

## การพัฒนาชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนสำหรับรถจักรยานยนต์

นายกษิต ศกษา

นายพงศธร จันทสุวรรณ

นายเอกชัย โกวาปี

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ( เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนสำหรับรถจักรยานยนต์” เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนสำหรับรถจักรยานยนต์ โดยนำมาเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ประกอบด้วย ชุดควบคุมออกแบบโดยใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อไปควบคุมการทำงานของชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจน และมีชุดตรวจสอบการทำงานของระบบ 3 ชุด ได้แก่ ชุดตรวจสอบความดันของน้ำ ชุดตรวจสอบอุณหภูมิ และชุดตรวจสอบการทำงานของเครื่องยนต์ จากการทดลองนำชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน ไปใช้กับรถจักรยานยนต์ รุ่นฮอนด้าเวฟ 4 จังหวะสูบเดียว จ่ายเชื้อเพลิงแบบคาร์บูเรเตอร์ ปริมาตรกระบอกสูบ 100 ซีซี เพื่อทดสอบการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนและอัตราการประหยัดเชื้อเพลิงโดยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์เพียงอย่างเดียว ผลปรากฏว่าชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนสามารถผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ส่วนอัตราการประหยัดเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียวพบว่าสามารถประหยัดน้ำมันได้สูงสุด 13.44%

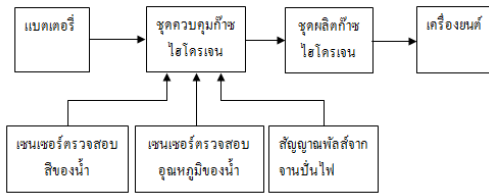
#### 1. บทนำ

ภาวะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งนับวันจะยังมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และความต้องการในการปรับปรุงคุณภาพอากาศในเมืองใหญ่ ส่งผลให้มีการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนต่างๆ ซึ่งก๊าซธรรมชาติก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้อย่างดี เพราะนอกจากจะมีราคาถูกกว่าน้ำมัน หนึ่งประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีแหล่งก๊าซธรรมชาติอยู่ในปริมาณมากพอสมควร ที่ผ่านมจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี การใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้เป็นเชื้อเพลิงในงานอุตสาหกรรม และการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถโดยสารประจำทาง แต่หากพิจารณาเฉพาะในส่วนของการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยาน

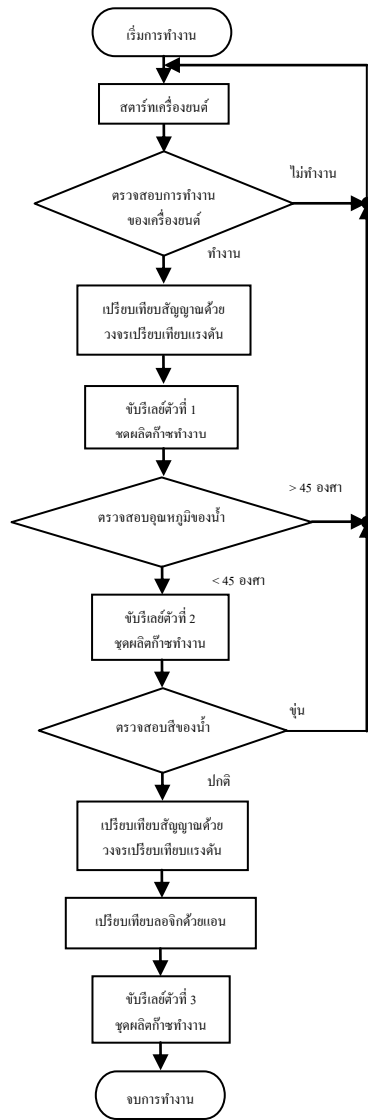
ยนต์ในประเทศแล้วยังถือว่าอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก

#### 2. โครงสร้างของระบบ

หลักการการทำงานของชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจน ชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนจะเริ่มการทำงานในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน และเซนเซอร์อยู่ในสภาวะปกติเท่านั้น ถ้าหากเซนเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งตรวจพบว่สภาวะของน้ำไม่ปกติ เช่น น้ำร้อนเกินกำหนด, น้ำขุ่น หรือเครื่องยนต์หยุดการทำงานชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนจะหยุดการทำงานทันที



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ



รูปที่ 2.2 ระบบการทำงานของชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

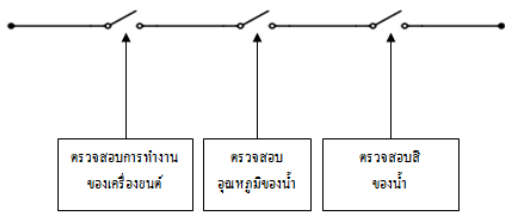
จากรูปที่ 3.2 ระบบการทำงานของชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน มีทั้งหมด 3 ส่วน คือ การตรวจสอบการทำงานของเครื่องยนต์ การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ และการตรวจสอบสีของน้ำ

ส่วนที่ 1 ตรวจสอบการทำงานของเครื่องยนต์ โดยเมื่อทำการสตาร์ทเครื่องยนต์หรือขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จะมีแรงดันอินพุตที่ได้จากงานปั่นไฟของรถจักรยานยนต์ส่งเข้าสู่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ทำการเปรียบเทียบแรงดันกับแรงดันอ้างอิง เพื่อส่งสัญญาณไปยังรีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (โดยผ่านวงจรชุดรีเลย์) แต่ในขณะที่เครื่องยนต์ไม่ทำงานจะไม่มีแรงดันอินพุตมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง จึงไม่สามารถส่งสัญญาณไปยังรีเลย์ ทำให้รีเลย์ตัวที่ 1 ไม่ทำงาน

