# บทที่ 4
# การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer programming)

ในการศึกษาถึงระเบียบวิธีการกำจัดของเกาส์ หรือระเบียบวิธีในการหาค่าสูงสุดนั้น ความเข้าใจในการประดิษฐ์ และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าความเข้าใจทางทฤษฎีของระเบียบวิธีดังกล่าว สมการต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังที่ได้แสดงไว้ในบทก่อนหน้านี้นั้นสามารถนำไปประดิษฐ์เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดต่างๆ กันโดยผู้ใช้เพียงเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้เหมาะสมก่อนป้อนข้อมูลนั้นเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการคำนวณ สำหรับประสิทธิภาพของการคำนวณภายในตัวโปรแกรมนี้นั้นให้ความเชื่อมั่นต่อผลคำตอบเพียงพอที่จะใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นสำหรับการเลือกตัดสินใจ เพราะกรรมวิธีที่ใช้ในการโปรแกรมดังกล่าวนี้ได้รับการพิสูจน์มาแล้วพอสมควรและมีความเหมาะสมที่จะใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ส่วนขนาดของโปรแกรมนั้นก็มีขีดความสามารถเพียงพอที่จะรองรับปัญหาขนาดเล็กตั้งแต่เรื่องการศึกษาวิจัยไปจนถึงปัญหาขนาดกลางที่พบกันได้ทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม

## 4.1 ลักษณะของปัญหาเพื่อประดิษฐ์โปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานี้นั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือตัดสินใจเบื้องต้นที่จะใช้เลือกผลิตชุดปรับอากาศ ซึ่งพิจารณาจากค่าสูงสุดของสมรรถนะต่อราคาต้นทุนของชุดปรับอากาศ โดยที่มีการกำหนดเลือกคอมเพรสเซอร์ไว้แล้ว ภายใต้ขอบเขตของตัวแปรต่างๆ ของชุดปรับอากาศจำนวน 14 ตัวแปร ดังจะได้เสนอต่อไปในหัวข้อที่ 4.3 โดยที่จำนวนตัวแปรทั้ง 14 ตัวนี้ได้พิจารณาเลือกแล้วว่ามีผลกระทบต่อผลเป้าหมายตามที่ต้องการมากที่สุด และมีพิกัดขอบเขตของตัวแปรตัดสินใจที่เลือกมาจากผู้ผลิตหลายๆ แห่งที่เชื่อถือได้

4.2 ลักษณะของโปรแกรม

ในหัวข้อย่อยนี้จะทำการศึกษาขั้นตอนการประดิษฐ์ Optimization โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้แก้ปัญหาดังกล่าว โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้ตั้งชื่อให้ว่า OPTIMIZ โดยจะประกอบด้วยโปรแกรมหลักและหลายโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ต่างๆกัน ลักษณะขั้นตอนที่สำคัญของโปรแกรมนี้ประกอบด้วย

ก) การเริ่มทำงานโดยอ่านข้อมูลของปัญหา เช่น จำนวนข้อมูล, คุณสมบัติของคอมเพรสเซอร์ และลักษณะรูปร่างขนาดของคอยล์ที่ใช้ในการคำนวณต่างๆ ซึ่งจะเป็นการอ่านในช่วงแรกของโปรแกรมหลัก [MAIN PROGRAM]

ข) ทำการคำนวณหาแบบจำลองของฟังก์ชันการทำความเย็น, พลังงาน และอัตราการไหลของน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ ด้วยวิธีผลต่างกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) จากข้อมูลของคอมเพรสเซอร์ของข้อ (ก) โดยจะเรียกใช้โปรแกรมย่อยหลัก 2 โปรแกรม คือ

1. โปรแกรมย่อย [REGRESS] ซึ่งประกอบด้วย
   - โปรแกรมย่อย [GAUSS]
   - โปรแกรมย่อย [SCALE]
   - โปรแกรมย่อย [PIVOT]
2. โปรแกรมย่อย [RTEST]

ค) พิมพ์ผลลัพธ์ซึ่งได้แก่ สัมประสิทธิ์ค่าคงที่ของสมการจำลองฟังก์ชันภาระการทำความเย็น, พลังงาน และอัตราการไหลของน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ ในรูปของอุณหภูมิระเหย ($t_e$), อุณหภูมิควบแน่น ($t_c$) และค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ($R^2$) ของฟังก์ชันทั้งสองตามลำดับ

ง) กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรตัดสินใจทั้งหมดที่เลือกใช้ภายในขอบเขตของอสมการขอบข่ายที่กำหนดให้ในโปรแกรมหลัก [MAIN PROGRAM]

จ) ทำการคำนวณหาค่าสูงสุดของฟังก์ชันเป้าหมายโดยทำการเรียกใช้โปรแกรมย่อย [CONSX] ซึ่งประกอบไปด้วย 3 โปรแกรมย่อยคือ

1. โปรแกรมย่อย [CHECK]

2. โปรแกรมย่อย [CENTR]

3. โปรแกรมย่อย [FUNC]

ฉ) พิมพ์ผลลัพธ์คุณลักษณะของคอยล์ด้านอีวาโปเรเตอร์ และคอนเดนเซอร์ลงในไฟล์ที่ผู้ใช้กำหนด

