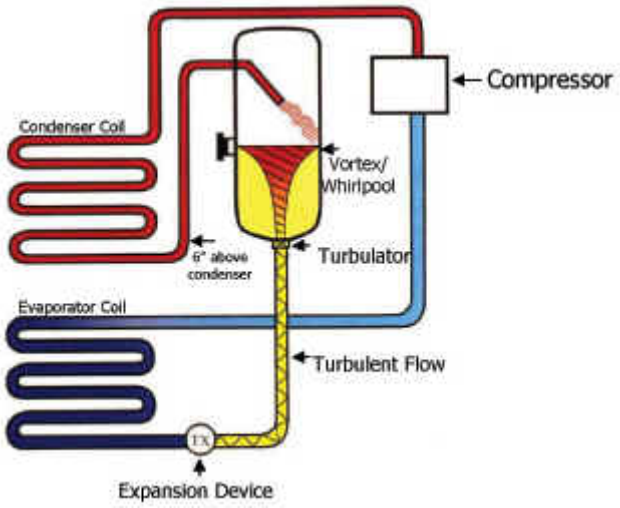
บทที่ 4

การออกแบบอุปกรณ์

4.1หลักการออกแบบเบื้องต้น

จากการที่ได้ค้นคว้าหลักการความเป็นไปได้ตามทฤษฎีตามเอกสารต่าง ๆ และเว็บไซต์ ซึ่งหลักการดังกล่าวได้มีความใกล้เคียงกับอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วในท้องตลาด และน่าสนใจที่จะเอามาศึกษานั่นคือ อุปกรณ์ที่มีชื่อว่า Articmaster ซึ่งอุปกรณ์จะมีหลักการ สร้างการไหลของสารทำความเย็นให้มีการไหลแบบปั่นป่วน แล้วสามารถที่จะทำให้ระบบการทำความเย็น ซึ่งในที่นี้คือ ระบบปรับอากาศสามารถที่จะประหยัดพลังงานการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ และมีลักษณะดังรูป

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของ Articmaster



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวที่ระบบปรับอากาศ

ซึ่งอุปกรณ์ ที่ชื่อว่า Articmaster นี้ได้ทำกรณีศึกษาออกมา 2 กรณี ดังต่อไปนี้

<u>กรณีศึกษาที่</u> 1 RETAIL WAREHOUSE, SYDNEY

ทำการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับระบบปรับอากาศและทำการวัดค่าต่างๆที่เอามาทำการเปรียบเทียบก่อนที่จะติดตั้งอุปกรณ์และหลังจากที่ติดตั้งอุปกรณ์ คือ

- อุณหภูมิและความชื้นของคลังสินค้า
- กระแสที่ลดลงที่คอมเพรสเซอร์
- อุณหภูมิของลมจ่ายและลมกลับที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็น

ผลที่ได้ออกมา

- อุณหภูมิที่วัดออกมาในคลังสินค้ามีความเย็นสม่ำเสมอ
- คอมเพรสเซอร์ A รอบสูง กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 19.3A เหลือ 18.5A
- คอมเพรสเซอร์ A รอบต่ำ กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 17.6A เหลือ 17.1A
- อุณหภูมิลมจ่ายเพิ่มขึ้น10 F° และอุณหภูมิลมกลับเพิ่มขึ้น 25 F°

กระแสลดลง

- คอมเพรสเซอร์ A รอบสูง $0.8/19.3 = 4.1\%$
- คอมเพรสเซอร์ A รอบต่ำ $0.5/17.1 = 2.9\%$

