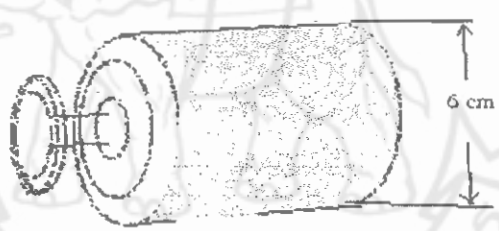
บทที่ 3
การออกแบบรถจักรยานชาร์จเจอร์

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างโครงสร้างของเจนเนอร์เรเตอร์และการออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่ ศึกษาคุณสมบัติของแบตเตอรี่ Ni - Cd

3.1 ศึกษาการสร้างเจนเนอร์เรเตอร์

เจนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้เป็นการนำเอามอเตอร์ มาเปลี่ยนเป็นเจนเนอร์เรเตอร์แทนโดยใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 ซ.ม.



รูปที่ 3.1 เจนเนอร์เรเตอร์

เจนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้ การพันจะใช้การพันแบบ Duplex lap ใช้ลวดทองแดงเบอร์ 28 จำนวนขั้ว 10 ขั้ว จำนวนรอบ 70 รอบต่อขั้ว

เราสามารถคำนวนหาค่า ฟรักซ์แม่เหล็กของเจนเนอร์เรเตอร์ได้จากสมการที่ 2.8

$$E_g = (z\text{ØPS} * 10^{-8})/(60a)$$

จากตารางที่ 4.1 ที่ความเร็ว 195.7 รอบต่อนาที เจนเนอร์เรเตอร์สามารถผลิตแรงดันได้ 20 โวลท์ แทนค่าในสมการที่ 2.8

เมื่อ

$E_g = 20$ โวลท์

$z = 70 * 10 * 2$ เส้น

$P = 10$ ขั้ว

$S = 195.7$ รอบต่อนาที

$a = 2 * 10$

ดังนั้น

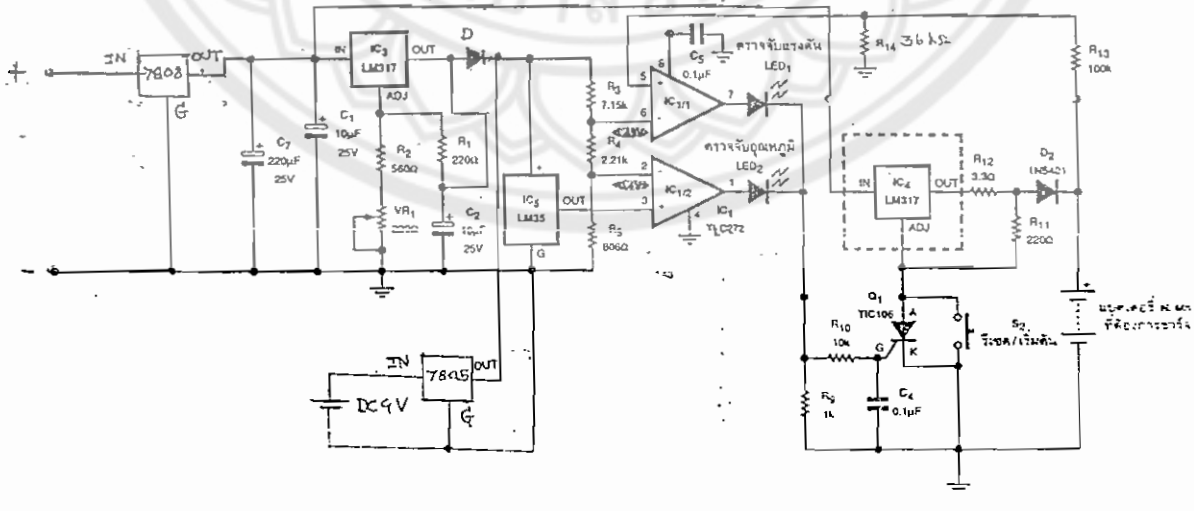
$$\Phi = (E_g * 60 * a)/(z\,PS * 10^{-8})$$

$$= (20 * 60 * 20)/(1400 * 10 * 195.7 * 10^{-8})$$

$$= 875976.35 \text{ เวเบอร์}$$

รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบภายในเจนเนอร์เรเตอร์ที่ใช้ทำโครงงาน