ส่วนที่ 2 ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ โดยเมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 45 องศา แรงดันที่จ่ายผ่านตัวเซนเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิจะไปส่งให้รีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (โดยผ่านวงจรชุดรีเลย์) แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 45 องศา เซนเซอร์จะตัดการทำงาน ทำให้แรงดันไม่สามารถผ่านไปยังรีเลย์ตัวที่ 2 ได้

ส่วนที่ 3 ตรวจสอบสีของน้ำ ตรวจสอบโดยการใช้ไฟไดโอด เป็นตัวรับสัญญาณแสงจากตัวส่งอินฟราเรด ซึ่งทำการส่งสัญญาณแสงผ่านน้ำในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน ในกรณีที่สีของน้ำปกติไฟไดโอดจะได้รับการสัญญาณแสงจากตัวส่งอินฟราเรดทำให้ไฟไดโอดมีความต้านทานลดลงยอมให้กระแสไหลผ่านได้ และแรงดันที่ตกคร่อมไฟไดโอดจะเป็นแรงดันอินพุตที่ถูกส่งเข้าสู่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ทำการเปรียบเทียบแรงดันกับแรงดันอ้างอิง เพื่อส่งสัญญาณไปยังรีเลย์ตัวที่ 3 ทำงาน (โดยผ่านวงจรชุดรีเลย์) แต่ในกรณีที่สีของน้ำขุ่นเกินไป ไฟไดโอดจะได้รับการสัญญาณแสงจากตัวส่งอินฟราเรดน้อยลง ทำให้ไฟไดโอดมีความต้านทานเพิ่มมากขึ้น กระแสไหลผ่านได้น้อยลง แรงดันอินพุตจึงมากกว่าแรงดัน

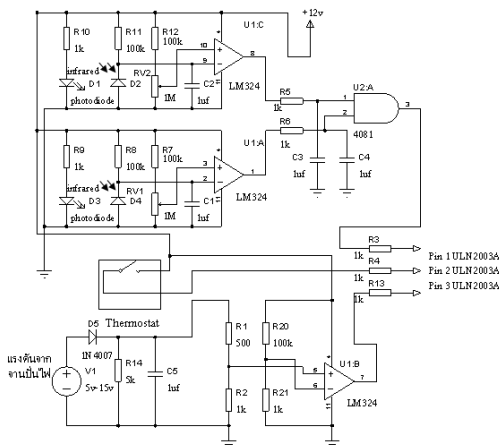
อ้างอิงที่กำหนดไว้ จึงไม่สามารถส่งสัญญาณ ไปสั่งรีเลย์ตัวที่ 3 ทำให้รีเลย์ตัวที่ 3 ไม่ทำงาน



รูปที่ 2.3 การทำงานของชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

2.1 ส่วนของวงจรควบคุมการทำงาน

ลักษณะการทำงานของวงจรควบคุมก๊าซไฮโดรเจน มีลักษณะการทำงานทั้งหมด 3 ส่วน คือ ตรวจสอบสีของน้ำ, ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ และตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์

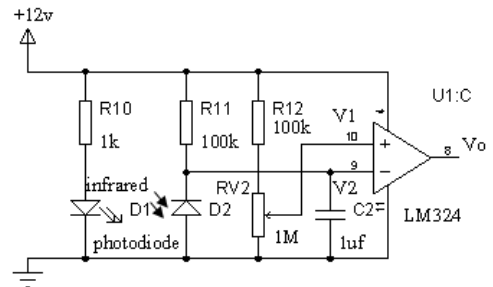


รูปที่ 2.4 วงจรควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

2.2 วงจรตรวจสอบสีของน้ำ

วงจรเซนเซอร์ตรวจสอบสีของน้ำ เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบกลับเฟส จำนวน 2 ชุด โดยให้แรงดันที่ขาบวก (+) ของ U1:C และ U1:A เป็นแรงดันอ้างอิง ส่วนแรงดันที่ขาลบ (-) ของ U1:C และ U1:A เป็นแรงดันอินพุต ซึ่งเมื่อน้ำในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนยังใสหรือปกคดียู่ โฟโอดีไดโอด (Photodiode) สามารถรับสัญญาณแสงที่ส่งมาจาก

ตัวส่งอินฟราเรด (Infrared) ทำให้โฟโอดีไดโอด (Photodiode) มีความต้านทานน้อยลง ขอมให้กระแสไหลผ่านได้ แรงดันที่ขาอินพุตจึงน้อยกว่าแรงดันที่ขาอ้างอิง ทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์เป็น “1” มีสัญญาณส่งไปที่ขา 1 และขาที่ 2 ของ U2:A ซึ่งเป็นอินพุตของแอนด์เกต (AND gate) เพื่อเปรียบเทียบลอจิก สั่งให้รีเลย์ทำงาน (โดยผ่านวงจรชุดขับรีเลย์) แต่ถ้าในกรณีที่น้ำในถังแยกก๊าซไฮโดรเจนพุ่งเกินไป โฟโอดีไดโอด (Photodiode) จะไม่สามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่งอินฟราเรด (Infrared) ได้ หรือรับสัญญาณได้น้อยลง จะทำให้โฟโอดีไดโอด (Photodiode) มีความต้านทานเพิ่มมากขึ้น ขอมให้กระแสไหลผ่านได้น้อยลง แรงดันที่ขาอินพุตจึงมากกว่าแรงดันที่ขาอ้างอิง ทำให้เอาท์พุตของออปแอมป์เป็น “0” จึงไม่สามารถส่งสัญญาณ ไปสั่งให้รีเลย์ทำงานได้ รีเลย์จึงไม่ทำงาน



รูปที่ 2.5 วงจรตรวจสอบสีของน้ำ

กำหนดให้แรงดันอ้างอิงเป็นขา V1 หรือ Vref

เมื่อ  $V2 < V1$   $V_o = 1$

$V2 > V1$   $V_o = 0$

คำนวณแรงดันที่ขาอ้างอิง V1 หรือ Vref ในกรณีที่ปรับ R ปรับค่า ประมาณ 50 %  $1M / 2 = 500K$

