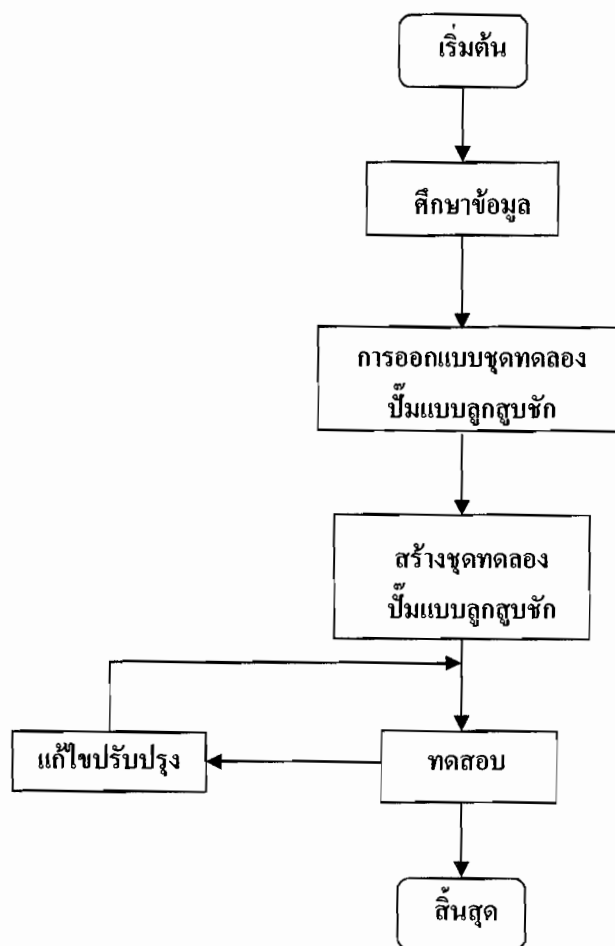


บทที่ 3

การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินการ

ปั๊มแบบลูกสูบชักมีการออกแบบและวิธีการดำเนินงานดังนี้ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเรียงลำดับการออกแบบและขั้นตอนการดำเนินการดังแผนภูมิต่อไปนี้



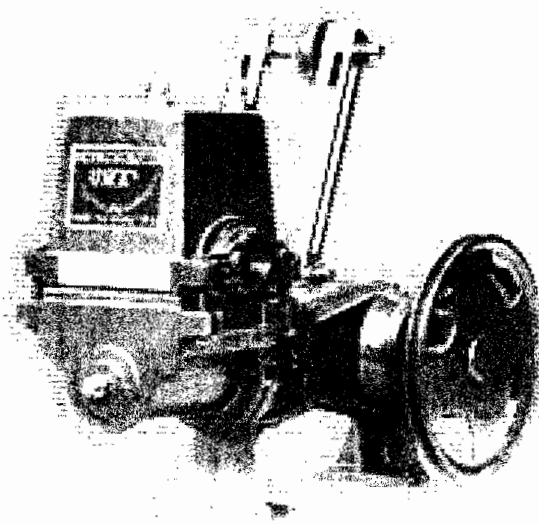
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงาน

3.1 การศึกษาหาข้อมูล

การศึกษาทฤษฎีและข้อมูลขั้นต้นที่เกี่ยวกับการทำโครงการ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของปั๊มแบบลูกสูบชัก โดยเป็นปั๊มที่ให้ปริมาณของเหลวคงที่ โดยของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไก เพื่อที่จะสามารถนำไปหาประสิทธิภาพของปั๊มแบบลูกสูบชักและมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 การเลือกปั๊มแบบลูกสูบชัก