3.2 วงจรชาร์จแบตเตอร์รี่



รูปที่ 3.3 วงจรสมบูรณ์ของวงจรชาร์จแบตเตอร์รี่

การทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่วงจรนี้ จะสามารถตรวจสอบการชาร์จประจุ ในแบตเตอรี่ว่าเพียงพอหรือยัง โดยกำหนดการหยุดชาร์จประจุไว้ 2 ลักษณะคือ 1. หยุดชาร์จเมื่อแรงดันตกคร่อมแต่ละเซลล์เพิ่มขึ้นเกิน 1.35 โวลท์ 2. หยุดชาร์จเมื่ออุณหภูมิของถ่านแต่ละเซลเพิ่มขึ้นเกิน 42 °C

หยุดการชาร์จ เมื่อแรงดันตกคร่อมแบตเตอรี่แต่ละก้อนเกิน 1.35 โวลต์ จะอาศัยการตรวจจับแรงดันตกคร่อมแบตเตอรี่ที่นำมาชาร์จ หากแบตเตอรี่แต่ละเซลล์มีค่าแรงดันเกิน 1.35 โวลท์ ก็จะหยุดการชาร์จกระแสทันที ซึ่งเมื่อชาร์จจำนวน 4 เซลล์จะมีแรงดัน 5.4 โวลท์ แต่เนื่องจากเวลาชาร์จประจุจริง แรงดันที่ตกคร่อมแบตเตอรี่ที่นำมาชาร์จประจุนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 0.3 โวลท์ ดังนั้นในการตั้งแรงดันที่จะนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา 6 ของ IC TLC272 จึงต้องกำหนดเพิ่มไปอีก 0.3 โวลท์ จะได้แรงดันที่กำหนดเมื่อแบตเตอรี่เต็ม ประมาณ 5.7 โวลท์ จากนั้นค่าแรงดันที่ตกคร่อมแบตเตอรี่จะถูกจ่ายผ่าน R13 และ R14 แล้วจะแบ่งแรงดันจาก R14 ไปเป็นตัวกำหนดแรงดันที่จะนำไปทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา 6 ของ IC TLC272 ได้ R14 ประมาณ 37.7 กิโลโอห์ม จะได้แรงดันตกคร่อม R14 1.58 โวลท์ เป็นแรงดันเปรียบเทียบที่ขา 5 ของ IC TLC272 ซึ่งเท่ากับแรงดันอ้างอิงที่ขา 6 ของ IC TLC272 พอดี คือ 1.58 โวลท์

ที่ขา 6 เป็นตัวเปรียบเทียบซึ่งค่าแรงดันที่ขา 6 นี้จะได้จากการแบ่งแรงดันของชุดตัวต้านทาน R3 – R5 โดยจะได้แรงดันเรกูเรต +5 โวลต์จากเอาท์พุทของ IC3 โดยมี R1 R2 และ VR1 ปรับค่าแรงดันให้ได้ +5 โวลต์พอดี เมื่อแรงดันที่ขา 5 ของ IC 1/1 สูงกว่า 1.58 โวลท์ จะทำให้แรงดันเอาต์พุตของ IC 1/1 ที่ขา 7 มีสถานะเป็น “1” ทำให้ LED1 ติดสว่างจะมีแรงดันประมาณ 4 โวลท์ กระตุ้น Q1 ที่ขาเกทให้ทำงาน ทำให้ Q1 นำกระแสจากขา Adj ของ IC4 ลงกราวนด์ มีผลทำให้แรงดันที่ขาเอาท์พุทของ IC4 มีแรงดันลดลงเหลือประมาณ 1.9 โวลท์ เป็นการหยุดการชาร์จประจุให้กับถ่าน