ความสามารถในการทำความเย็น

- ความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 25 %

สรุป

- กระแสลดลง 3.7% , ความสามารถในการทำความเย็น25%

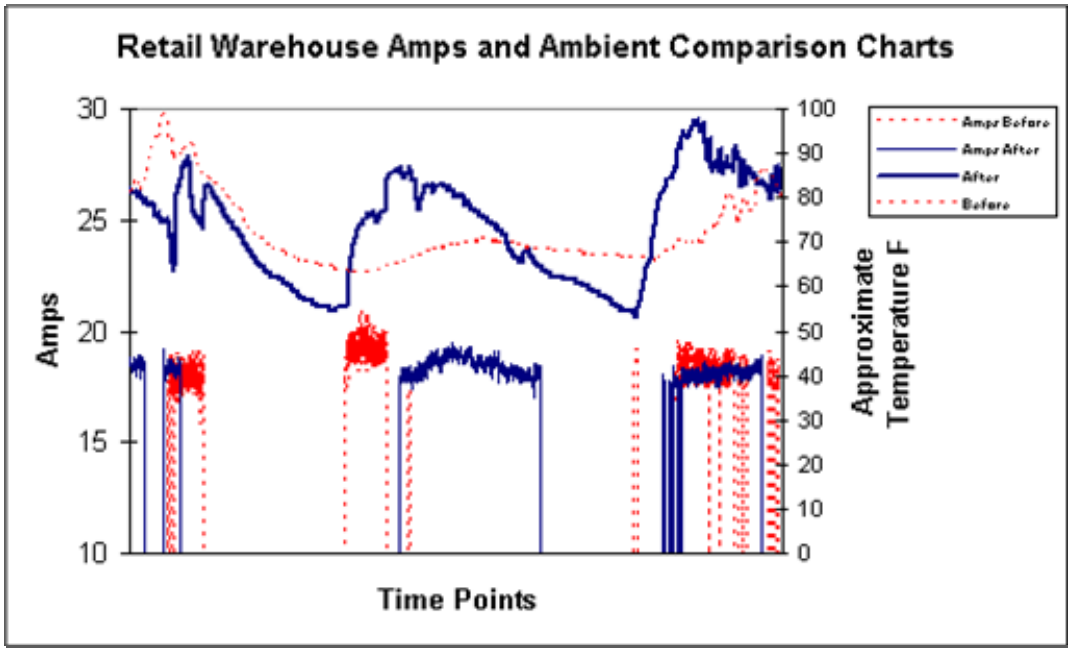


Chart 1: Comparison of Compressor Amps and Ambient Temperature (case 1)

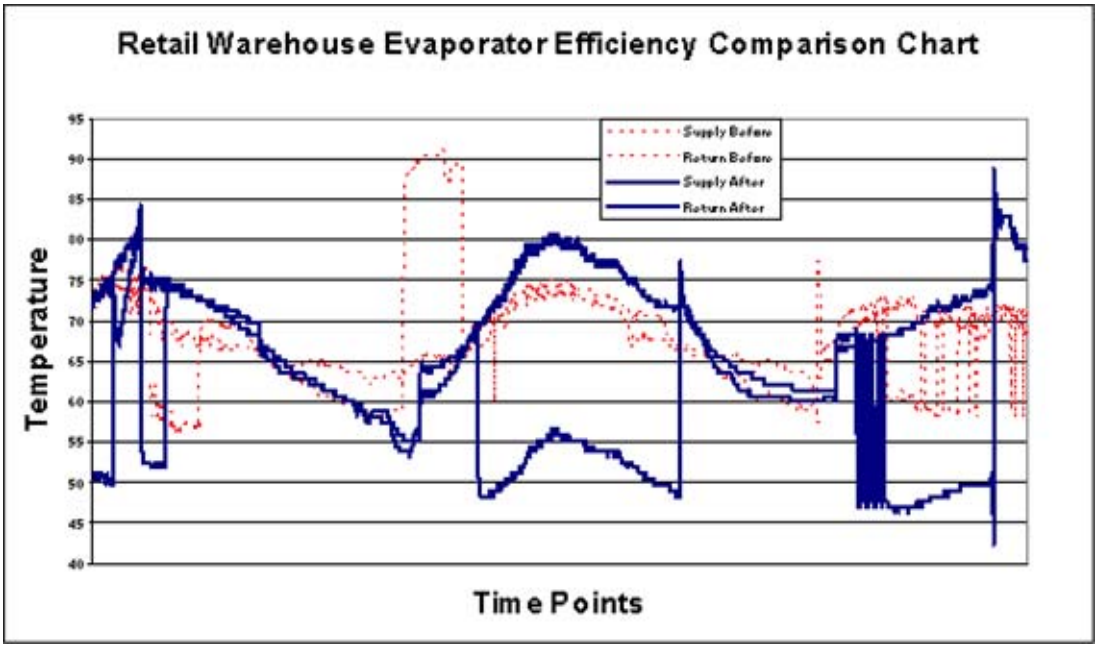


Chart 2: Supply and Return Evaporator Air Temperature (case 1)