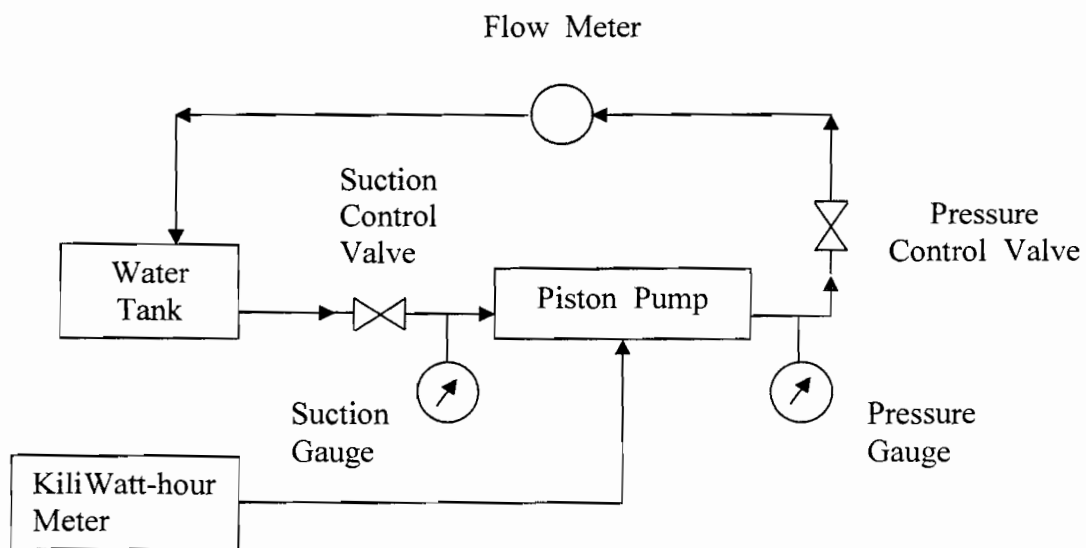
การเลือกใช้ปั๊มแบบลูกสูบชักที่นำมาสร้างเป็นชุดทดลองได้มีการพัฒนามาจากปั๊มขนาดใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการสร้างชุดทดลองโดยใช้ปั๊มลูกสูบชัก



รูปที่ 3.2 ปั๊มแบบลูกสูบชัก

3.3 โครงสร้างการทำงานของชุดทดลอง

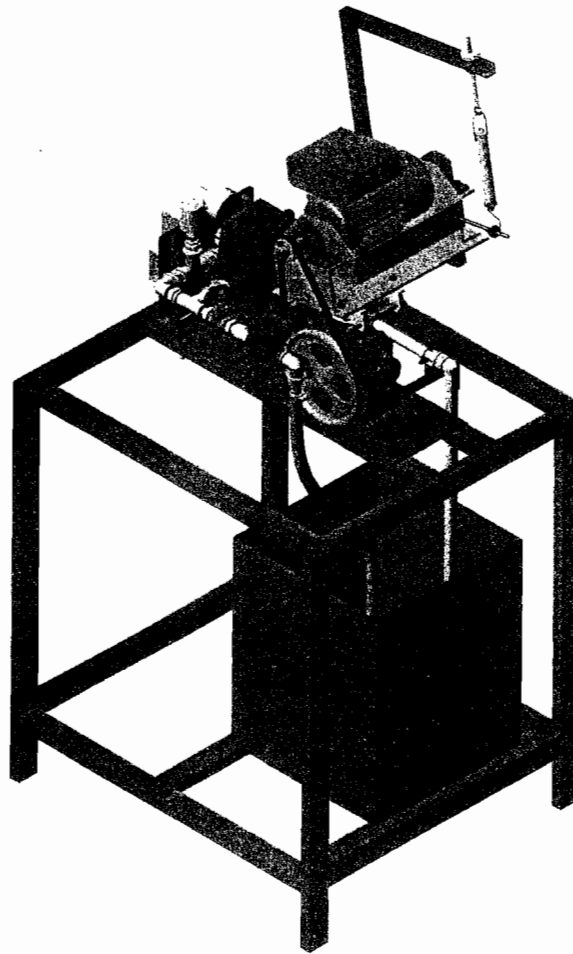
โครงสร้างการทำงานของชุดทดลองของปั๊มแบบลูกสูบชักขนาดเล็กและขนาดกลาง มีทั้งแบบตั้งและแบบนอน และส่วนการทำงานของลูกสูบจะเป็นการทำงานแบบชัก โดยการรับแรงดันกำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า จะถูกขับเคลื่อนด้วยเพลายึดศูนย์กลางผ่าน ข้อเหวี่ยง หรือ แขนข้อเหวี่ยง เป็นต้น



รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์การทำงานของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

3.4 การออกแบบชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

ในการออกแบบชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชักนั้น เพื่อที่จะนำชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชักไปใช้ในการศึกษาหาประสิทธิภาพของปั๊มแบบลูกสูบชัก และทำให้สามารถเลือกปั๊มไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพ และสำหรับแบบของโครงสร้างปั๊มแบบลูกสูบชักจะอยู่ในภาคผนวก ก.



