บทที่ 3

อุปกรณ์และการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์ในการทดสอบ

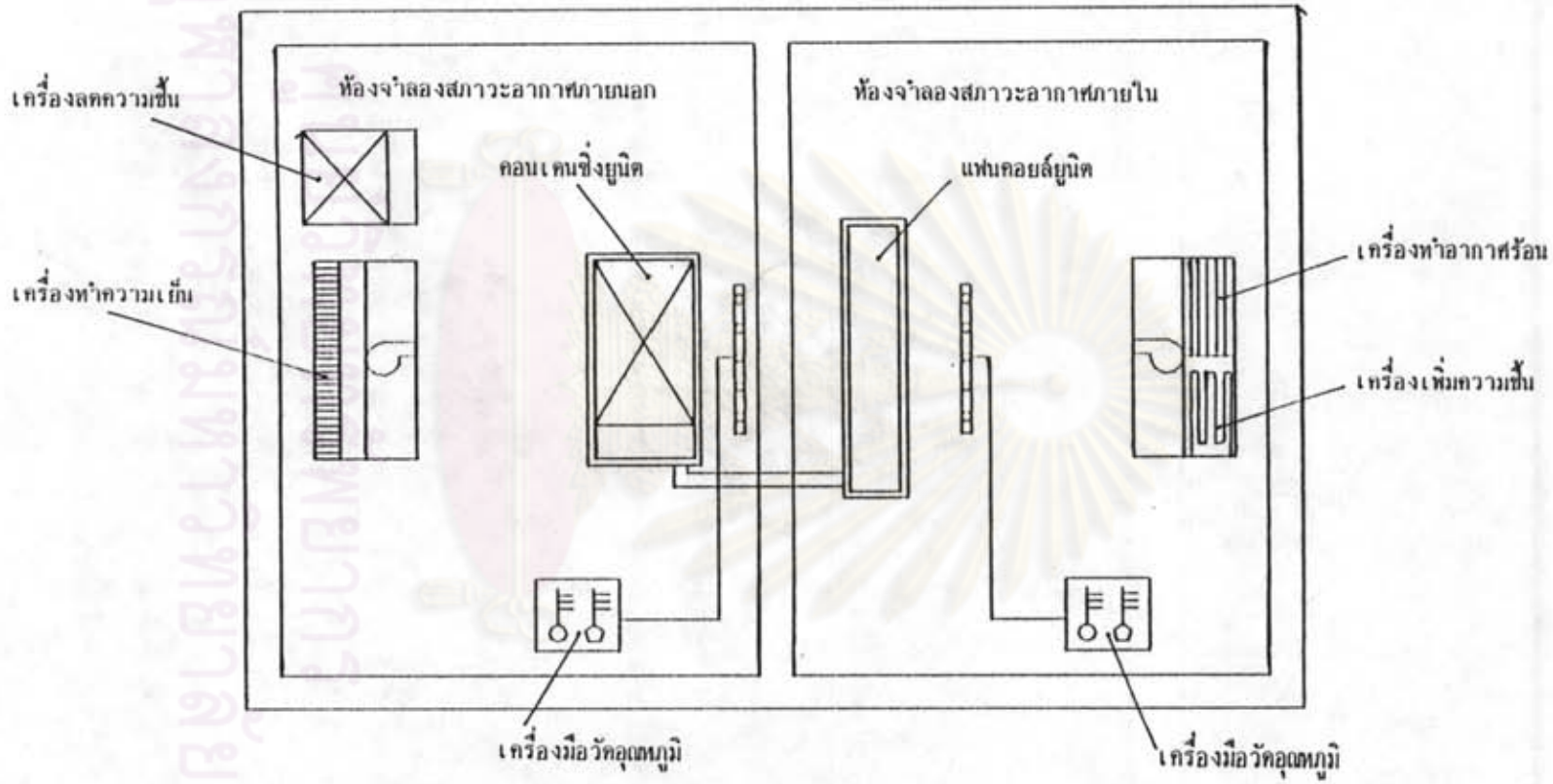
อุปกรณ์และเครื่องมือวัดสำหรับทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อเก็บข้อมูลจะประกอบส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศที่จำลองสภาวะอากาศภายใน และภายนอกห้องปรับอากาศ
2. ห้องวัดความเร็วลม
3. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ แบบเปรียบเทียบ
4. เครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงแบบต่าง ๆ
5. เครื่องมือวัดและควบคุม

1. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศที่จำลองสภาวะอากาศภายใน และภายนอกห้องปรับอากาศ

การทดสอบจะใช้วิธี "Calorimeter" เป็นการทดสอบขนาดทำความเย็น และค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ ส่วนห้องที่ใช้ทดสอบจะประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่ใช้จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ส่วนอีกห้องเป็นห้องที่ใช้จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ดังรูปที่ 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

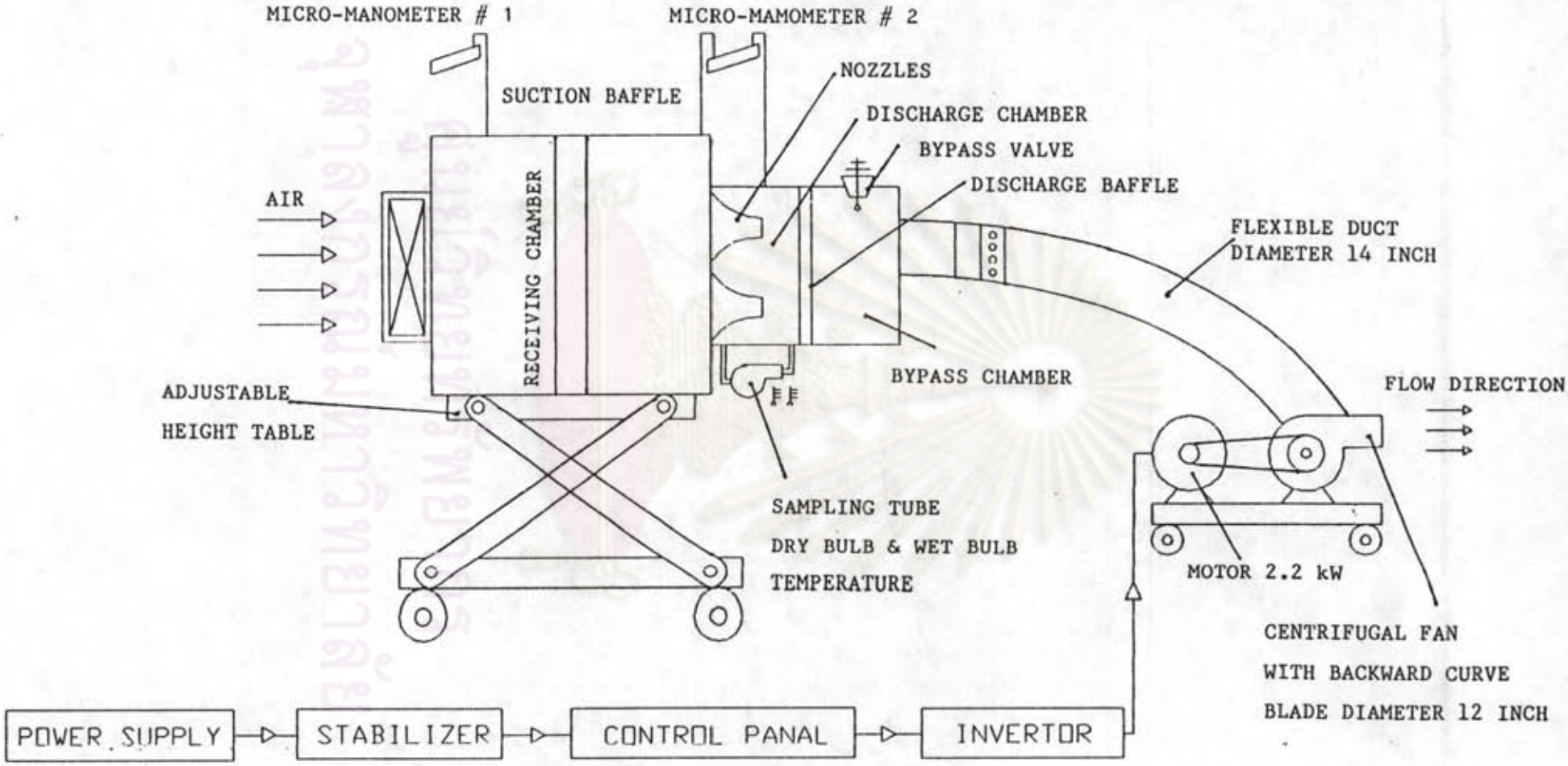


รูปที่ 9 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศที่จำลองสภาวะอากาศ