<u>กรณีศึกษาที่ 2</u> MAJOR SYDNEY CAR DEALERSHIP

ทำการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับระบบปรับอากาศและทำการวัดค่าต่างๆที่เอามาทำการเปรียบเทียบก่อนที่จะติดตั้งอุปกรณ์และหลังจากที่ติดตั้งอุปกรณ์ คือ

- อุณหภูมิและความชื้นของโชว์รูมรถยนต์
- กระแสที่ลดลงที่คอมเพรสเซอร์
- อุณหภูมิของลมจ่ายและลมกลับที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็น

ผลที่ได้ออกมา

- อุณหภูมิที่วัดออกมาในโชว์รูมรถยนต์มีความเย็นสม่ำเสมอ
- ความชื้นในโชว์รูมมีค่าสูงในช่วงแรกและช่วงต่อมาความชื้นก็อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้
- คอมเพรสเซอร์ A รอบสูง กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 8.8A เหลือ 8.5A
- คอมเพรสเซอร์ A รอบต่ำ กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 8.4A เหลือ 6.8A
- คอมเพรสเซอร์ B รอบสูง กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 8.7A เหลือ 8.1A
- คอมเพรสเซอร์ B รอบต่ำ กระแสไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก 7.2A เหลือ 6.7A
- อุณหภูมิลมจ่ายเพิ่มขึ้น4 F° และอุณหภูมิลมกลับเพิ่มขึ้น 3.5 F°

กระแสลดลง

- คอมเพรสเซอร์ A รอบสูง $0.8/8.8 = 9.1\%$
- คอมเพรสเซอร์ A รอบต่ำ $0.5/7.2 = 6.9\%$
- คอมเพรสเซอร์ B รอบสูง $0.6/8.7 = 6.9\%$
- คอมเพรสเซอร์ B รอบต่ำ $1.6/8.4 = 19.0\%$

ความสามารถในการทำความเย็น

- ความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 20 %
- ความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 17.5 %