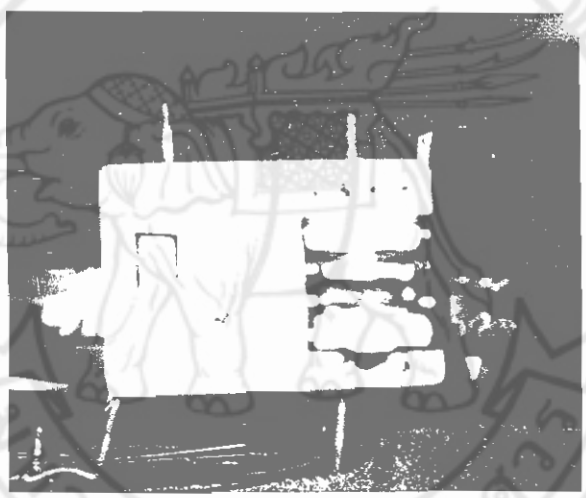
หยุดการชาร์จประจุ เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 42 °C เป็นการตรวจจับอุณหภูมิที่แบตเตอรี่ขณะชาร์จประจุเนื่องจากการชาร์จประจุที่ค่ากระแสชาร์จสูงเป็นการชาร์จแบบเร็วดังนั้น จึงเกิดความร้อนขึ้นที่ตัวแบตเตอรีอย่างแน่นอน ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับแบตเตอรี่ จึงต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ มาทำการตรวจจับโดย IC5 เป็นไอซีตรวจจับอุณหภูมิให้ค่าแรงดันเอาท์พุทออกมาแปรผันตามค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

ที่อุณหภูมิปกติแรงดันเอาท์พุตของ IC5 จะมีค่าต่ากว่า 420 มิลลิโวลท์ หมายถึงมีค่าต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 2 สภาวะตอนนี้เอาท์พุตขา 1 จะมีสถานะเป็น “0” แรงดันอ้างอิงที่ขา 2 ได้จากชุดแบ่งแรงดัน R3 - R5 เป็นแรงดันตกคร่อม R5 และเมื่อค่าอุณหภูมิของแบตเตอร์รี ที่กำลังชาร์จอยู่มีค่าสูงอุณหภูมิที่ IC5 ก็จะตรวจจับได้สูงขึ้น ทำให้ค่าแรงดันเอาท์พุตมีค่าสูงขึ้น ตาม ที่ อุณหภูมิ 42 °C จะมีค่าแรงดันออกมาประมาณ 400 มิลลิโวลท์พอดี (10 มิลลิโวลท์ ต่อ 1 °C) เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 42 °C ค่าแรงดันที่ขา IC

½ ก็จะมีค่าสูงกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขา 2 ทำให้เอาท์พุทขา 1 ของ IC ½ มีสถาณะเป็น "1" ทำให้ LED2 ติดสว่างและมีแรงดันไปกระตุ้น Q1 ให้ทำงานหยุดจ่าย กระแสของ IC4

LED1 – LED3 ทำหน้าที่เป็นเสมือน OR เกท จะรวมสัญญาณพัลส์ ที่เป็น "1" ไปกระตุ้นขาเกทของ Q1 ให้นำกระแส โดยมี R10 จำกัดกระแสเกท และ R9 รักษาระดับแรงดันกระตุ้นเกท สวิตซ์ S2 ทำหน้าที่รีเซตการนำกระแสของ SCR (Q1) และเริ่มทำงานใหม่ การทำงานของ Q1 จะเป็นตัวสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ตัดต่อขา Adj ของ IC4 ให้ต่อลงกราวนด์ หรือไม่ต่อลงกราวนด์ โดยถ้าหากหยุดการชาร์จประจุ Q1 จะนำกระแส Adj ของ IC4 จะต่อลงกราวนด์ หมายถึง Q1 จะนำกระแส จะมีแรงดันออกทางเอาต์พุตของ IC4 ประมาณ 1.9 โวลท์