สูตรคำนวณแรงดันขาอ้างอิง V1 หรือ Vref

$V_{ref} = \frac{\text{แรงดันขาอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบกับแรงดัน}}$

$V_s = \text{แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร}$

$R_1 = \text{ความต้านทานของ R ตัวที่ 1 ของขาอ้างอิง}$

$R_2 = \text{ความต้านทานของ R ตัวที่ 2 ของขาอ้างอิง}$

จากสูตร

$$V_{ref} = \left( \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

ต้องการหาแรงดันขาอ้างอิง (Vref)

$$V_{ref} = \left( \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} V_{ref} &= \left( \frac{12V \times 500k}{100k + 500k} \right) \\ &= \left( \frac{6000k}{600k} \right) \end{aligned}$$

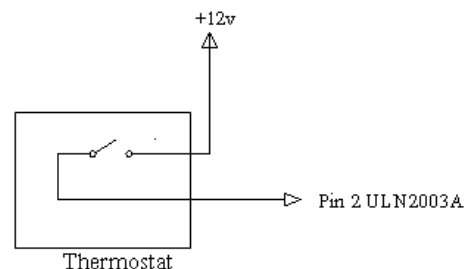
$$\therefore V_{ref} = 10 \text{ V}$$

ดังนั้นในขณะที่โฟโต้ไดโอดไม่นำกระแส (ไม่มีแสงมาตกกระทบ) แรงดันที่ขาอินพุตจะเท่ากับแหล่งจ่าย 12 โวลต์ ซึ่งมากกว่าแรงดันที่ขาอ้างอิง  $V_{ref} = 10 \text{ v}$  ทำให้เอาต์พุตเป็น “0” แต่ในขณะที่ไดโอดนำกระแส (มีแสงตกกระทบ) แรงดันที่ขาอินพุตจะเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมโฟโต้ไดโอด คือ 0.4 โวลต์ ซึ่งน้อยกว่าแรงดันที่ขาอ้างอิง  $V_{ref} = 10 \text{ v}$  ทำให้เอาต์พุตเป็น “1” (แรงดันที่ขาอินพุตจะ

ค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อแสงที่ตกกระทบโฟโต้ไดโอดลดน้อยลง)

### 2.3 วงจรตรวจสอบอุณหภูมิ

วงจรตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ใช้เป็นเทอร์โมสแตท (Thermostat) โดยต่อไฟกระแสตรง (DC) 12v ผ่านตัวเซนเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิหรือเทอร์โมสแตท (Thermostat) โดยตรง ซึ่งเทอร์โมสแตท (Thermostat) จะทำหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์ เมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนน้อยกว่า 45 องศา แรงดันและกระแสสามารถไหลผ่านตัวเซนเซอร์ได้ตามปกติ ทำให้มีสัญญาณไปสั่งให้รีเลย์ทำงาน (โดยผ่านวงจรชุดขับรีเลย์) แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนสูงกว่า 45 องศา เซนเซอร์จะตัดการทำงาน ทำให้แรงดันและกระแสไม่สามารถไหลผ่านไปยังงานรีเลย์ได้รีเลย์จึงไม่ทำงาน

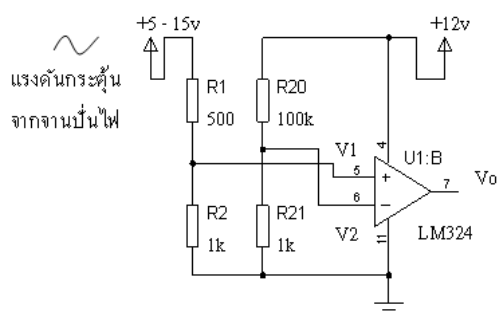


รูปที่ 2.6 วงจรตรวจสอบอุณหภูมิ

### 2.4 วงจรตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์

วงจรตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องยนต์ เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์หรือขณะที่เครื่องยนต์ทำงานจะมีสัญญาณพัลส์ที่ได้จากงานปั่นไฟของรถจักรยานยนต์ แต่เป็นสัญญาณพัลส์ที่ยังไม่เรียบ ดังนั้นจึงนำมาผ่านวงจรฮาร์ฟเวฟเรกติไฟ (Half wave rectifier) เพื่อลดสัญญาณความถี่สูงและ

กรองแรงดันให้เรียบด้วยตัวเก็บประจุ จากนั้น สัญญาณพัลส์ที่ได้จากวงจรฮาร์ฟเวฟเรกติไฟ (Half wave rectifier) จึงเป็นแรงดันไฟกระแสตรง (DC) กำหนดให้เป็นแรงดันอินพุตต่อเข้าที่ของบวก (+) ของ U1:B นำไปเปรียบเทียบกับแรงดันกับแรงดันอ้างอิงซึ่งเป็นขาลบ (-) ของ U1:B โดยเป็นการเปรียบเทียบแรงดันแบบไม่กลับเฟส และเมื่อ เครื่องยนต์ทำงานแรงดันที่ขาอินพุตจะมีแรงดัน ประมาณ 10 โวลต์ ซึ่งมากกว่าขาอ้างอิงที่กำหนดไว้ คือ 0.12 โวลต์ ออปแอมป์จะสั่งให้รีเลย์ทำงาน ส่วนในกรณีที่เครื่องยนต์ไม่ทำงานจะไม่มีแรงดัน เข้าที่ขาอินพุตเลย ทำให้ขาอินพุตมีแรงดันน้อยกว่า หรือเท่าแรงดันขาอ้างอิง ออปแอมป์จึงไม่สามารถ สั่งงานรีเลย์ได้ รีเลย์จึงไม่ทำงาน โดยมีการคำนวณ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 วงจรตรวจสอบสถานะการทำงานของ เครื่องยนต์