  สมมุติเฉลี่ยให้ประมาณ 18.5%

สรุป

- กระแสลดลง 9.6% , ความสามารถในการทำความเย็น28%

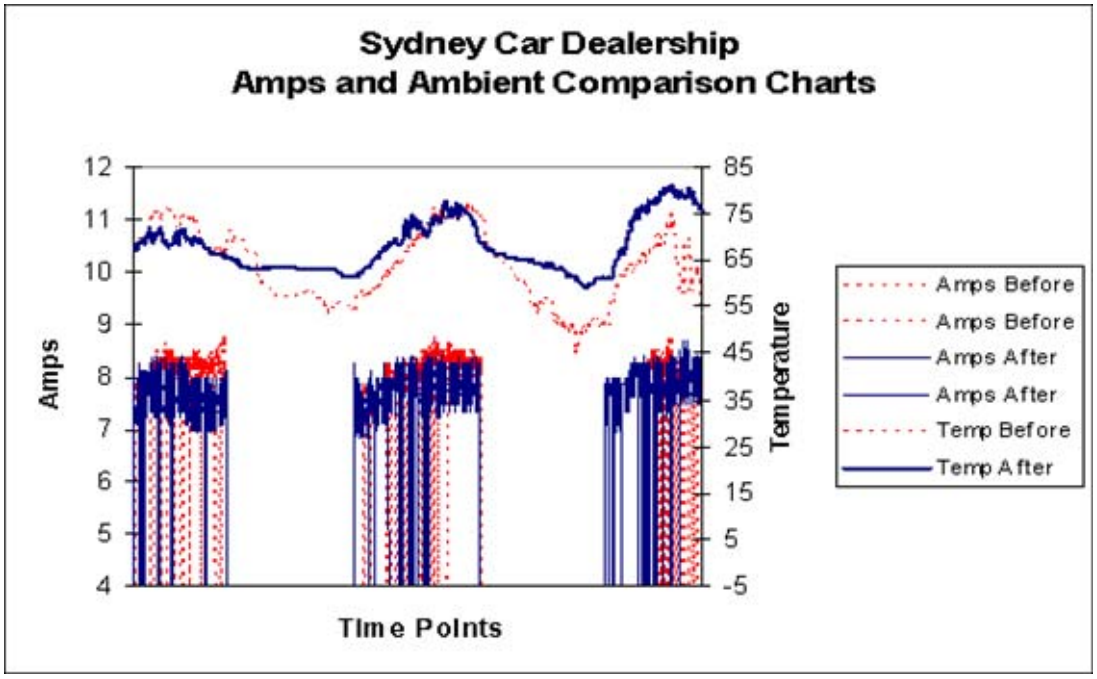


Chart 1: Comparison of Compressor Amps and Ambient Temperature (case 2)

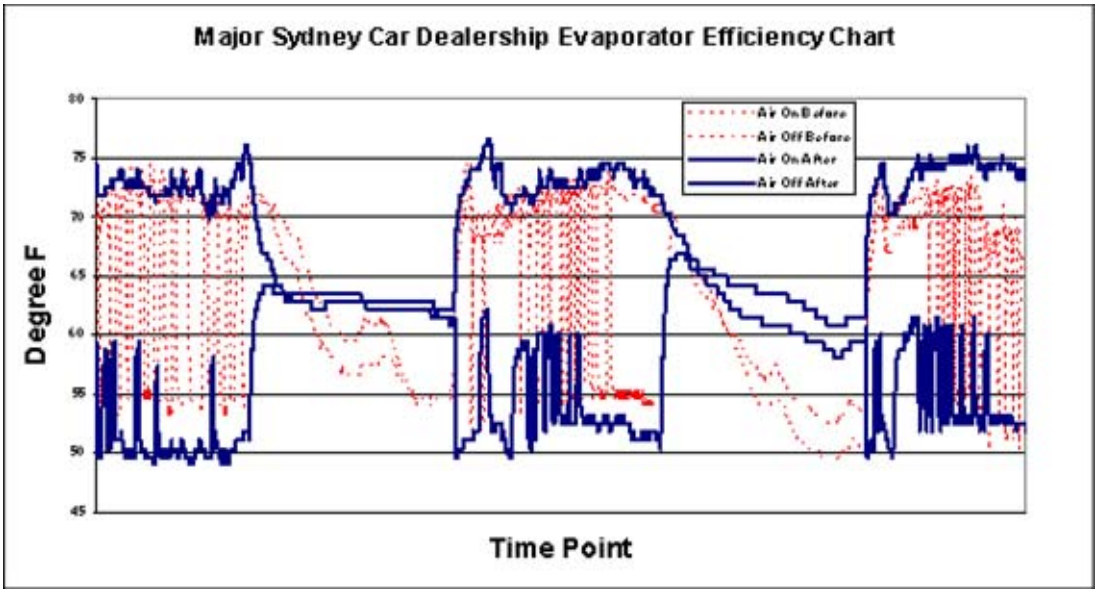
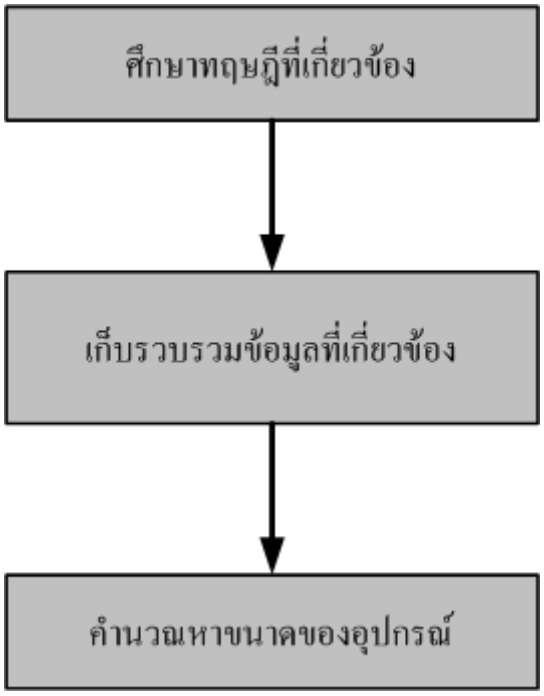