ทำให้ไดโอด D2 ได้รับไบแอสกลับ ค่าแรงดันจากแหล่งจ่ายจะขึ้นอยู่กับ จำนวนของแบตเตอร์รีที่นำมาทำการชาร์จขณะนั้น คือจำนวนของแบตเตอร์รีคูณกับค่าแรงดัน 1.35 โวลท์



รูปที่ 3.4 กล่องวงจรชาร์จแบตเตอร์รี

3.3 คุณสมบัติของแบตเตอร์รี นิเกิล – แคดเมียม

แบตเตอร์รี นิเกิล – แคดเมียม บางครั้งเรียกว่า เซลแบบ DEAC (ซึ่งเป็นชื่อย่อของบริษัทแรกที่ผลิตขึ้นมาคือ Deutsche Edison Akkulumulatoren Company ซึ่งอยู่ในประเทศเยอรมัน) เป็นเซลแบบทุติยภูมิ

ขั้วบวกของเซลแบบ นิเกิล – แคดเมียม นี้ทำจากนิกเกิลไฮเดรท (Nickel Hydrate) ส่วนขั้วลบนั้นทำจากแคดเมี่ยมไฮดรอกไซด์ (Cadmium Hydroxide) อิเลคทรอไลท์ทำจากสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์

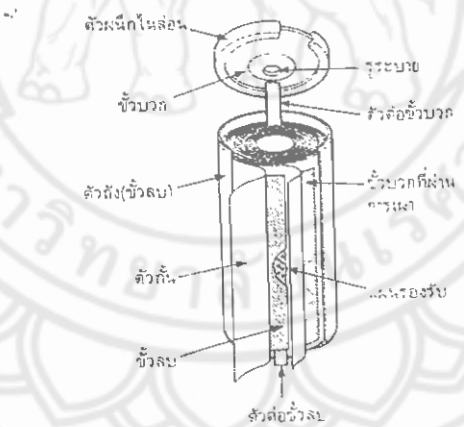
ปฏิกิริยาเคมีในการประจุ เป็นดังนี้

$$Cd + 2NiOOH + 2H_2O \leftrightarrow Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$$

โดยสถานะประจุเต็มที่คือทางด้านซ้ายมือ และสถานะหมดประจุอยู่ทางด้านขวามือ ในเซลที่ได้รับการประจุจนเต็ม ขั้วลบจะเป็นแคดเมียมบริสุทธิ์ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ ในระหว่างการคายประจุ ส่วนขั้วบวกจะค่อย ๆ ลดระดับในการเกิดออกซิเดชั่นระหว่างการคายประจุ

ในระหว่างกระประจุนอกจากปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นที่ขั้วบวกแล้วนั้น จะมีปฏิกิริยาข้างเคียงเกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซออกซิเจน แต่ก็ไม่มีปัญหาเนื่องจากก๊าซออกซิเจนสามารถเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปรวมตัวกับขั้วลบ

ปฏิกิริยาข้างเคียงที่เกิดขึ้นที่ขั้วลบจะผลิตก๊าซไฮโดรเจนขึ้น โดยจะเกิดขึ้นเมื่อขั้วลบอยู่ในสถานะประจุเต็มที่ โดยจะไม่รั่วไหลออกไป ถ้าทำให้ขนาดของขั้วลบใหญ่กว่าขั้วบวก เราจะเห็นได้ว่าเมื่อเซลถูกประจุจนเต็มกระแสที่ไหลผ่านเซลทั้งหมดจะใช้ในการผลิตก๊าซออกซิเจนที่ขั้วบวกซึ่งจะผ่านไปรวมตัวกันที่ขั้วลบ ซึ่งโครงสร้างของเซลเป็นสิ่งจำเป็นมากที่จะต้องสร้างให้มีทางให้ก๊าซออกซิเจนมารวมตัวได้มิเช่นเช่นแล้วก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นได้