รูปที่ 3.4 โครงสร้างชุดทดลองบีบแบบลูกสูบชัก

3.4.1 การหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการหาขนาดแรงของมอเตอร์ที่มาขับปั๊มแบบลูกสูบชักซึ่งมีการคำนวณหาค่านี้นี้ การคำนวณเกี่ยวกับอัตราส่วนความเร็ว

เพลาลูกสูบหมุนล้อยับด้วยความเร็วรอบ 1,400 rpm ซึ่งล้อยับมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว (50.8 มม.) และล้อยับตามมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว (203.2 มม.) ซึ่งมีขนาดเป็น 4 เท่าของล้อยับ

$$\frac{\text{ความเร็วรอบของล้อขับ}}{\text{ความเร็วรอบของล้อตาม}} = \frac{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ}}$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{1,400 \text{ rpm}}{X \text{ rpm}} = \frac{8 \text{ in}}{2 \text{ in}}$$

$$X = 350 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนความเร็ว} &= \frac{\text{ความเร็วรอบของล้อขับ}}{\text{ความเร็วรอบของล้อตาม}} \\ &= \frac{1,400 \text{ rpm}}{350 \text{ rpm}} \\ &= 4 : 1 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } P = \frac{2\pi\tau n}{60}$$

$$P = \text{กำลังของมอเตอร์, Watt}$$

$$\tau = \text{โมเมนต์บิด, N.m}$$

$$n = \text{ความเร็วรอบที่ใช้, rpm}$$

$$\text{กำหนดให้ } \text{รัศมีของมือหมุน } r = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{แรงที่ใช้ขับสายพาน } F = 7.848 \text{ N}$$

$$\text{ดังนั้น } P = \frac{2\pi (0.2 \times 7.848) 350}{60}$$

$$= 57.53 \text{ Watt}$$

$$= 57.53 / 745.7$$

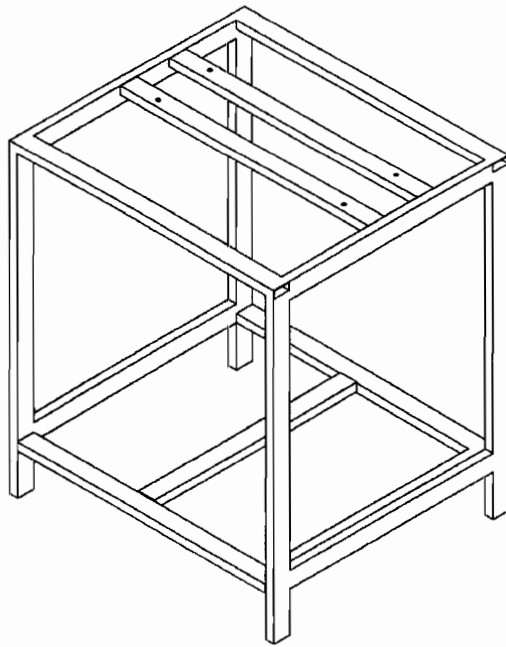
$$= 0.771 \text{ แรงม้า}$$

แต่ในเชิงพาณิชย์ มอเตอร์ไม่มีขนาด 0.7 แรงม้า จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้าแทน

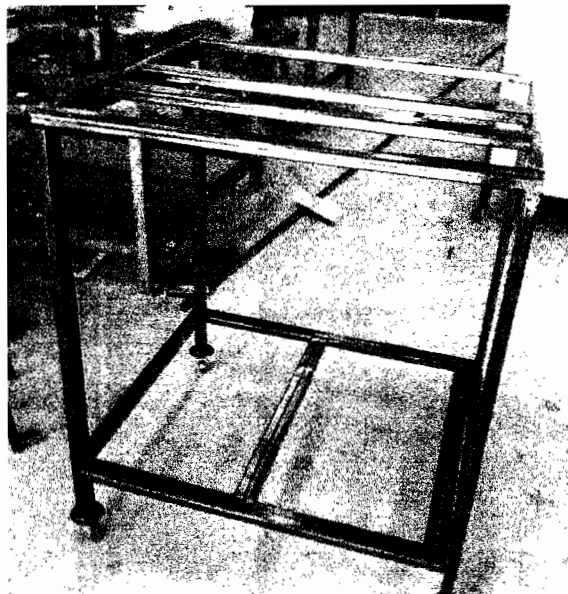
3.4.2 การออกแบบโครงสร้างของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

เมื่อประกอบชุดทดลองได้เสร็จสมบูรณ์แล้วดังนั้นออกแบบโครงสร้างของปั๊มแล้วเลือกขนาดของเหล็กที่จะมาทำเป็นฐานหรือโครงที่จะนำเอาชุดทดลองไปยึดติด ชนิดและขนาดของเหล็กที่เลือกมาทำเป็นฐานเป็นเหล็กกล่องที่มีขนาด 2×1 นิ้ว จำนวน 3 เส้น แล้วทำการวัดขนาดและ