Chart 2: Supply and Return Evaporator Air Temperature (case 2)

ซึ่งการออกแบบอุปกรณ์ที่นำมาทำการทดลองได้นำหลักการในส่วนนี้มาเป็นหลักการหลัก ในการออกแบบอุปกรณ์ โดยอาศัยการทำให้สารทำความเย็นในระบบที่ไหลอยู่ระหว่างคอนเดนเซอร์และลิ้นลดความดันนั้นเป็นการไหลแบบปั่นป่วน และทำการทดสอบว่าเมื่อการไหลแบบปั่นป่วนที่จุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จริงหรือไม่

4.2การออกแบบอุปกรณ์

การออกอุปกรณ์ที่สามารถสร้างการไหลแบบปั่นป่วน เป็นไปดังนี้



4.2.1 ศึกษาทฤษฎีของการทำความเย็น

4.2.2 หาข้อมูลของต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ เช่น

- ชนิดของสารทำความเย็น
- ค่าต่าง ๆ ทางเทอร์โมไดนามิกส์
- ขนาดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
- อุณหภูมิที่ อีวาปอเรเตอร์ และคอนแดนเซอร์
- อัตราการไหลของสารทำความเย็น

4.2.3 ทำการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยเอาข้อมูลที่ได้มาเป็นพื้นฐานในการคำนวณ

สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

$$m = \frac{Q}{\Delta h}$$

$$v = \frac{m}{\rho A} = \frac{m(vf)}{A}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{vD\rho}{\upsilon} = \frac{vD}{\upsilon(vf)}$$

เมื่อ

m = mass flow rate

Q = load in tons

Δh = ผลต่างของ enthalpy

ρ = density

(vf) = specific volume

A = Area

υ = viscosity

Re = Reynolds numbers

4.2.3.1ตัวอย่าการคำนวณการหาขนาดอุปกรณ์

จาก Mass flow rate chart ของ Compressor ที่ได้มา เราได้ค่า mass flow rate = 0.189 (ประมาณจาก chart)

จาก $v = \frac{m}{\rho A} = \frac{m(vf)}{A}$ ---------- (1)

ค่า $(vf) = 0.79549\ m^3/kg$ ที่ อุณหภูมิ 8 C°

หาพื้นที่ทรงกระบอก

$$A = 2\prod rh \qquad \text{----------(2)}$$

และจาก

$$\mathrm{Re} = \frac{vD\rho}{\upsilon} = \frac{vD}{\upsilon(vf)} \qquad \text{---------- (3)}$$

จากการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาค่า r และ h ที่เหมาะสมเพื่อที่ จะให้ได้ Reynolds numbers ที่ทำให้การไหลเป็นแบบปั่นป่วน ภายใต้สมการ (1),(2) และ (3) เราจะได้ค่า r = 0.025 m หรือ r = 1 inches และ h = 0.0375 m หรือ 1.5 inches ซึ่งให้ได้ค่าความเร็วของการไหล v = 25.524 m/s ทำให้ได้ค่า Reynolds numbers ที่ได้ Re = 20300 ที่ทรงกระบอก

หาพื้นที่ทรงกรวย

$$A = \frac{2}{3}\prod(r_{big} - r_{small})h \qquad \text{----------(2)}$$

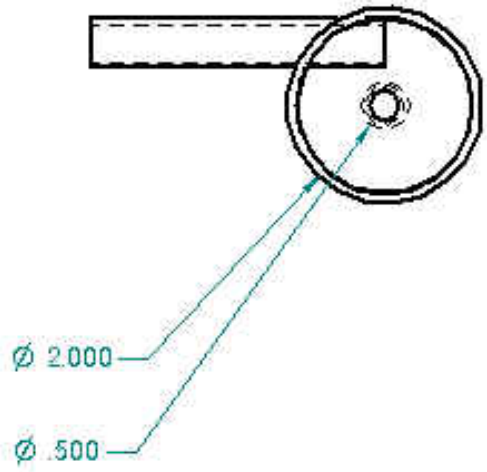
และจาก

$$\mathrm{Re} = \frac{vD\rho}{\upsilon} = \frac{vD}{\upsilon(vf)} \qquad \text{---------- (3)}$$