2. ห้องวัดความเร็วลม

ในการหาอัตราการไหลของอากาศจะใช้วิธีแบบหัวฉีด (Nozzle) โดยวัดค่า ผลต่างของความดันที่ทางเข้า และทางออกของหัวฉีดดังแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 เครื่องวัดความเร็วลม

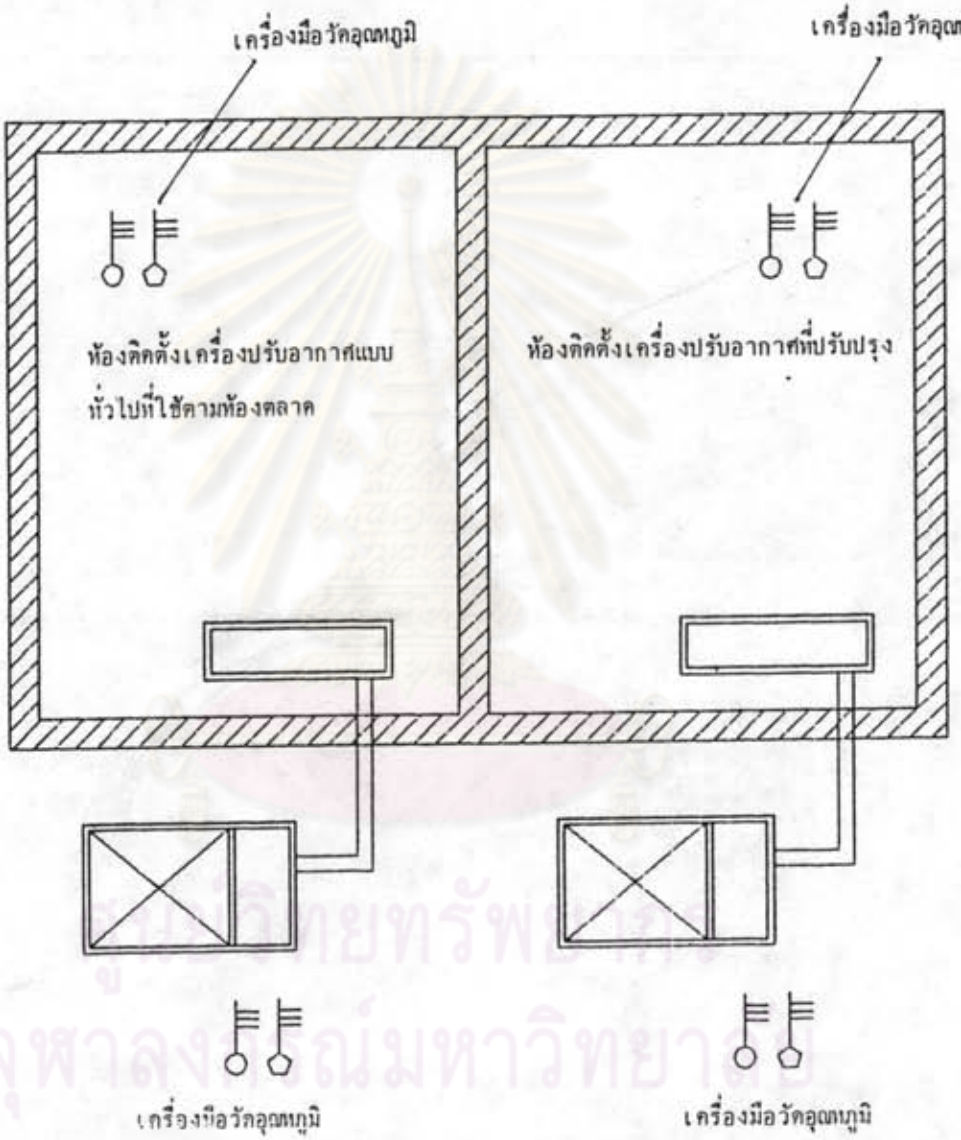


รูปที่ 11 รายละเอียดเครื่องวัดความเร็วลม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบเปรียบเทียบ

จะแบ่งห้องทดสอบออกเป็น 2 ห้อง ซึ่งมีขนาดเท่ากัน ห้องแรกจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ อีกหนึ่งห้องจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงแบบต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบในเวลาเดียวกัน ดังรูปที่ 12 ซึ่งเป็นการทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าในเวลา 24 ชั่วโมงที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ



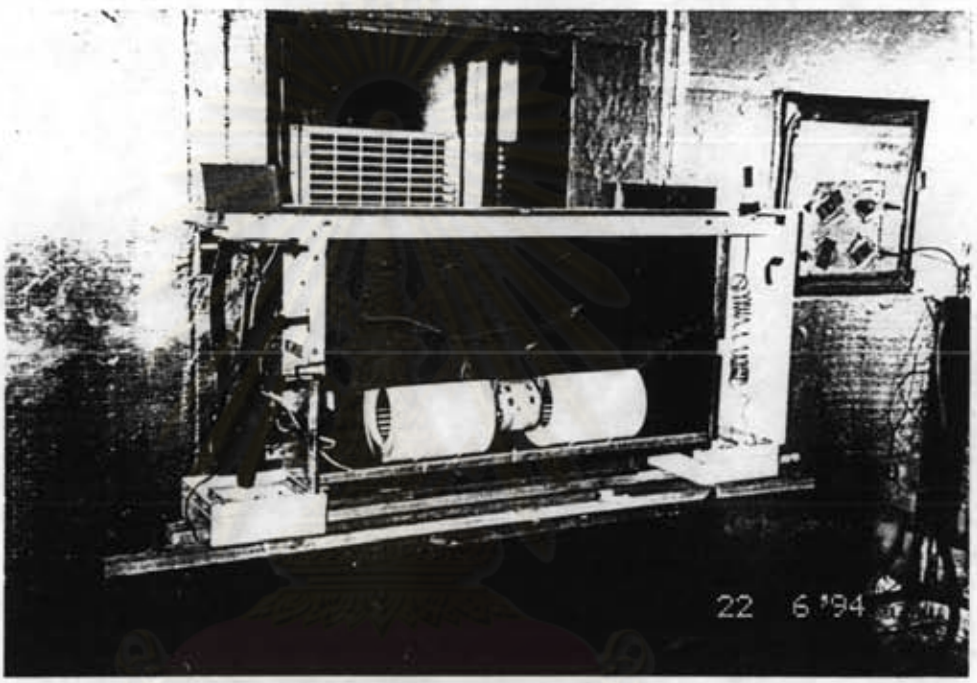
รูปที่ 12 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบเปรียบเทียบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุง

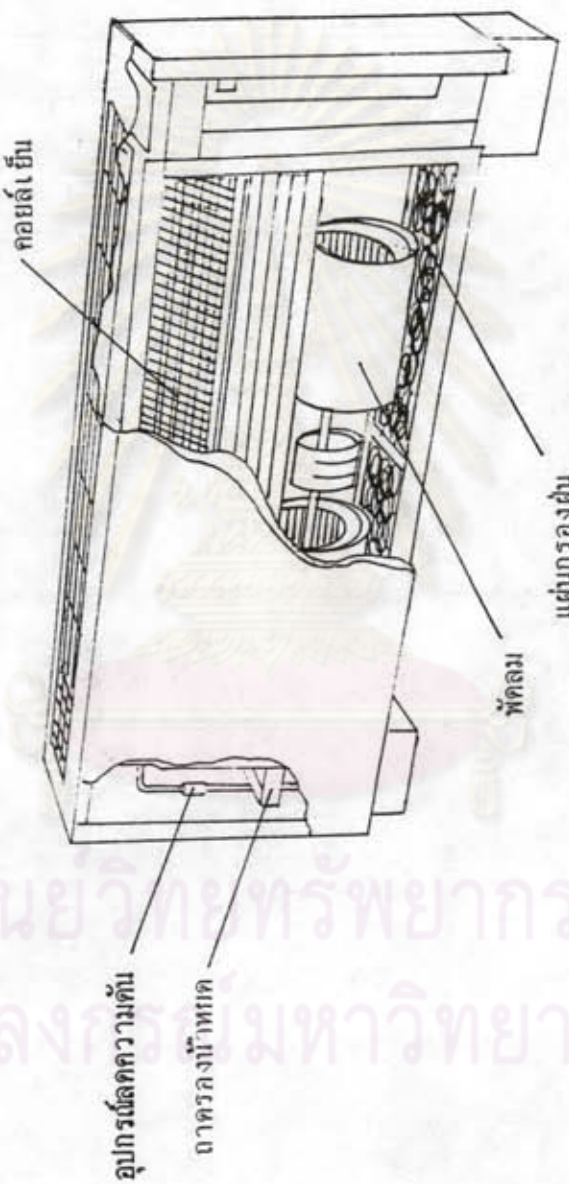
การศึกษาและวิจัยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศจะปรับปรุงในส่วนของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตเป็นสำคัญ ส่วนชุดของแฟนคอยล์จะไม่มีการดัดแปลง

4.1 ประกอบด้วยอีวาโปเรเตอร์ พัดลม และอุปกรณ์ลดความดันดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ชุดแฟนคอยล์ที่ใช้ทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

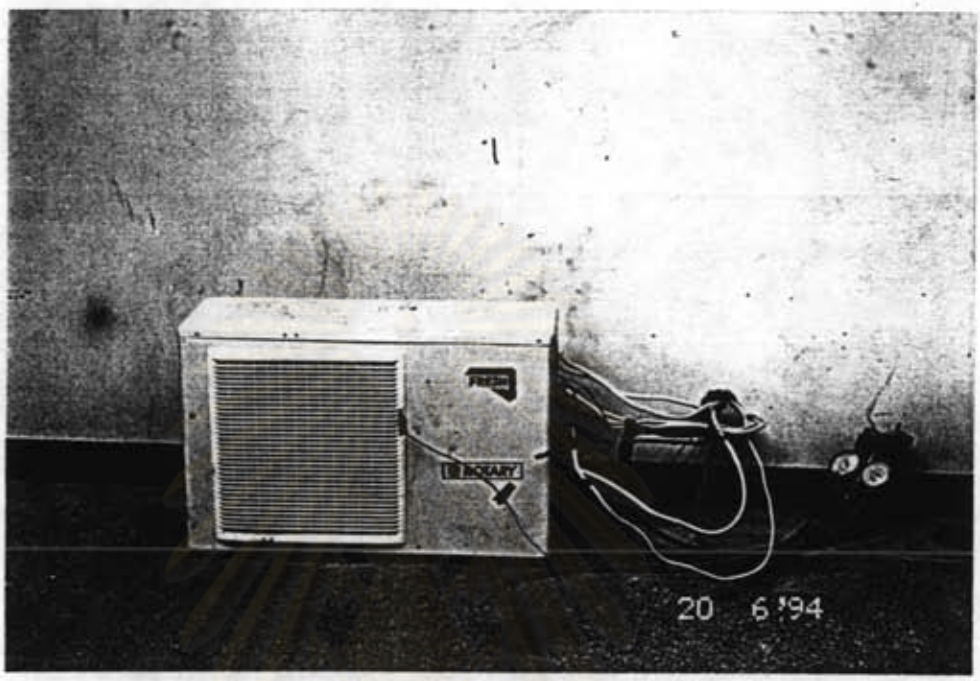


รูปที่ 14 อุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดแฟนคอยล์

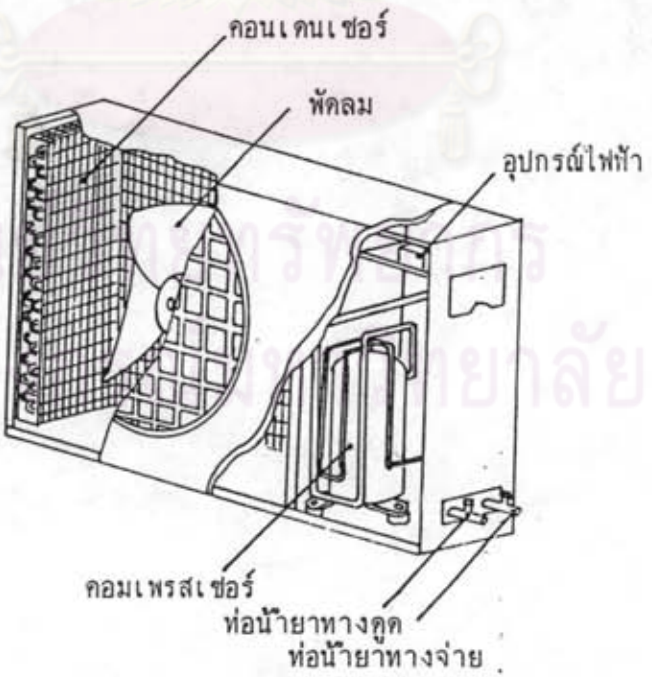
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ประกอบด้วยคอนเดนเซอร์ พัดลม คอมเพรสเซอร์ดังรูปที่ 15



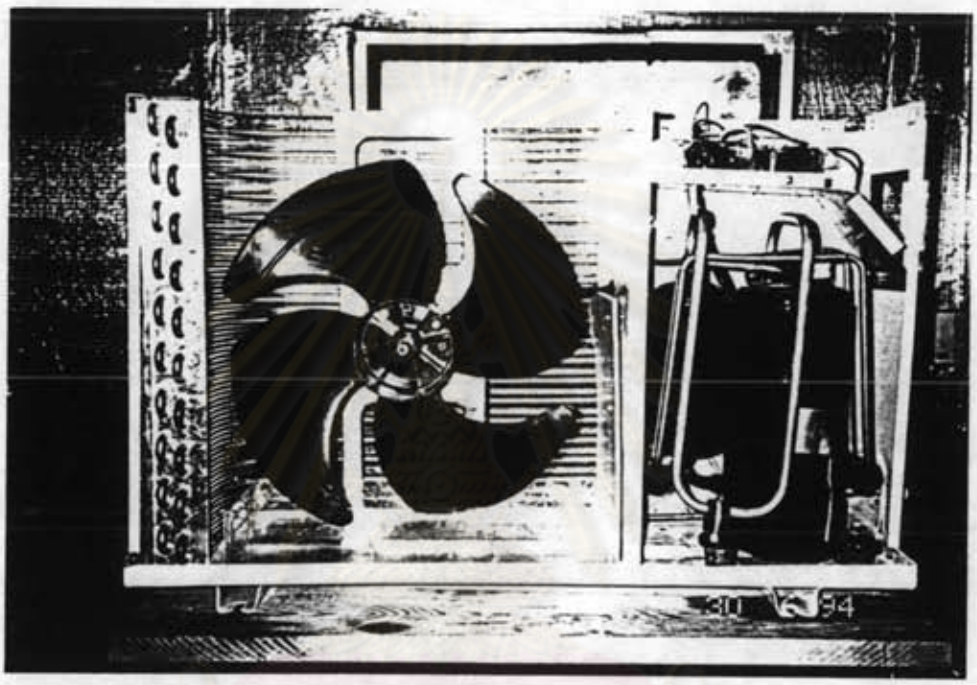
รูปที่ 15 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