ตัดเหล็กกล่องตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อตัดเหล็กเสร็จแล้วนำเหล็กที่ตัดมาเชื่อมขึ้นรูปตามแบบที่ต้องการและทาสีเพื่อความสวยงาม



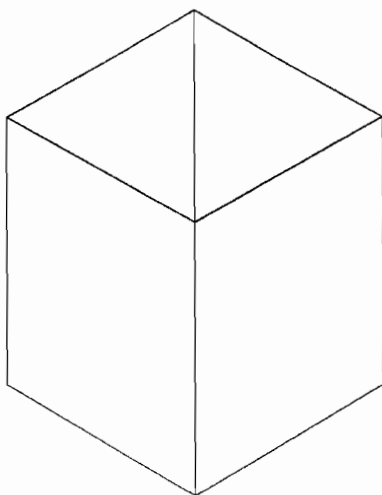
รูปที่ 3.5 การออกแบบโครงสร้างชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก



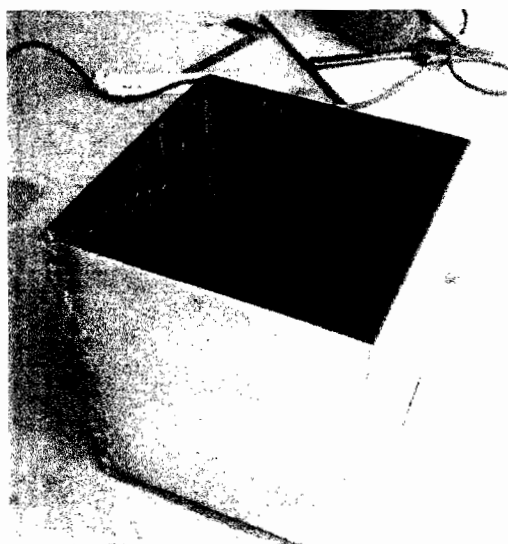
รูปที่ 3.6 โครงสร้างชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

3.4.3 การออกแบบโครงสร้างถังน้ำ

เมื่อได้โครงสร้างของชุดทดลองตามแบบได้แล้วต้องทำการเลือกขนาดของแผ่นเหล็กที่มีความหนา 1 มม. แล้วทำการวาดแบบของส่วนที่ต้องการตัดลงบนแผ่นเหล็กหลังจากนั้น ทำการตัดแผ่นเหล็กตามแบบที่ได้วาดไว้เมื่อตัดแผ่นเหล็กออกมาแล้วก็จะได้แผ่นเหล็กตามขนาดที่ต้องการแล้วนำไปพับตามแบบที่ได้กำหนด เมื่อทำการพับแล้วจะต้องนำชิ้นส่วนมาประกอบและเชื่อมติดกัน