กำหนดให้แรงดันอ้างอิงเป็นขา V2 หรือ Vref

$$\text{เมื่อ } V1 < V2 \quad V_o = 0$$

$$V1 > V2 \quad V_o = 1$$

สูตรคำนวณแรงดันขาอ้างอิง V1 หรือ Vref

Vref = แรงดันขาอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบ

แรงดัน

Vs = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร

R1 = ความต้านทานของ R ตัวที่ 1 ของขาอ้างอิง

R2 = ความต้านทานของ R ตัวที่ 2 ของขาอ้างอิง

จากสูตร

$$V_{ref} = \left( \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

ต้องการหาแรงดันขาอ้างอิง (Vref)

$$V_{ref} = \left( \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

แทนค่า

$$V_{ref} = \left( \frac{12V \times 1k}{100k + 1k} \right)$$

$$= \left( \frac{12k}{101k} \right)$$

$$\therefore V_{ref} = 0.12 \text{ V}$$

หาค่าแรงดันอินพุต V1 (ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน)

สูตรคำนวณแรงดันขาอ้างอิง V1 หรือ Vref

Vref = แรงดันขาอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบ แรงดัน

Vs = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร

R1 = ความต้านทานของ R ตัวที่ 1 ของขาอ้างอิง

R2 = ความต้านทานของ R ตัวที่ 2 ของขาอ้างอิง

จากสูตร

$$V_1 = \left( \frac{V_s \times R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

ต้องการหาแรงดันขาอ้างอิง (Vref)

$$V1 = \left( \frac{Vs \times R2}{R1 + R2} \right)$$

แทนค่า

$$V1 = \left( \frac{15V \times 1k}{500 + 1k} \right)$$

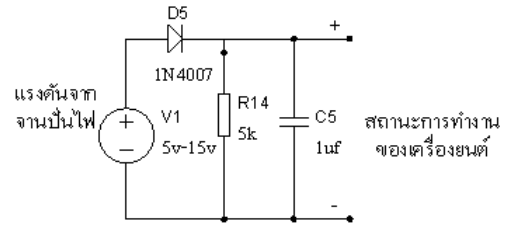
$$= \left( \frac{15k}{1.5k} \right)$$

$$\therefore V1 = 10V$$

ดังนั้นเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน แรงดันอินพุตที่ขา V1 = 10 v จะมากกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขา V2 = 0.12 v ทำให้เอาต์พุตเป็น “1” ส่วนในขณะที่ไม่ทำงาน แรงดันอินพุตที่ขา V1 = 0 v จะน้อยกว่าแรงดันที่ขาอ้างอิง V2 = 0.12 v ทำให้เอาต์พุตเป็น “0”

### 2.5 วงจรสร้างสัญญาณตรวจสอบสถานะการณทำงานของเครื่องยนต์

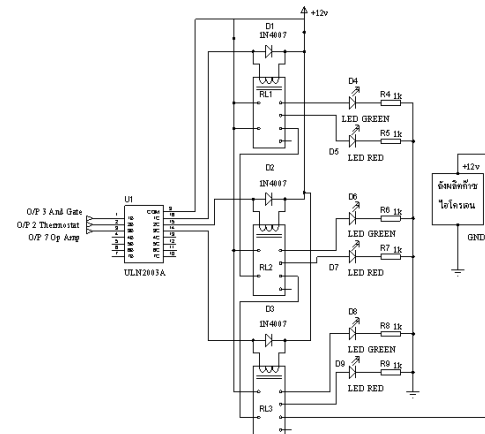
วงจรสร้างแรงดันกระตุ้น ซึ่งใช้เป็นวงจรฮาร์ฟเวฟเร็กติไฟ (Half wave rectifier) เพราะแรงดันที่ได้จากจ่านป่นไฟของรถจักรยานยนต์เป็นแรงดันที่มีสัญญาณพัลส์ยังไม่เรียบ เมื่อผ่านวงจรฮาร์ฟเวฟเร็กติไฟ (Half wave rectifier) จะได้แรงดันที่มีสัญญาณพัลส์ที่เรียบขึ้น โดยแรงดันที่ได้จะป้อนให้กับขาอินพุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันขาอ้างอิงของออปแอมป์



รูปที่ 2.8 วงจรสร้างสัญญาณกระตุ้น

### 2.6 ส่วนของวงจรควบคุมการทำงานของรีเลย์

วงจรควบคุมรีเลย์ ออกแบบโดยใช้ไอซี ULN2003A รับคำสั่งจากวงจรควบคุมก๊าซไฮโดรเจนเข้าที่อินพุตขาที่ 1,2 และ3 ของไอซี ULN2003A และเอาต์พุตออกที่ขา 14,15 และ16 ต่อเข้ากับรีเลย์ 8 ขา 2 ชุดคอนแทก จำนวน 3 ตัว โดยชุดคอนแทก ที่ 1 สำหรับการต่อแอลอีดีแสดงสถานะ ส่วนชุดคอนแทก ที่ 2 สำหรับเป็นสวิตซ์สั่งงานถึงผลิตก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรมทั้งสามตัว



รูปที่ 2.9 วงจรควบคุมการทำงานของรีเลย์

สูตรคำนวณกระแสที่ผ่านรีเลย์

V = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับรีเลย์  
R = ความต้านทานภายในขดลวดของรีเลย์

I = กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับรีเลย์

จากกฎของโอห์ม

$$V = I \times R$$

ต้องการหาค่ากระแส (I)

$$I = \frac{V}{R}$$

แทนค่า

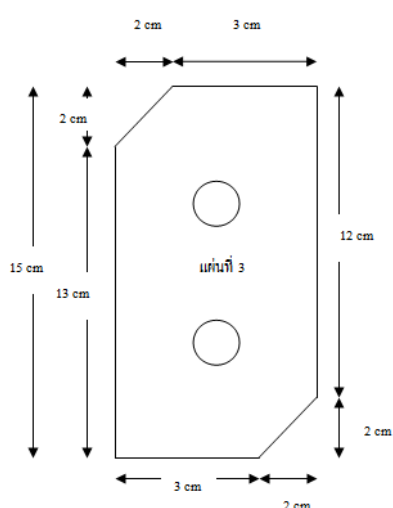
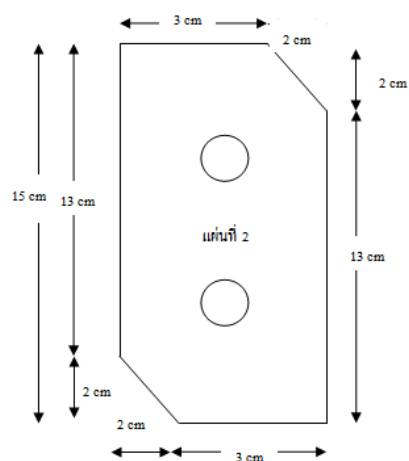
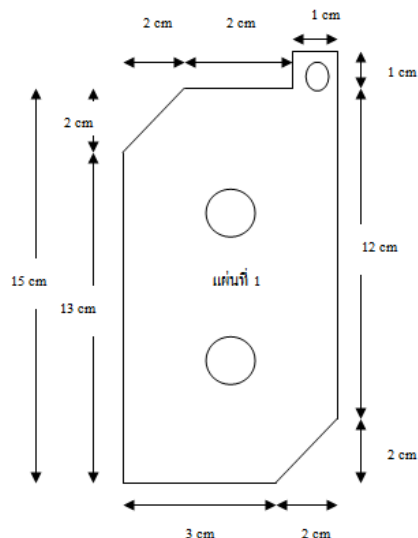
$$I = \frac{12V}{400 \Omega}$$

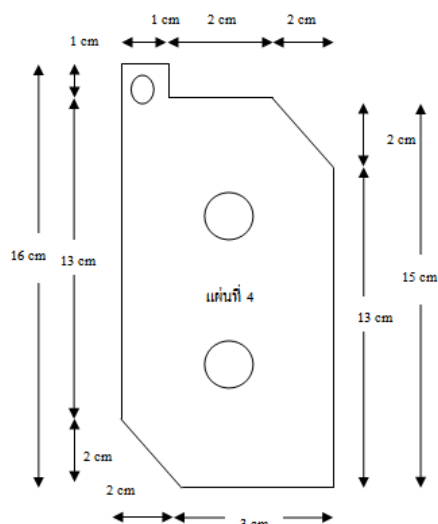
$$\therefore I = 30 \text{ mA}$$

กระแสที่คำนวณได้จากกรีเล่ย์ เท่ากับ 30 mA เมื่อเทียบกับความสามารถในการจ่ายกระแสของไอซี ULN 2003A ดังนั้นจึงเลือกใช้ไอซี ULN 2003A เพราะสามารถทนกระแสได้สูงสุดที่ 500 mA ดังนั้นไอซี ULN 2003A สามารถทำงานอยู่ในระดับปกติทำให้ไอซี ULN 2003A ไม่ทำงานไม่ทำงานหนักจนเกินไปจนทำให้เกิดปัญหาเรื่องความร้อนขึ้น และเนื่องจากชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนมีอัตราการกินกระแสสูงสุดที่ 1.52 แอมป์ (จากการทดลองที่ 4.2) จึงต้องเลือกใช้กรีเล่ย์ที่มีอัตราการทนกระแสที่มากกว่า 1.52 แอมป์ โดยเลือกใช้กรีเล่ย์ 12 โวลต์ ทนกระแส 5 แอมป์

## 2.7 แผ่นเซลล์แยกก๊าซไฮโดรเจน

ขนาดของแผ่นเซลล์แยกก๊าซไฮโดรเจน ใช้แผ่นเซลล์แยกก๊าซไฮโดรเจนแบบสแตนเลส 304 จำนวน 4 แผ่น ขนาด 15x5 เซนติเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร โดยแผ่นที่ 1 เชื่อมต่อกันกับแผ่นที่ 3 เพื่อจ่ายแรงดันไฟบวก (+) ส่วนแผ่นที่ 2 เชื่อมต่อกันกับแผ่นที่ 4 เพื่อจ่ายแรงดันไฟบวก (-)



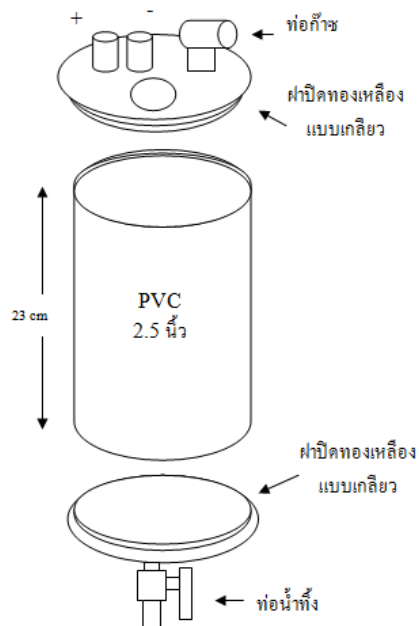


รูปที่ 2.10 ขนาดและลักษณะของเซลล์แยกก๊าซไฮโดรเจน

เหตุผลที่เลือกสแตนเลส 304 มาใช้งาน เพราะเป็นสแตนเลสที่มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและการเกิดสนิม มีส่วนผสมของโครเมียม (Chromium) ประมาณ 18% และนิกเกิล (Nickel) ประมาณ 8%