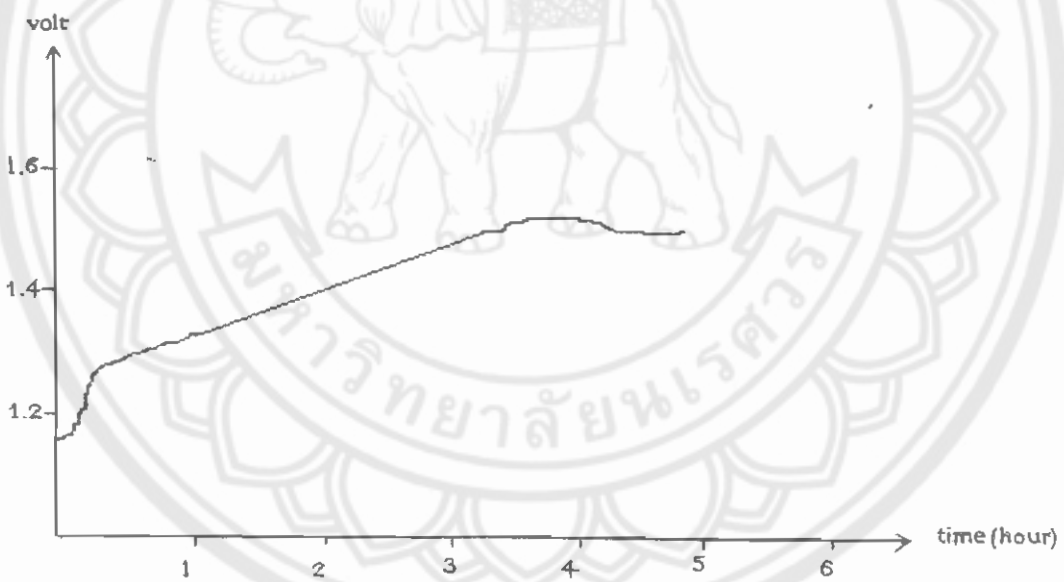


รูปที่ 3.5 โครงสร้างของเซลนิเกิล-แคดเมียม

การประจุแบตเตอร์ นิเกิล – แคดเมียม แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ การประจุทีละน้อย การประจุอย่างรวดเร็ว และการประจุอย่างเร่งด่วน

การประจุทีละน้อย ถ้ากระแสในวงจรถูกรักษาไว้ที่ อัตราเท่ากับ C/10 (10% ของความจุ) แล้ว เซล ที่หมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถจะประจุได้ภายในเวลา 10 ชั่วโมง โดยเผื่อการสูญเสียไว้บ้าง การประจุทีละน้อยด้วย อัตราขนาดนี้สามารถประจุทิ้งไว้ค้างคืนได้ ประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการประจุเซลด้วยอัตราขนาดนี้คือ ถึงแม้ว่าเซลจะถูกประจุเต็มแล้วก็ตาม ก็ไม่จำเป็นต้องนำเซลออก เนื่องจากถ้าเราประจุต่อไปก็ไม่ทำให้เกิดความเสียหายให้แก่เซล เนื่องจากก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบการประจุเซลโดยวิธีนี้เป็นวิธีเดียวที่สามารถจะประจุโดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งจะไม่ทำความเสียหายแก่เซล ยกตัวอย่างเช่น เซลมีขนาดความจุ 500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ถ้าประจุด้วยอัตรา C/10 ก็เท่ากับ 10 % ของความจุคือ 50 มิลลิแอมป์

การประจุอย่างเร็ว เซลแบบนิเกิล – แคดเมียมนี้สามารถจะประจุด้วยอัตราที่สูงขึ้นกว่าได้ เช่น ด้วยอัตรา C/3 (33% ของความจุ) ถึง C/5 (20% ของความจุ) โดยจะต้องเตรียมการตัดการประจุ เมื่อเซลได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ซึ่งสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้วงจรตรวจจับระดับแรงดัน ซึ่งจะตัดกระแสที่ใช้ในการประจุออก เมื่อแรงดันของเซลเพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปัจจุบัน