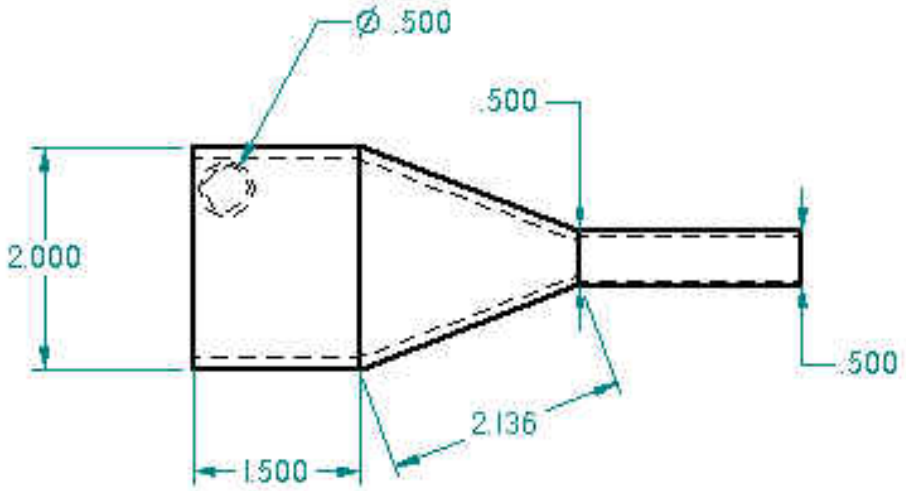
จากการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณหาค่า r และ h ที่เหมาะสมเพื่อที่ จะให้ได้ Reynolds numbers ที่ทำให้การไหลเป็นแบบปั่นป่วน ภายใต้สมการ (1),(2) และ (3) เราจะได้ค่า r_{big} = 0.025 m หรือ r_{big} = 1 inches และ r_{small} = 0.0125 m หรือ r_{small} = 0.5 inchesและ h = 0.0375 m หรือ 1.5 inches ซึ่งให้ได้ค่าความเร็วขอวการไหล v = 153.143 m/s ทำให้ได้ค่า Reynolds numbers ที่ได้ Re = 609000 ที่ทรงกระบอก