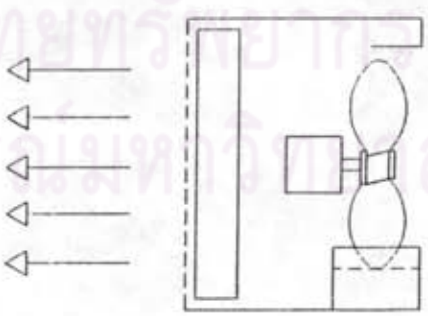


รูปที่ 16 อุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

4.3 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมตีน้ำ

ในส่วนของชุดนี้จะเหมือนชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง แต่จะปรับปรุงในส่วนของพัดลมให้เป็นแบบเป่าอากาศเข้าคอนเดนเซอร์ ซึ่งทั่วไปเป็นแบบดูดอากาศผ่านคอนเซอร์และพัดลมจะตีน้ำ ซึ่งมีถาดน้ำพร้อมลูกลอยที่ต่อเข้ากับถังที่วัดอัตราการใช้น้ำได้ดังรูปที่ 17



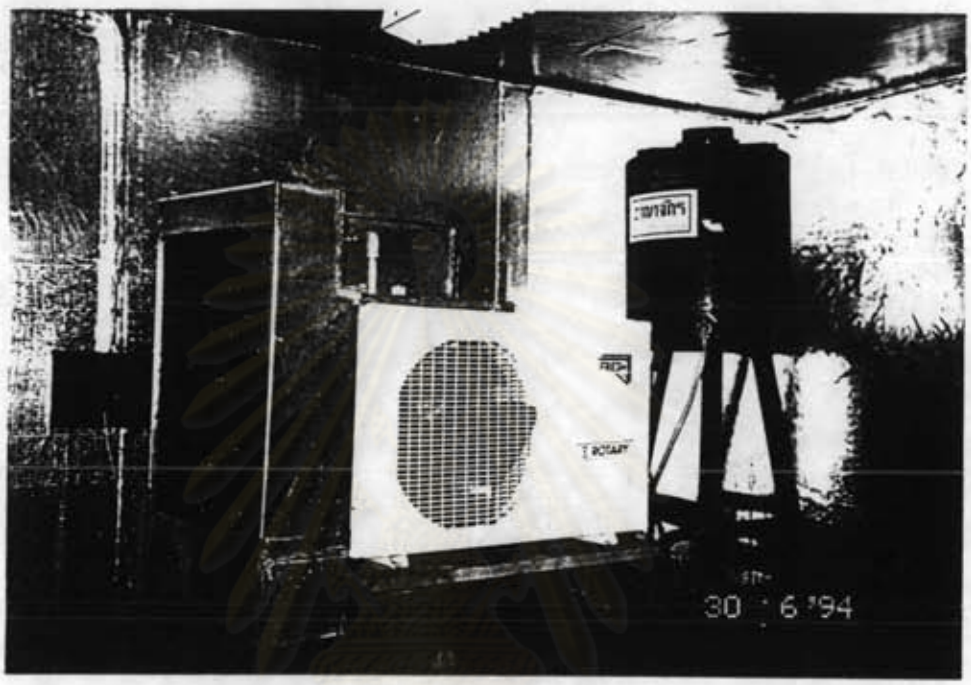


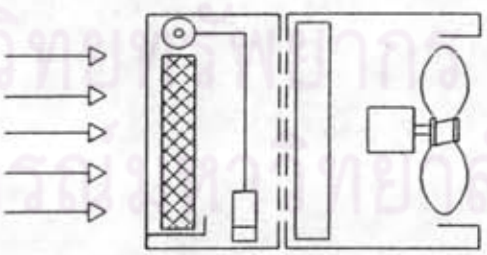
รูปที่ 17 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมตีน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบใช้วัสดุพิเศษ

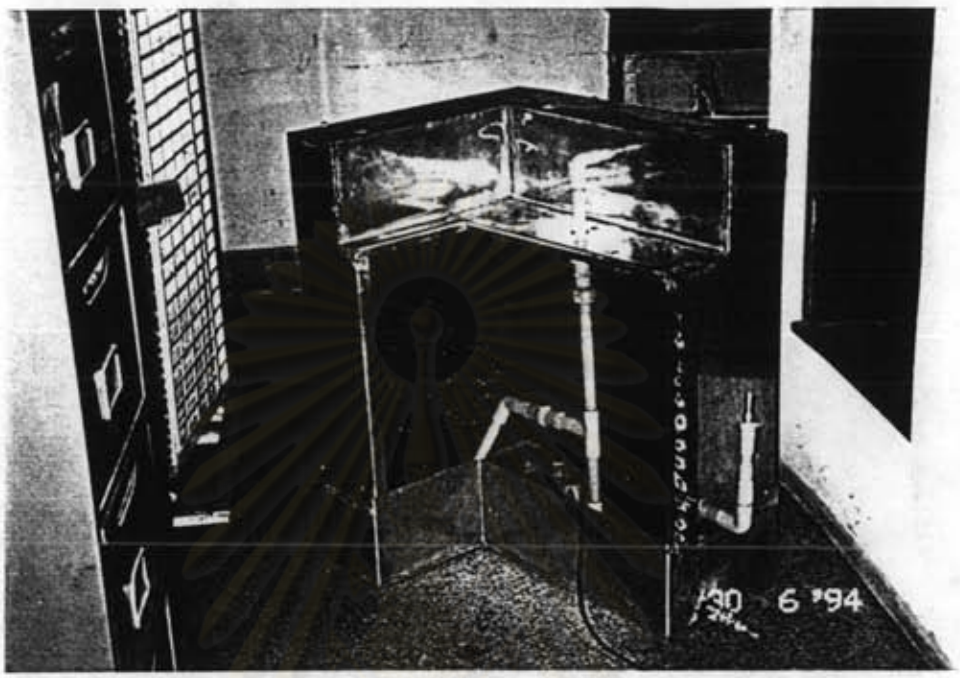
โดยติดตั้งวัสดุพิเศษไว้ที่ทางเข้าอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์ และอากาศจะผ่านวัสดุพิเศษ ซึ่งน้ำไหลผ่านพื้นที่ผิวของวัสดุพิเศษมารวมอยู่ในถาดน้ำ แล้วปั๊มน้ำขึ้นไปด้านบนวัสดุพิเศษดังรูปที่ 18