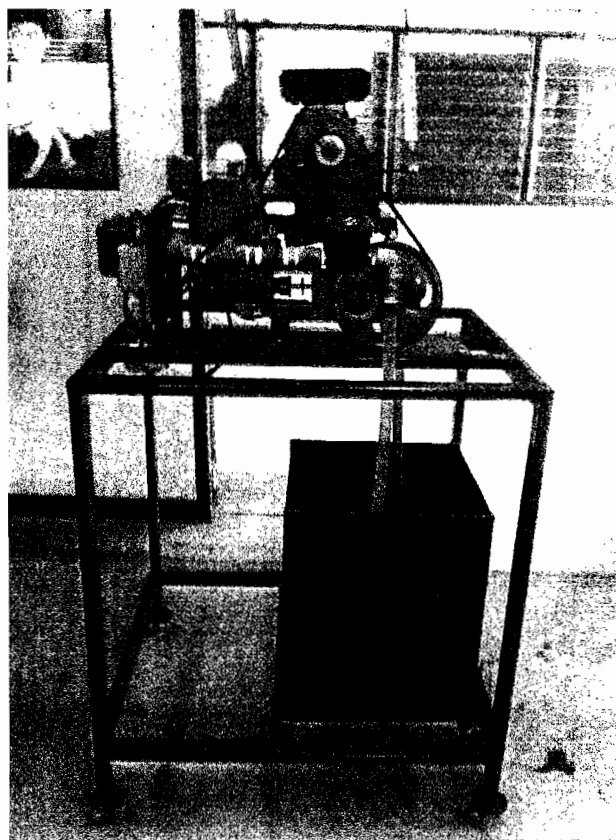
รูปที่ 3.7 การออกแบบโครงสร้างถังน้ำ



รูปที่ 3.8 โครงสร้างถังน้ำ

3.4.4 ขั้นตอนประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน

1. ประกอบปั๊มยึดติดเข้ากับโครง
2. ประกอบข้อต่อเข้ากับตัวปั๊มที่ทางเข้า
3. ประกอบวาล์วปรับแรงดันและเกจที่ทางเข้า
4. ต่อสายยางกับท่อลงถึงน้ำที่ทางเข้า
5. ประกอบข้อต่อเข้ากับตัวปั๊มที่ทางออก
6. ประกอบวาล์วปรับแรงดันและ Switch Presser กับเกจที่ทางออก
7. ประกอบมาตรวัดน้ำเข้ากับข้อต่อที่ทางออก
8. ต่อสายยางลงถึงน้ำที่ทางออก
9. ประกอบชุดมอเตอร์และสายพานเข้ากับปั๊ม
10. ประกอบชุดเครื่องวัดงานไฟฟ้าเข้ากับโครง
11. ประกอบตราชี้สปริงเข้ากับแกนของมอเตอร์
12. ประกอบถังน้ำเข้ากับโครงของปั๊ม



รูปที่ 3.9 ชุดทดลองที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์

3.5 วิธีการทดลอง

1. เปิดวาล์วควบคุมที่ทางเข้าและทางออกของปั๊มจนสุด (ความดันที่เกจทางออกจะน้อยสุด) อ่านค่าความดันที่ได้ในหน่วย kg_f/cm^2
2. วัดอัตราการไหลของน้ำโดยการจับเวลาและเช็คปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้นในช่วงการจับเวลา คำนวณเป็นอัตราการไหล, (Q)
3. วัดแรงที่อ่านค่าได้จากตาชั่งสปริงวัดแรงบิด
4. วัดปริมาตรการไหลของน้ำที่อ่านค่าได้จากมาตรวัดน้ำ
5. ค่อย ๆ ปิดวาล์วปรับความดันทางออกเพิ่มขึ้นเพื่อให้ความดันน้ำที่ทางออกปั๊มมากขึ้น เพื่อวัดอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไป (อัตราการไหลควรจะลดลงเล็กน้อย) ทำซ้ำโดยปิดวาล์วทางออกเพื่อวัดอัตราการไหลโดยปรับความดันทางออกครั้งละ $0.2 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$ ประมาณ 10 ครั้ง
6. คำนวณหาประสิทธิภาพของปั๊ม และสร้างกราฟ
7. สรุปผลการทดลอง

3.6 การคำนวณกำลังงานและประสิทธิภาพของปั๊ม

1. กำลังงานที่ปั๊มให้แก่ น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ, W_o
2. กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่ปั๊ม, W_i
3. ประสิทธิภาพของปั๊ม, η

1.1 กำลังงานที่ปั๊มให้แก่ น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ (W_o) หาได้จากอัตราการไหลของน้ำ และความดันที่เพิ่มขึ้น

$$W_o = Q \times P \quad \dots\dots\dots 3.1$$

$$W_o = Q \left[\frac{L}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right] \times P \left[\frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} \times \frac{10^4 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \right]$$

โดย

$$W_o = \text{กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่ น้ำ, } N.m / \text{sec}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลของน้ำ, } L / \text{min}$$

$$P = \text{ความดันพื้นที่เพิ่มขึ้น}$$

$$= \text{ความดันท่อส่ง - ความดันท่อดูด, } \text{kg}_f/\text{cm}^2$$

1.2 กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่วัสดุ (W_i) วัดได้จากแรงบิดของมอเตอร์ และความเร็วรอบของมอเตอร์

$$W_i = \frac{Fr \times 2\pi n}{60} \dots\dots\dots 3.2$$

โดย

W_i = กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่วัสดุ, $N.m/sec$

n = ความเร็วรอบต่อนาที, rpm

F = แรงบิดวัดที่ปลายแขนหมุนของมอเตอร์ไคนาโมมิเตอร์, N

r = ความยาวของแขนหมุนของไคนาโมมิเตอร์, m

ในกรณีที่ ค่าแรงบิด $\tau = Fr$ สามารถอ่านค่าได้โดยตรง และมีหน่วย (N.m)

$$W_i = [N \times m] \times n \left[\frac{rev}{min} \times \frac{2\pi}{rev} \times \frac{1 min}{60 sec} \right]$$

1.3 ประสิทธิภาพของปั๊ม, η

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพของปั๊ม} &= \frac{\text{กำลังงานที่ปั๊มให้แก่น้ำ}}{\text{กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่วัสดุ}} \dots\dots\dots 3.3 \\ &= \frac{W_o}{W_i} \end{aligned}$$