## 2.8 ถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน

ขนาดและลักษณะของถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นท่อ PVC ขนาด 2.5 นิ้ว ยาว 23 เซนติเมตร โดยท่อ PVC เป็นท่อที่มีลักษณะเป็นเกลียวด้านในที่ปลายทั้งสองด้าน ส่วนฝาปิดท่อใช้เป็นฝาปิดแบบทองเหลือง ฝาปิดด้านบนเจาะรูเพื่อยึดตัวอุปกรณ์ในการต่อไฟเข้าในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนจำนวน 2 รู เจาะรูเพื่อเป็นท่อก๊าซไฮโดรเจนจำนวน 1 รู เจาะรูสำหรับเติมน้ำจำนวน 1 รู และส่วนฝาปิดด้านล่างเจาะรู 1 รู เพื่อในการติดตั้งวาล์วหรือท่อน้ำทิ้ง



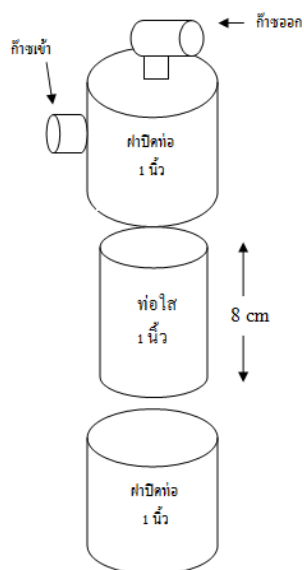
รูปที่ 2.11 ขนาดและลักษณะของถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน

เหตุผลที่เลือกท่อ PVC เพราะเป็นวัสดุที่หาง่ายและน้ำหนักเบา และที่เลือกใช้น้ำขนาด 2.5 นิ้ว เพราะเป็นขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของแผ่นเซลล์แยกก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งมีขนาดที่ไม่เล็กหรือใหญ่ มากจนเกินไป เหมาะสำหรับการติดตั้งใช้งานบนรถจักรยานยนต์

## 2.9 ถังพักก๊าซไฮโดรเจน

ถังพักก๊าซไฮโดรเจน เป็นถังดักก๊าซไฮโดรเจนก่อนที่ก๊าซไฮโดรเจนจะเข้าสู่เครื่องยนต์ โดยด้านในของถังพักก๊าซไฮโดรเจนจะมีน้ำเพื่อป้องกันไฟจากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์ย้อนกลับมายังถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนก็จะไม่สามารถไหลย้อนกลับมายังถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนด้วยเช่นกัน





รูปที่ 2.12 ถังพักก๊าซไฮโดรเจน

เหตุผลที่เลือกใช้ท่อใสขนาด 1 นิ้ว ยาว 8 เซนติเมตร โดยเลือกใช้ท่อที่มีลักษณะใส ให้สามารถมองเห็นน้ำที่อยู่ด้านในได้ เพื่อสังเกตปริมาณการไหลของก๊าซไฮโดรเจน มีฝาปิดขนาด 1 นิ้ว ทั้งสองด้าน และด้านบนเจาะรูเพื่อใส่ข้อต่อท่อสำหรับทางเข้าและออกของก๊าซไฮโดรเจน

### 3. ผลการทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง คือ

3.1 การทดลองครั้งที่ 1 การทดลองประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ (จากแบตเตอรี่รถมอเตอร์ไซด์) ด้วยการนับจำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน ในเวลา 10 นาที โดยขั้นตอนการทดลองมีดังต่อไปนี้

#### 3.1.1 ทำการติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.1 การติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน

#### 3.1.2 ทำการติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

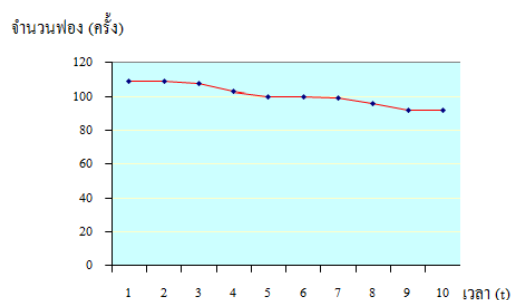


รูปที่ 3.2 การติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

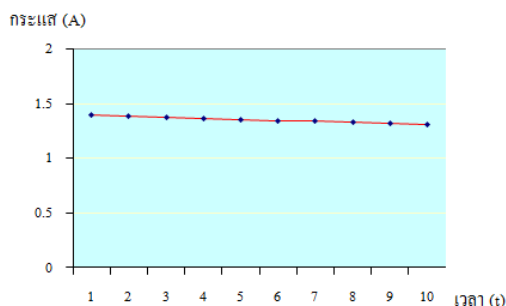
ตารางที่ 3.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยการใช้ไฟ 12 V จากแบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ ขณะเครื่องยนต์ทำงาน ด้วยการนับจำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจน ในเวลา 10 นาที

ระยะเวลาทดลอง (นาที)	จำนวนฟอง (ฟอง)	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมป์)
1	109	12	1.40
2	109	12	1.39
3	108	12	1.38
4	105	12	1.37
5	100	12	1.36
6	100	12	1.35
7	99	12	1.34
8	96	12	1.33
9	92	12	1.32
10	92	12	1.31
ค่าเฉลี่ย	100.8	12	1.35

การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟ 12v ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จากการทดลองพบว่า จำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจนค่อยๆลดลงตามการไหลของกระแส ดังกราฟแสดงในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงจำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงปริมาณของกระแสไฟ

3.2 การทดลองครั้งที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ (จากแบตเตอรี่รถมอเตอร์ไซด์) ด้วยการนับจำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน ในเวลา 10 นาที โดยขั้นตอนการทดลองมีดังต่อไปนี้

3.2.1 ทำการติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.5 การติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน

### 3.2.2 ทำการติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

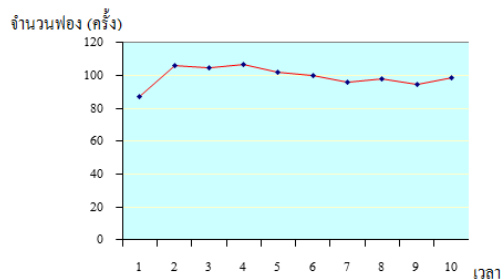


รูปที่ 3.6 การติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

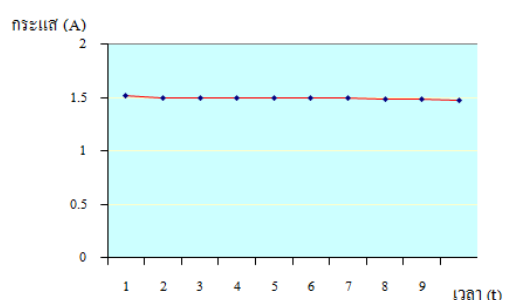
ตารางที่ 3.2 การทดลองการหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยการใช้ไฟ 12 V จากแบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ ขณะเครื่องยนต์ทำงาน ด้วยการนับจำนวนฟองของ ก๊าซไฮโดรเจน ในเวลา 10 นาที

ระยะเวลาทดลอง (นาที)	จำนวนฟอง (ฟอง)	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมป์)
1	87	12	1.52
2	106	12	1.50
3	105	12	1.50
4	107	12	1.50
5	102	12	1.50
6	100	12	1.50
7	96	12	1.50
8	98	12	1.49
9	95	12	1.49
10	99	12	1.48
ค่าเฉลี่ย	99.5	12	1.50

การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกก๊าซไฮโดรเจน โดยการใช้แหล่งจ่าย 12v ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จากการทดลองพบว่า จำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจนค่อยๆลดลงตามการไหลของกระแส ดังกราฟแสดงในรูปที่ 3.7 และ รูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงจำนวนฟองของก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงปริมาณของกระแสไฟ

3.3 การทดลองครั้งที่ 3 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมันโดยการใช้ก๊าซไฮโดรเจน จากชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนร่วมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในเวลาประมาณ 12 นาที โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

#### 3.3.1 ทำการติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.9 การติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน

### 3.3.2 ทำการติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.10 การติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

ตารางที่ 3.3 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน โดยการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในเวลาประมาณ 12 นาที

จำนวน (ครั้ง)	ความเร็ว (km/h)	ระยะเวลา (Minute)	ปริมาณน้ำมัน (ml)	ใช้ไป (ml)	คงเหลือ (ml)
1	50	11.40	200	129	71
2	50	11.57	200	127	73
3	50	12.13	200	132	68
4	50	11.56	200	135	65
5	50	12.08	200	131	69
6	50	12.21	200	128	72
7	50	12.12	200	126	74
8	50	12.19	200	131	69
9	50	12.11	200	128	72
10	50	12.04	200	132	68
ค่าเฉลี่ย	50	12.10	200	129.9	70.1

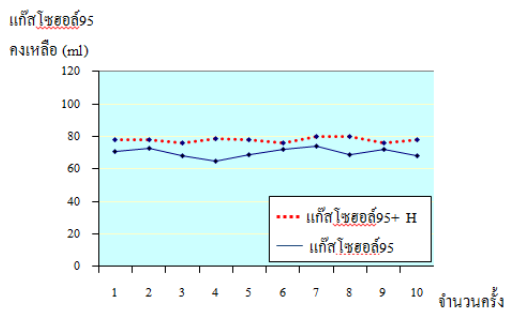
ตารางที่ 3.4 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน โดยใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร่วมกับ ก๊าซไฮโดรเจน โดยการวิ่งด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เวลาประมาณ 12 นาที

จำนวน (ครั้ง)	ความเร็ว (km/h)	ระยะเวลา (Minute)	ปริมาณน้ำมัน (ml)	ใช้ไป (ml)	คงเหลือ (ml)
1	50	12.08	200	122	78
2	50	12.06	200	122	78
3	50	12.16	200	124	76
4	50	12.04	200	121	79
5	50	12.08	200	122	78
6	50	12.29	200	124	76
7	50	12.18	200	120	80
8	50	12.16	200	120	80
9	50	12.18	200	124	76
10	50	12.12	200	122	78
ค่าเฉลี่ย	50	12.13	200	122.1	77.9

การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน โดยการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว และใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร่วมกับก๊าซไฮโดรเจน โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในเวลาประมาณ 12 นาที จากการทดลองพบว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว ใช้น้ำมันไปทั้งหมด 129.9 ml มีน้ำมันคงเหลือ 70.1 ml ของน้ำมัน 200 ml จากค่าเฉลี่ย ส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร่วมกับก๊าซไฮโดรเจน ใช้น้ำมันไปทั้งหมด 122.1 ml มีน้ำมันคงเหลือ 77.9 ml ของน้ำมัน 200 ml จากค่าเฉลี่ย ประหยัดน้ำมัน ได้ 7.8 ml คิดเป็นร้อยละ 11.13 ของอัตราการประหยัดน้ำมัน จากสมการและกราฟแสดงในรูปที่ 3.11

$$\begin{aligned} \text{อัตราการประหยัดน้ำมัน} &= \frac{(\text{ใช้น้ำมันร่วมกับไฮโดรเจน} - \text{ใช้น้ำมัน})}{\text{ใช้น้ำมัน}} \times 100 \\ &= \frac{(77.9 - 70.1)}{70.1} \\ &= 11.13 \end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราการประหยัดน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 11.13



รูปที่ 3.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน

3.4 การทดลองครั้งที่ 4 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมันโดยการใช้น้ำมันจากชุดผลิตก๊าซไฮโดรเจนร่วมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะทาง 22 กิโลเมตร มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

3.4.1 ทำการติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.12 การติดตั้งชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจน

3.4.2 ทำการติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน



รูปที่ 3.13 การติดตั้งชุดควบคุมก๊าซไฮโดรเจน

ตารางที่ 4.5 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน โดยการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร่วมกับก๊าซไฮโดรเจน โดยการวิ่งด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