รูปที่ 18 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบใช้วัสดุพิเศษ

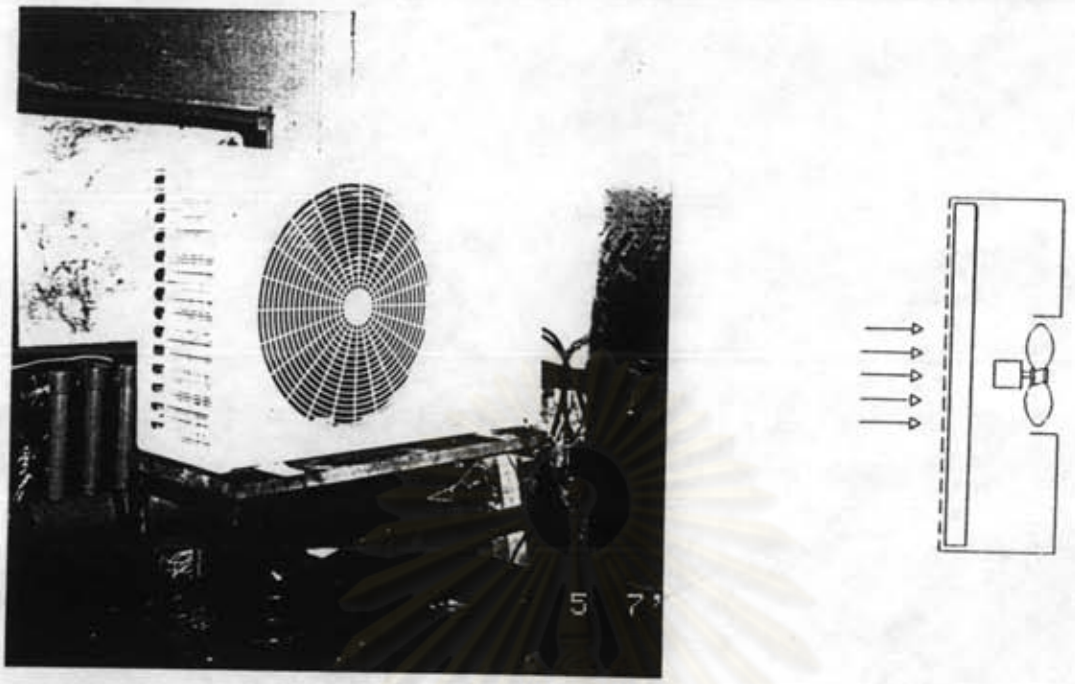
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



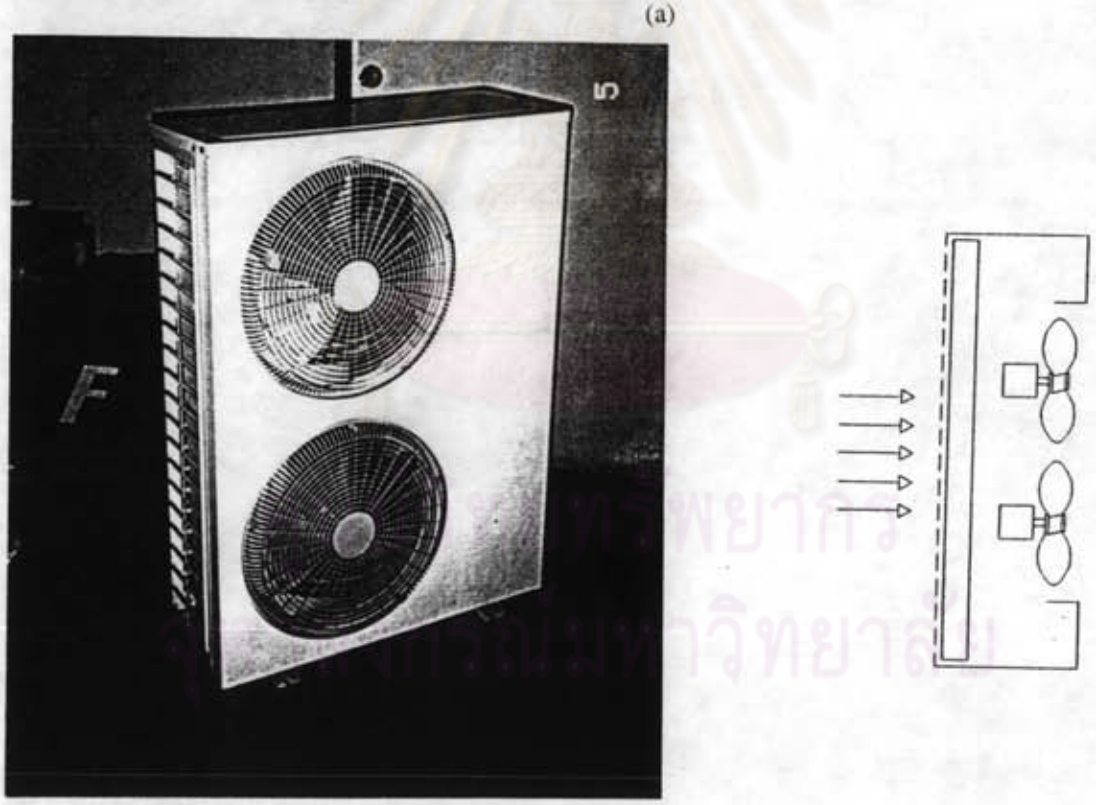
รูปที่ 19 ชุดวัสดุพิเศษที่ติดตั้งกับชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

4.5 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์เป็น 1.25 และ 2.12 เท่า

จะเหมือนกับชุดคอนเดนซิ่งยูนิต แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์จากขนาด 51x61 เซนติเมตร (1 เท่า) เป็น 55x71 เซนติเมตร (1.25 เท่า) และ 93x71 เซนติเมตร (2.12 เท่า) ส่วนความหนาเท่ากันดังรูปที่ 20(a) และรูปที่ 20(b)



(a)



(b)

รูปที่ 20 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์

(a) ขนาด 1.25 เท่า

(b) ขนาด 2.12 เท่า

เครื่องมือวัด

1. มิเตอร์วัดไฟฟ้าและกิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ ใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ

2. เทอร์โมมิเตอร์แบบวัดผิว ใช้วัดอุณหภูมิของสารทำความเย็นของความดันด้านสูงและความดันด้านต่ำ

3. แมนูโฟลเกจ ใช้วัดความดันของสารทำความเย็นด้านสูง และด้านต่ำ

4. เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์

5. เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์

6. เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศก่อนเข้าสู่อีวาโปเรเตอร์

7. เทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากอีวาโปเรเตอร์

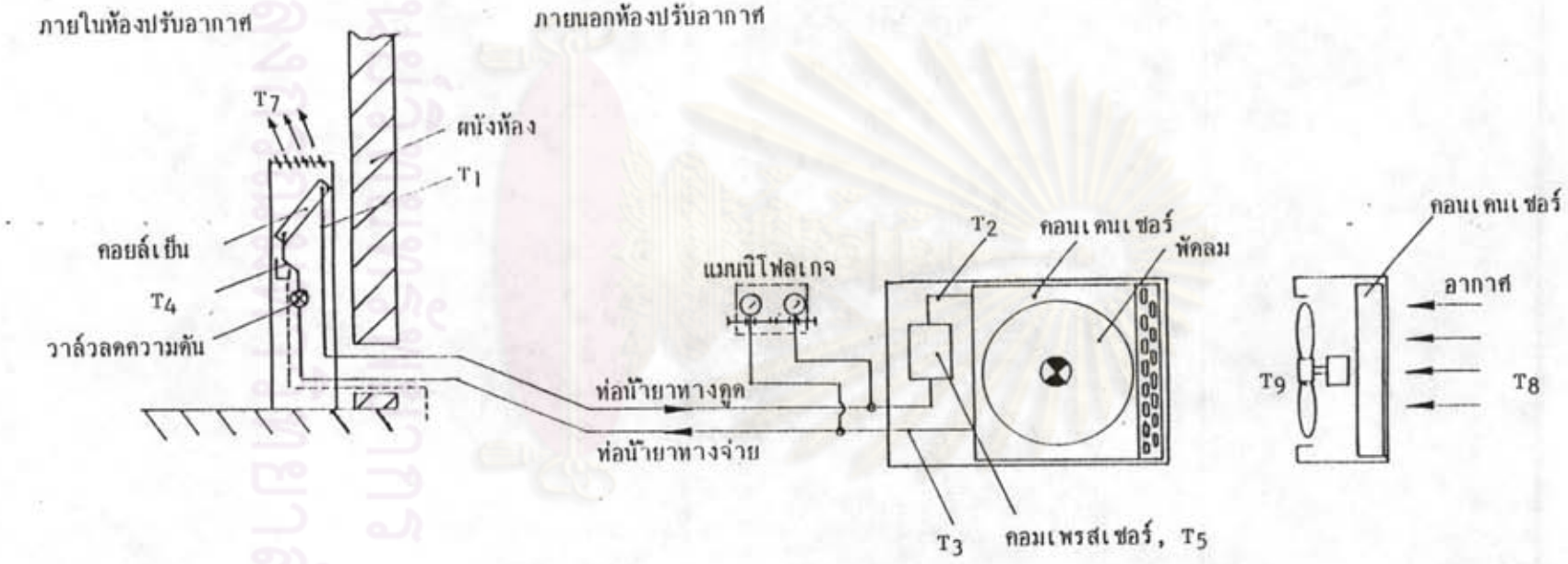
8. เทอร์โมสตาท ใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ

9. มานอมิเตอร์ ใช้วัดผลต่างความดัน เพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์

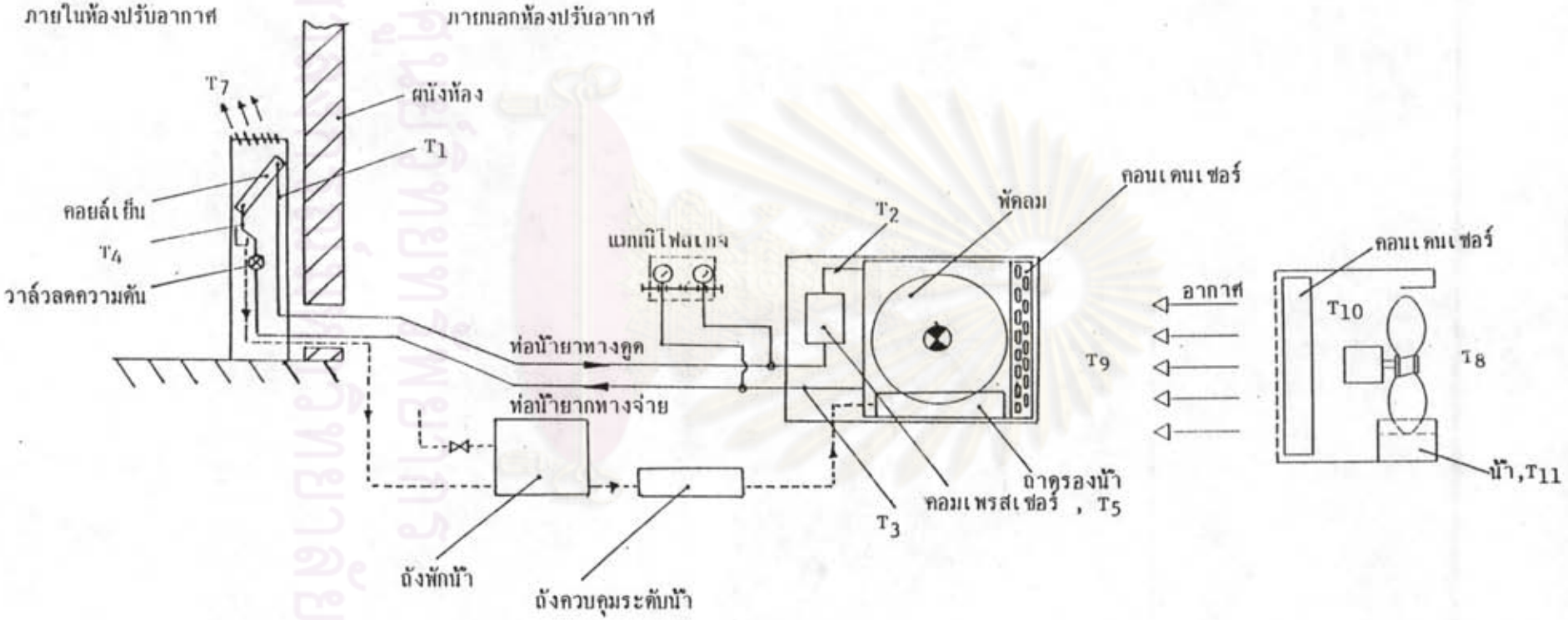
10. มานอมิเตอร์ ใช้วัดผลต่างความดัน เพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศก่อนเข้าสู่อีวาโปเรเตอร์

11. นาฬิกาจับเวลา

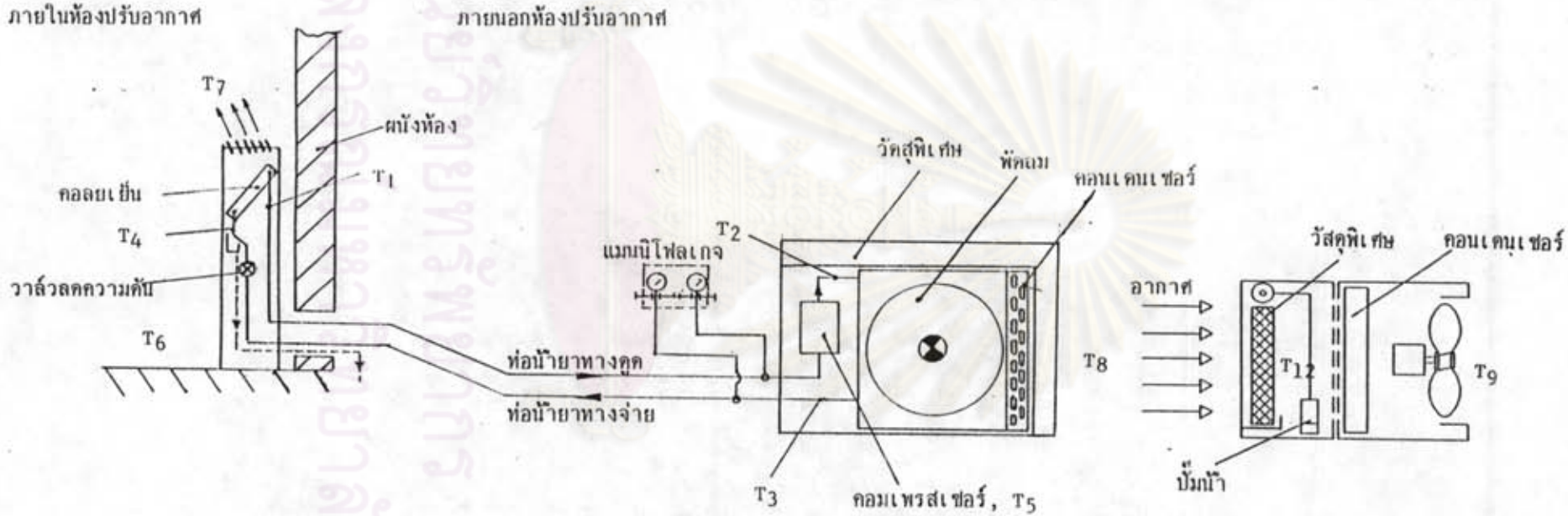
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