รูปที่ 3.6 การเปลี่ยนแปลงของแรงดันเมื่อประจุด้วย อัตรากระแส C/4

การประจุอย่างเร่งด่วน มีบางกรณีที่ผู้ใช้ต้องการที่จะประจุเซลภายในเวลาเพียง 2 – 3 นาที ยกตัวอย่างเช่น เครื่องบินเล็กที่ใช้แบตเตอร์รีเป็นตัวจ่ายกำลัง จะต้องการ การประจุเซลที่หมดประจุเพื่อที่จะนำเครื่องบินนี้บินสู่อากาศอีกครั้งโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

เป็นไปได้ที่จะประจุเซลอย่างเร่งด่วน ด้วยอัตราการประจุสูงถึง 4C (4 เท่าของความจุ) หรือมากกว่านี้ โดยวิธีต่อไปนี้ คือวัดแรงดันของเซลและตัดกระแสที่ประจุออกเมื่อแรงดันของเซลขึ้นสูงถึงค่าที่ตั้งเอาไว้ สิ่งที่ควรระวังในการประจุอย่างเร่งด่วนนี้ คือ การประจุมากเกินไปเพียง 2 – 3 วินาที อาจจะทำให้เกิดการรั่วของเซล เซลจะต้องหมดประจุเสียก่อน

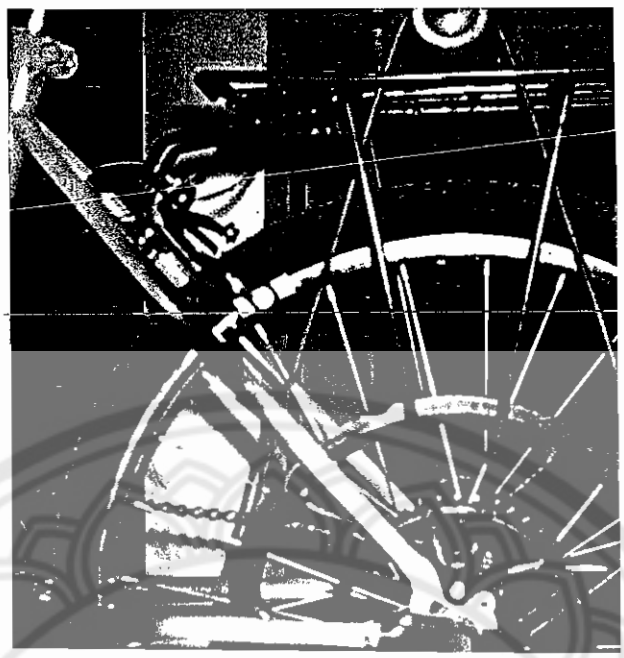
3.4 การติดตั้ง เจนเนอร์เรเตอร์ และวงจรชาร์จแบตเตอร์รีเข้ากับตัวรถ

การติดตั้งนั้น จะติดตั้งเจนเนอร์เรเตอร์บริเวณท้ายรถส่วนการติดตั้งวงจรชาร์จแบตเตอร์รีจะติดตั้ง บริเวณกลางตัวรถ ดังรูปที่ 3.4