4.3 รูปร่างและขนาด

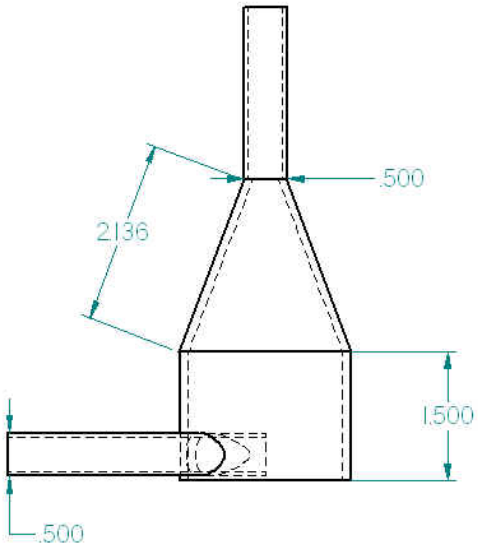
Unit in inches



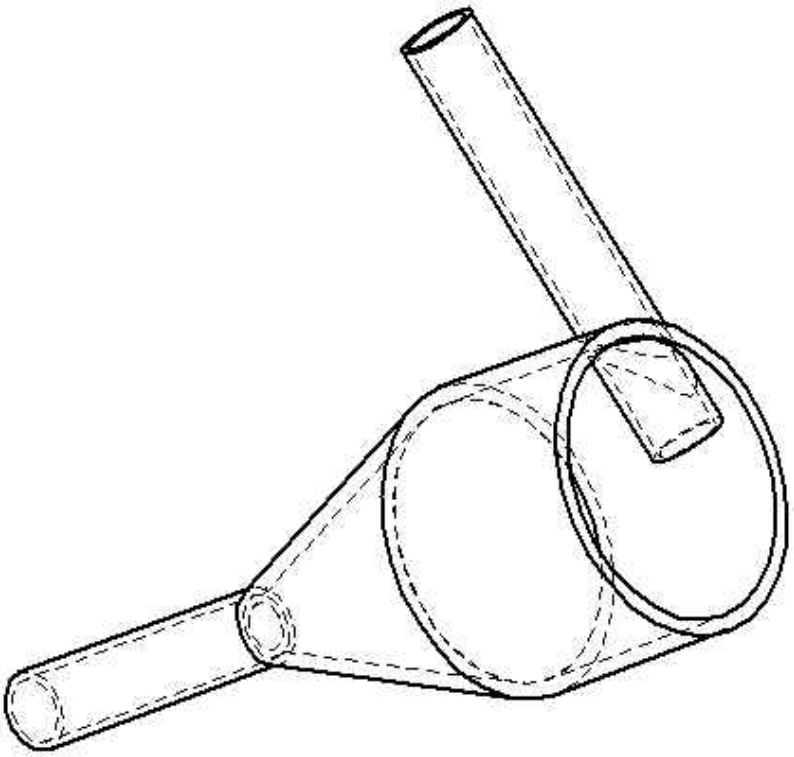
รูปที่ 4.3 Top view ของอุปกรณ์



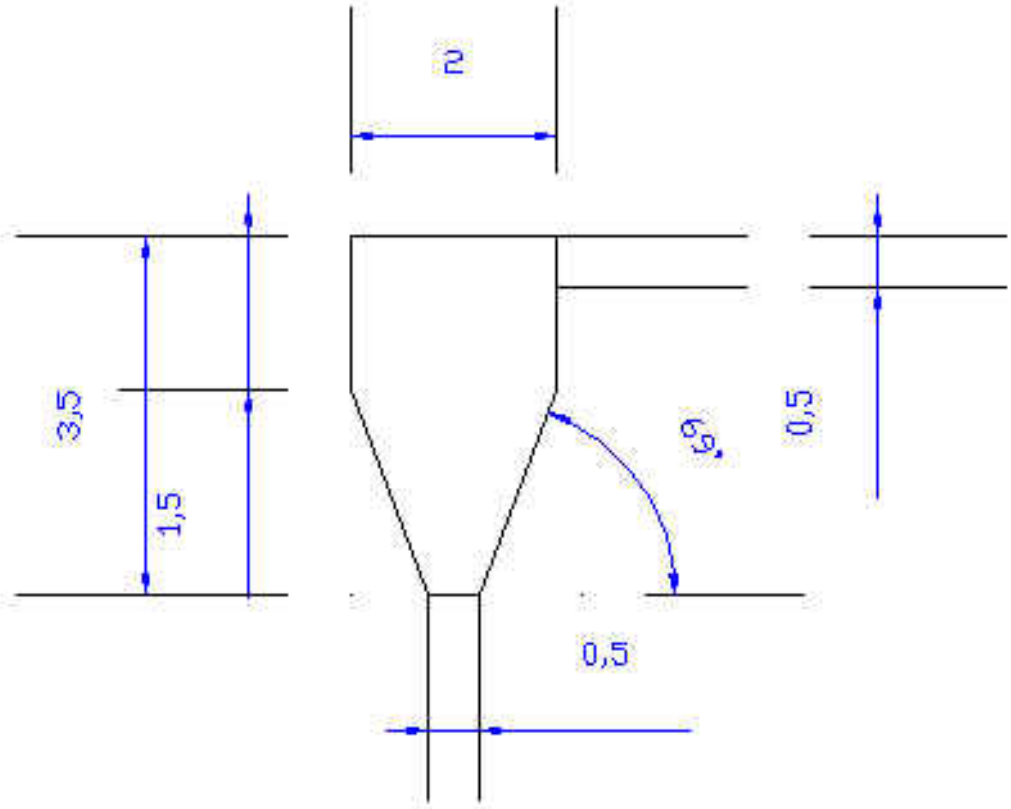
รูปที่ 4.4 Side view ของอุปกรณ์



รูปที่ 4.5 Front view ของอุปกรณ์



รูปที่ 4.6 รูปร่างของอุปกรณ์



รูปที่ 4.7 แสดงขนาดของอุปกรณ์

รูปที่ 4.8 แสดงขนาดของอุปกรณ์จริง