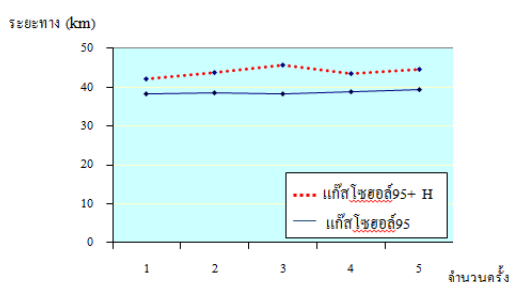
จำนวน (ครั้ง)	ความเร็ว (km/h)	ปริมาณน้ำมันทั้งหมด (litre)	ระยะทางที่ใช้น้ำมันเพียงอย่างเดียว (km)	ระยะทางที่ใช้น้ำมันร่วมกับก๊าซไฮโดรเจน (km)
1	50	1	38.3	42.1
2	50	1	38.6	43.8
3	50	1	38.4	45.6
4	50	1	38.8	43.4
5	50	1	39.3	44.7
ค่าเฉลี่ย	50	1	38.7	43.9

การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมัน โดยการใช้น้ำมันจากชุดผลิตผลิตก๊าซไฮโดรเจนร่วมกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากการทดลองพบว่า การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 เพียงอย่างเดียว วิ่งได้ 38.7 กิโลเมตร ของน้ำมันทั้งหมด 1000 ml (1 litre) จากค่าเฉลี่ย ส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ร่วมกับก๊าซไฮโดรเจน วิ่งได้ 43.9 กิโลเมตร ของน้ำมันทั้งหมด 1000 ml (1 litre) จากค่าเฉลี่ย ประหยัดน้ำมัน

ได้ 5.2 กิโลเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 13.44% จากสมการและกราฟแสดงในรูปที่ 3.14

$$\begin{aligned}\text{อัตราการประหยัดน้ำมัน} &= \frac{(\text{ใช้น้ำมันร่วมกับไฮโดรเจน} - \text{ใช้น้ำมัน})}{\text{ใช้น้ำมัน}} \times 100 \\ &= \frac{(43.9 - 38.7)}{38.7} \\ &= 13.44\end{aligned}$$

ดังนั้น อัตราการประหยัดน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 13.44



รูปที่ 3.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราประหยัดน้ำมัน

#### 4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง สร้างขึ้นเพื่อทดลองอัตราการประหยัดน้ำมันของรถจักรยานยนต์โดยใช้แก๊สไฮโดรเจนร่วมกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ซึ่งผลงานนี้จะช่วยลดอัตราการใช้น้ำมันของรถจักรยานยนต์และมลภาวะทางอากาศได้ดีขึ้น ด้วยการใช้ไฟฟ้าแยกแก๊สไฮโดรเจนออกจากน้ำบริสุทธิ์ โดยมีชุดควบคุมการทำงานในกรณีที่น้ำขุ่น อุณหภูมิน้ำร้อนเกินไปและเครื่องยนต์ไม่ทำงานระบบจะตัดการทำงานทันที

4.1 การทดลองประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนในการทดลองครั้งที่ 1 จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานทำงานของชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนเมื่อใช้ร่วมกับรถจักรยานยนต์ จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อขณะเครื่องยนต์ทำงานจำนวนฟองของแก๊สไฮโดรเจนจะ

ค่อยๆลดลงตามอัตราการไหลของกระแสที่ไหลผ่านชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนแต่ไม่ค่อยลดลงมากนัก และแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ จากแบตเตอรี่คงที่ เหมาะสมกับการนำมาใช้งาน

4.2 การทดลองประสิทธิภาพการทำงานของชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนในการทดลองครั้งที่ 2 จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานทำงานของชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนเมื่อใช้ร่วมกับรถจักรยานยนต์ จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อขณะเครื่องยนต์ทำงานจำนวนฟองของแก๊สไฮโดรเจนจะค่อยๆลดลงตามอัตราการไหลของกระแสที่ไหลผ่านชุดแยกแก๊สไฮโดรเจนแต่ไม่ค่อยลดลงมากนัก และแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ จากแบตเตอรี่คงที่ เหมาะสมกับการนำมาใช้งาน เช่นเดียวกับการทดลองในครั้งที่ 1

4.3 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำในการทดลองครั้งที่ 3 จากการทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมันโดยการใช้แก๊สไฮโดรเจนจากชุดผลิตแก๊สไฮโดรเจนร่วมกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 12 นาที จากการทดลองในตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าสามารถประหยัดน้ำมันได้ 11.13% จากค่าเฉลี่ย

4.4 การทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำในการทดลองครั้งที่ 4 จากการทดลองเปรียบเทียบอัตราการประหยัดน้ำมันโดยการใช้แก๊สไฮโดรเจนจากชุดผลิตแก๊สไฮโดรเจนร่วมกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 เพียงอย่างเดียว โดยการวิ่งด้วยความเร็วประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง น้ำมัน 1 ลิตร จากการทดลองในตารางที่ 4.5 พบว่าสามารถประหยัดน้ำมันได้ 13.44% จากค่าเฉลี่ย

## 5. ข้อเสนอแนะ

- 5.1 ควรพัฒนาใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์แทนการใช้อปแอมป์
- 5.2 ควรพัฒนาให้มีการตรวจสอบปริมาณของน้ำ
- 5.3 ควรพัฒนาให้มีการแยกก๊าซออกซิเจนออกจากก๊าซไฮโดรเจน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดแยกก๊าซไฮโดรเจนสำหรับรถจักรยานยนต์ ได้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดีอันเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ จากอาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และ ฐานพีที่สำเร็จการศึกษาไปแล้ว ที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้เทคนิค และ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจน คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงาน อีกทั้งบิดามารดา ที่ได้สนับสนุนทุนในการจัดทำวิจัยนี้ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้