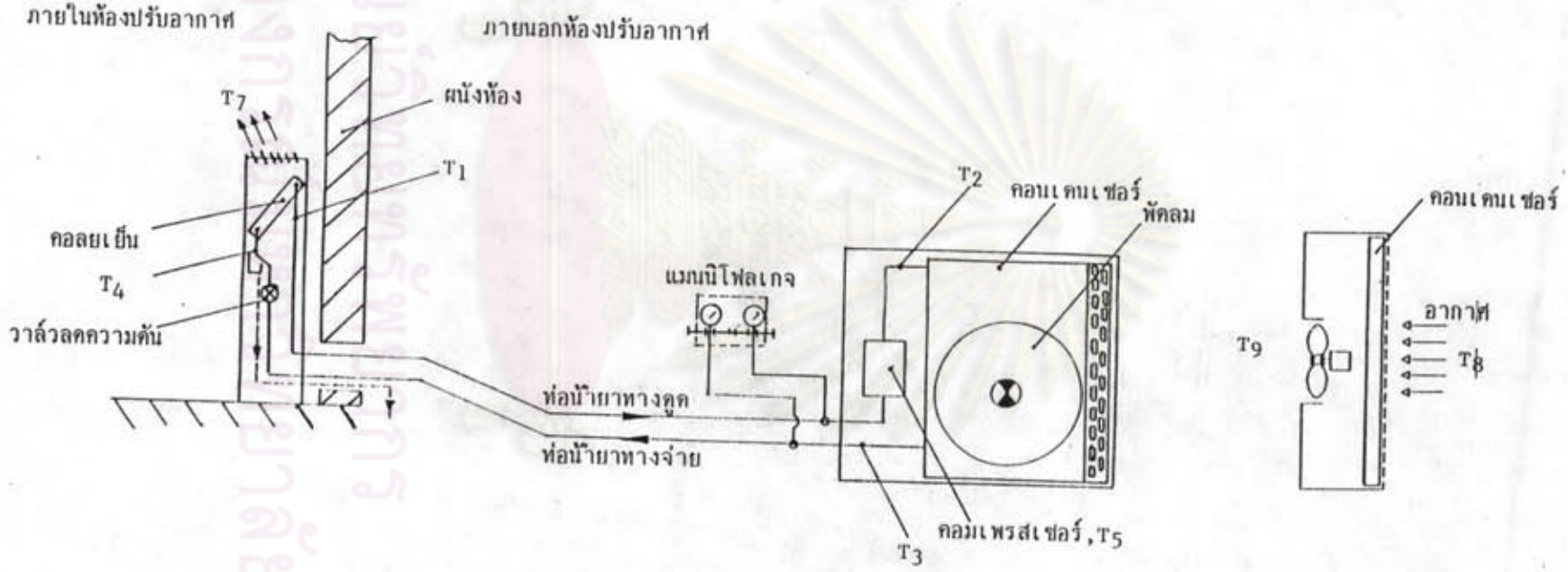
รูปที่ 21 แสดงเครื่องมือวัดเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบ



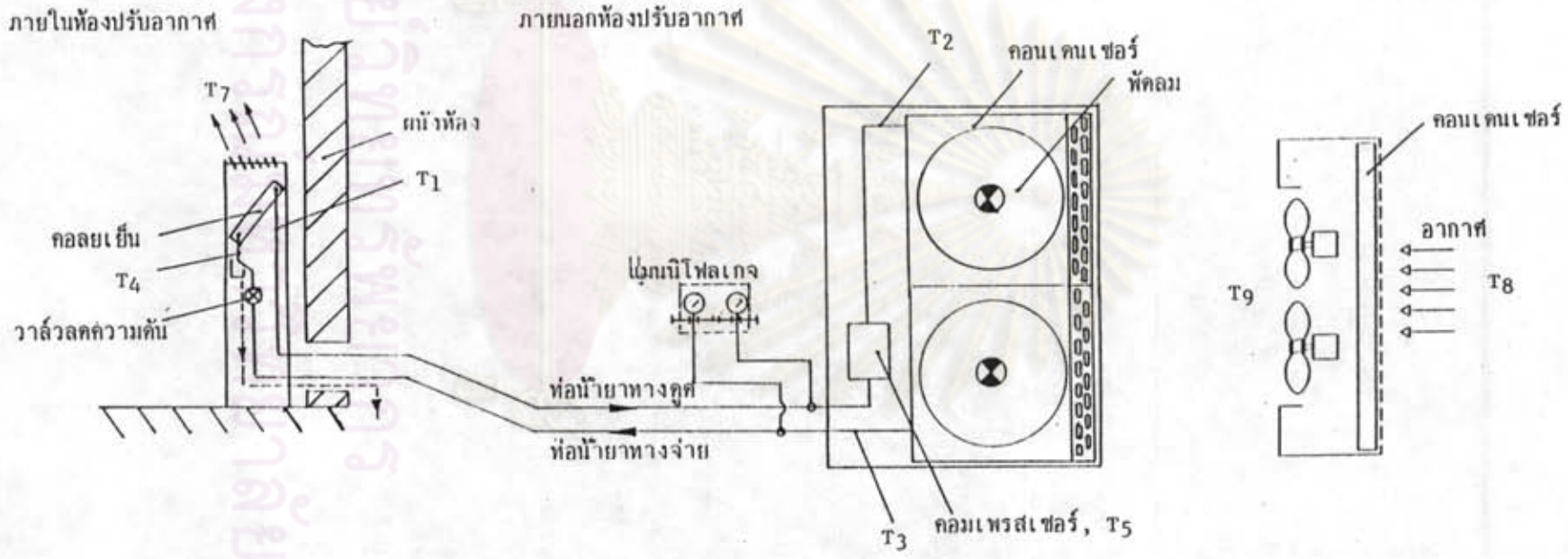
รูปที่ 22 แสดงเครื่องมือวัดเครื่องปรับอากาศ แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมดีน้ำในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบ



รูปที่ 23 แสดงเครื่องมือวัดเครื่องปรับอากาศ แบบวัสดุพิเศษในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบ



รูปที่ 24 แสดงเครื่องมือวัดเครื่องปรับอากาศ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า ในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบ



รูปที่ 25 แสดงเครื่องมือวัดเครื่องปรับอากาศ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า ในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบ

การดำเนินการทดสอบ

การทดสอบเครื่องปรับอากาศจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี และการทดสอบความเร็วอากาศ 1 วิธี ดังนี้

1. วิธี Calorimeter เป็นการทดสอบขนาดทำความเย็น และกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

2. วิธีทดสอบแบบเปรียบเทียบ เป็นการวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อเวลาของเครื่องปรับอากาศในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน

3. วิธีวัดอัตราการไหลของอากาศ เป็นการวัดอัตราการไหลของอากาศในคอนเดนซิ่งยูนิต

1. วิธี Calorimeter

เป็นวิธีแบบหนึ่งของ Direct method ใน Japanese Industriral Standard (JIS B8615-1984) ห้องทดสอบของ Calorimeter ซึ่งประกอบด้วย 2 ห้อง ด้วยกัน ห้องแรก เป็นห้องที่ใช้จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ส่วนห้องที่ 2 เป็นห้องที่ใช้จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิและความชื้นที่ทดสอบเครื่องปรับอากาศ

ภายในห้องปรับอากาศ		ภายนอกห้องปรับอากาศ	
อุณหภูมิ	ความชื้น	อุณหภูมิ	ความชื้น
27°C	55%	35°C	40%

จากรูปที่ 9 ห้องแรกจำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศจะติดตั้ง คอนเดนซิ่งยูนิตซึ่งจะระบายความร้อนออก ดังนั้น จึงต้องมีเครื่องทำความเย็นและเครื่องลดความชื้นเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ ส่วนห้องที่ 2 จำลองสภาวะอากาศภายใน ห้องปรับอากาศจะติดตั้งแฟนคอยล์ ซึ่งจะดูดความร้อนและน้ำออก ดังนั้น จึงต้องมีเครื่องทำ ความร้อนและเครื่องเพิ่มความชื้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตลอดเวลา

ในการทดสอบจะให้เครื่องปรับอากาศทำงาน โดยให้สภาวะภายในและนอก ห้องปรับอากาศคงที่เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง

การหาขนาดทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศ ดังสมการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เล่ม 2004937

$$qt_{ci} = \sum E_r + (h_{wc1} - h_{wc2})W_r + q_p + q_r \quad \text{----------(3.1)}$$

เมื่อ qt_{ci} = ขนาดทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศ, W

ΣE_r = ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมด ภายในห้องปรับอากาศ, W

h_{wc1} = เอนทาลปีของน้ำ หรือไอน้ำที่เข้าภายในห้องปรับอากาศ, J/kg

h_{wc2} = เอนทาลปีของน้ำควบแน่นที่ออกจากภายในห้องปรับอากาศ, J/kg

W_r = อัตราน้ำควบแน่นที่เครื่องส่งลมเย็น, kg/s

q_p = อัตราความร้อนรั่วไหลเข้าสู่ภายในห้องปรับอากาศ โดยผ่านผนังกั้นห้องภายนอกกับภายใน, W

q_r = อัตราความร้อนรั่วไหลเข้าสู่ภายในห้องปรับอากาศ โดยผ่านพื้นผนังและเพดาน, W

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เดินเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ โดยคอนเดนซิ่งยูนิตจะติดตั้งในห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ และแฟนคอยล์จะติดตั้งในห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ

2. เดินเครื่องต่าง ๆ โดยแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 ภายนอกห้องปรับอากาศ

2.1.1 เดิน Chiller ทิ้งไว้รอจนน้ำเย็น

2.1.2 เดินปั๊มน้ำเข้าเครื่องทำความเย็นและเปิด Solenoid valve ทั้ง 2 ตัว พร้อมทั้งเดินเครื่องลดความชื้น และพัดลม โดยควบคุมอุณหภูมิภายในห้องไว้ที่ 35C ความชื้น 40%

2.2 ภายในห้องปรับอากาศ

2.2.1 เดินเครื่องปรับอากาศร้อนโดยเปิดฮีตเตอร์อากาศ และพัดลม

2.2.2 เดินเครื่องทำความชื้นโดยใช้ฮีตเตอร์น้ำ และควบคุมอุณหภูมิภายในห้องไว้ที่ 27°C ความชื้น 55%

2.2.3 การควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้นโดยการปรับหม้อแปลงของฮีตเตอร์อากาศ และฮีตเตอร์น้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เมื่ออุณหภูมิ, ความชื้นภายในและภายนอกห้องปรับอากาศคงที่ ประมาณ1 ชั่วโมง ให้บันทึกค่าในตารางข้อมูลการทดสอบเครื่องปรับอากาศทุก ๆ 10 นาที เพื่อหาขนาดทำความเย็น พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ดังสมการที่ 3.1

4. ทำการทดลองซ้ำตามข้อที่ 1-3 โดยทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงแบบต่าง ๆ ทั้ง 4 แบบ

2. วิธีการวัดอัตราการไหลของอากาศโดยใช้หัวฉีด (Nozzle)

เป็นส่วนหนึ่งของการวัดอัตราการไหลของอากาศ ในการหาอัตราการไหลของอากาศโดยวัดผลต่างของความดันก่อนและหลังเข้าหัวฉีด (Nozzle) ซึ่งแสดงในรูปที่ 10 ใน JIS Z8762

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต โดยให้อากาศไหลเข้าทางด้านทางเข้าของหัวฉีด (Nozzle) โดยไม่ให้อากาศรั่วไหลออกมา
2. เดินเครื่องโดยการปรับ static pressure ให้เท่ากับความดันของบรรยากาศตามเดิม
3. เมื่อมีค่าคงที่แล้วให้วัดค่าอุณหภูมิของอากาศ เพื่อหาค่าปริมาตรจำเพาะของอากาศ
4. ความเร็วที่ผ่านหัวฉีด (Nozzle) ต้องมากกว่า 14 m/s
5. อ่านค่าผลต่างความดันในหัวฉีด (Nozzle)
6. คำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศ ดังสมการ

$$Q_a = 60 C_d A_n (2g \Delta P_n v_n)^{1/2} \qquad \text{----------(3.2)}$$

$$v_n = \frac{v'_n}{(1+\omega_n)} \qquad \text{----------(3.3)}$$

เมื่อ Q_a = อัตราการไหลของอากาศ, m^3/min

(ถ้าใช้หัวฉีดมากกว่า 1 ตัว ค่าอัตราการไหลรวมจะเท่ากับผลบวกของอัตราการไหลของอากาศผ่านหัวฉีด (nozzle) แต่ละตัว)

A_n = พื้นที่หน้าตัดของหัวฉีด (nozzle), m^2

g = แรงโน้มถ่วงจำเพาะ (9.80665 m/s^2)

ΔP_n = ผลต่างความดัน (mm H_2O)

v_n = ปริมาตรจำเพาะของอากาศก่อนเข้าหัวฉีด (nozzle), m^3/kg

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ω_n = อัตราส่วนความชื้นของอากาศก่อนเข้าหัวฉีด (nozzle), kg/kg of dry air

v'_n = ปริมาตรจำเพาะของอากาศก่อนเข้าหัวฉีด (nozzle), m^3/kg of dry air

C_d = Nozzle discharge coefficient C_d, หาได้จากค่า Reynolds number (Re) ของหัวฉีด (nozzle) ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดมากกว่า 127 mm. ค่า C_d จะเท่ากับ0.99 เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีดน้อยกว่า 127 mm. จะต้องคำนวณหา Re แล้วหาค่า C_d จากตารางที่ 2

$$Re = \frac{v_n D_n}{\nu} \qquad \text{----------(3.4)}$$

เมื่อ Re = Reynolds number

V_n = ความเร็วของอากาศผ่านหัวฉีด (nozzle), m/s

D_n = เส้นผ่านศูนย์กลางของหัวฉีด (nozzle), m

ν = Coefficient of kinematic viscosity, m^3/s

ตารางที่ 2 ค่า Nozzle Discharge Coefficient (C_d)

Re	C_d
50000	0.97
100000	0.98
150000	0.98
200000	0.99
250000	0.99
300000	0.99
400000	0.99
500000	0.99

3. วิธีการทดสอบแบบเปรียบเทียบ

การทดสอบแบบนี้จะใช้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน โดยแบ่งห้องทดสอบเป็น 2 ห้อง ห้องแรก จะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ ส่วนห้องที่ 2 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุง โดยที่ห้องทดสอบทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน และทดสอบในเวลาเดียวกัน ดังรูปที่ 12

สำหรับการทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าในเวลา 24 ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้เทอร์โมสตาทในการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศและไม่ใช้เทอร์โมสตาท มีวิธีทดสอบเครื่องปรับอากาศ เพื่อวัดค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 21-25 โดยนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ 3 แบบด้วยกัน คือ

แบบที่ 1 เครื่องปรับอากาศ แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงกับเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ โดยให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ

แบบที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงกับเครื่องปรับอากาศแบบลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ โดยใช้วัสดุพิเศษ

แบบที่ 3 เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงกับเครื่องปรับอากาศ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 และ 2.12 เท่า

วิธีทำการเก็บข้อมูล

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 2 ชุด และเครื่องมือวัด ดังรูปที่ 21
2. เดินเครื่องปรับอากาศพร้อมกันทั้ง 2 ชุด โดยใช้สภาพของสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน ทั้ง 2 ส่วน ซึ่งไม่ใช้เทอร์โมสตาทในการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ
3. จับเวลาขณะเริ่มต้นทำการทดสอบ
4. เก็บข้อมูลทุก ๆ 0.5 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

4.1 พลังงานที่ใช้ต่อเวลาในคอมเพรสเซอร์ พัดลมของคอนเดนซิ่งยูนิต และพัดลมของแฟนคอยล์

4.2 อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ

4.3 ความดันของสารทำความเย็นที่ด้านต่ำและด้านสูง

4.4 ความเร็วรอบของพัดลม

ส่วนการทดสอบแบบที่ 1 จะเพิ่มการวัดค่าอัตราการใช้น้ำ และแบบที่ 2 นั้น จะเพิ่มการวัดค่าอัตราการไหลของน้ำ และพลังงานไฟฟ้าต่อเวลาของปั๊มน้ำ

5. ทำการทดสอบซ้ำตามข้อ 1-4 โดยทดสอบเหมือนเดิมทั้ง 3 แบบ
6. ติดตั้งเทอร์โมสตาท ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 24°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 18.5°C
7. ทำการทดสอบซ้ำตามข้อ 1-4 โดยทดสอบเหมือนเดิมทั้ง 3 แบบ
8. เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าในเวลา 24 ชั่วโมงที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