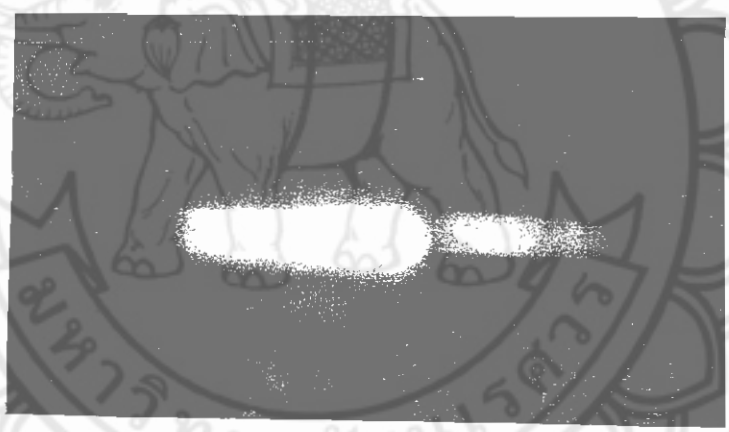
รูปที่ 3.7 การติดตั้งเจนเนอร์เรเตอร์และวงจรชาร์จแบตเตอร์รี

3.4.1 การติดตั้งระบบทดความเร็วโดยใช้สายพาน

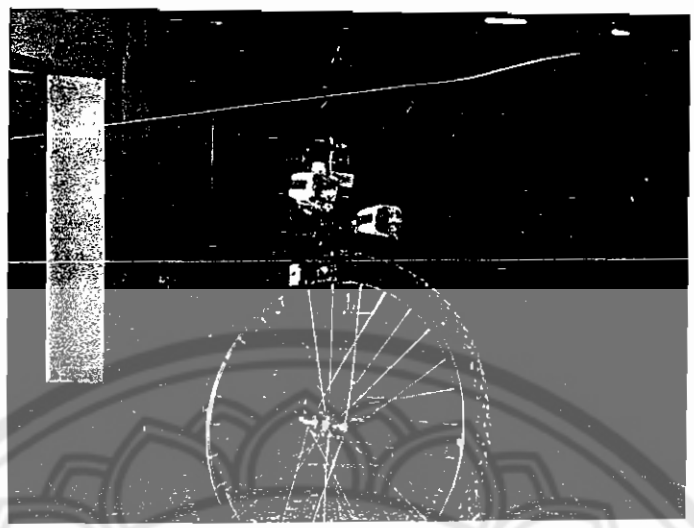
การติดตั้งส่วนทดความเร็ว จะใช้ มู่เล่ย์ 2 ขนาดเป็นตัวทด โดยใช้ มู่เล่ย์ ขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.015 เมตร ติดที่แกนของเจนเนอร์เรเตอร์ และมู่เลย์ ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.15 เมตร ติดที่แกนเพลาหลังของล้อรถ จะได้อัตราทด 1 : 10



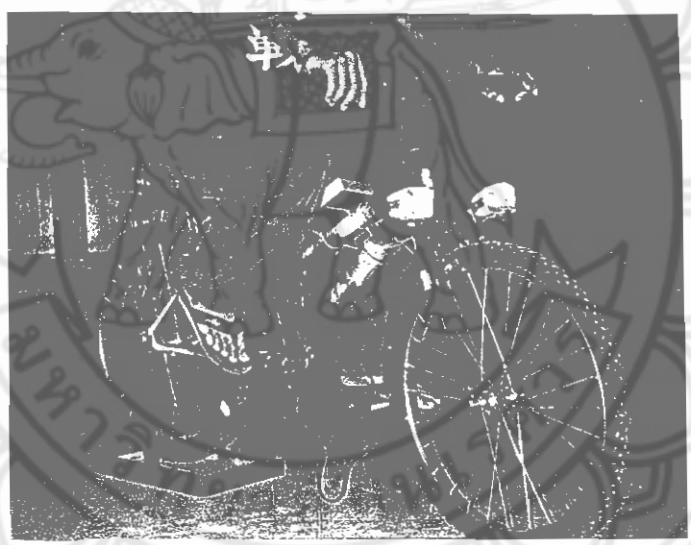
รูปที่ 3.8 การติดตั้งระบบทดความเร็วโดยใช้สายพาน



รูปที่ 3.9 ไดนาโมแบบเก่า



รูปที่ 3.10 ด้านหน้ารถจักรยานชาร์จเจอร์



รูปที่ 3.11 รถจักรยานชาร์จเจอร์ขณะใช้งาน