเข็นเก้าอี้รถเข็นคนพิการได้ตามปกติ