ลำดับขั้นตอนต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาตั้งแต่ข้อ (ก) จนถึงข้อ (ฉ) สามารถสรุปได้ดังรูป (4.1) ส่วนลักษณะรายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้แสดงไว้ ในภาคผนวก ข. เพื่อความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมดังกล่าว ซึ่งสามารถที่จะทำความเข้าใจในหน้าที่ของโปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อยต่างๆ ดังจะอธิบายถึงต่อไปนี้

**โปรแกรมหลัก** [MAIN PROGRAM]

โปรแกรมหลักจะเริ่มต้นจากการตั้งค่าที่สูงสุดของจำนวนข้อมูลของคอมเพรสเซอร์ (MXDATA) และค่าของตัวเลขสุ่ม (Random Number) จำนวน N+2 ชุดตัวแปรตัดสินใจจากโปรแกรมย่อย [RAND]

โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยให้ผู้ใช้พิมพ์ชื่อไฟล์ข้อมูลของปัญหา ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณ อาทิเช่น คำนวณสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2$) ของฟังก์ชันภาระการทำความเย็น, พลังงาน และอัตราการไหลของน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ตามลำดับ

จากนั้นทำการกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับตัวแปรตัดสินใจชุดแรกโดยให้อยู่ภายในช่วงขอบเขตของอสมการขอบข่าย หลังจากนั้นจะกำหนดค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหลือทั้งหมดอีก k-2 ชุดจากค่าของตัวเลขสุ่มซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แล้วทำการเรียกโปรแกรมย่อย [CONSX] เพื่อทำการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชันเป้าหมายภายใต้อสมการขอบข่ายต่างๆ แล้วจึงพิมพ์ค่าผลลัพธ์ของตัวแปรตัดสินใจต่างๆ ออกมา

**โปรแกรมย่อย RAND** [Subroutine RAND]

มีหน้าที่ในการสร้างชุดตัวเลขจากการสุ่มค่าจำนวน N+2 ชุดตัวแปรตัดสินใจ จากเลขสัญญาณนาฬิกาของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในอัตราส่วนขนาด 1 ส่วน 100 วินาที ทำให้

ได้ชุดตัวเลขสุ่มที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ที่ไม่ซ้ำกันกระจัดกระจายอยู่ในบริเวณอสมการขอบเขตที่กำหนด

**โปรแกรมย่อย REGRESS** [Subroutine REGRESS]

โปรแกรมย่อย [REGRESS] เป็นโปรแกรมที่อยู่ในโปรแกรมหลักมีหน้าที่รับเอาข้อมูลของคอมเพรสเซอร์ได้แก่ ความสามารถทำความเย็น, พลังงาน, อัตราการไหลของน้ำยา, อุณหภูมิระเหย และอุณหภูมิควบแน่นของน้ำยา R-22 ที่อ่านเข้ามาในโปรแกรมหลักช่วงแรกมาทำการจัดรูปแบบให้เป็นระบบสมการเชิงเส้น ด้วยวิธีผลต่างกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อจำลองเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 3 แล้วจึงทำการเรียกโปรแกรมย่อย [GAUSS] เพื่อแก้ระบบสมการดังกล่าว

**โปรแกรมย่อย GAUSS** [Subroutine GAUSS]

โปรแกรมย่อย [GAUSS] มีหน้าที่แก้ระบบสมการเชิงเส้นที่รับระบบสมการมาจากโปรแกรมย่อย [REGRESS] เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ของฟังก์ชันการทำความเย็น, ฟังก์ชันพลังงาน และฟังก์ชันอัตราการไหลของน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ ด้วยระเบียบวิธีการกำจัดแบบเกาส์ที่ได้เสนอไว้ก่อนนี้ โดยที่โปรแกรมย่อยดังกล่าวนี้นั้นยังประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อย [PIVOT] และโปรแกรมย่อย [SCALE]

โปรแกรมย่อย [PIVOT] จะทำหน้าที่เลือกตัวหลัก (Pivoting) ในระบบสมการเชิงเส้นดังกล่าวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการหารด้วยเลขศูนย์ในขั้นตอนการกำจัดไปข้างหน้าของระเบียบการกำจัดแบบเกาส์ เพราะถ้าค่าของสัมประสิทธิ์ใดๆในแนวเฉียงของเมตริกซ์จัตุรัสมีค่าเป็นศูนย์แล้วระเบียบการกำจัดแบบเกาส์จะไม่สามารถดำเนินต่อไปได้

ในขณะที่โปรแกรมย่อย [SCALE] มีหน้าที่จัดสเกลปรับค่าสัมประสิทธิ์ของสมการต่างๆ ถ้าหากมีค่าที่แตกต่างกันมากเพื่อป้องกันมิให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลคำตอบมากนัก กล่าวคือจะทำการหารตลอดทุกๆ สมการด้วยสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสูงสุดของสมการนั้น ซึ่งจะช่วยก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

โปรแกรมย่อย **RTEST** [Subroutine RTEST]

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($R^2$) ของฟังก์ชันการทำความเย็น ,ฟังก์ชันพลังงาน และฟังก์ชันอัตราการไหลของน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงระหว่างสมการจำลองทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลด้านคอมเพรสเซอร์ของผู้ผลิต โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจดังกล่าวนี้นั้นมีความสัมพันธ์ตามสมการ (3.5) ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

โปรแกรมย่อย **CONSX** [Subroutine CONSX]

โปรแกรมย่อย CONSX มีหน้าที่คำนวณและเปรียบเทียบค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) ด้วยการปรับค่าของตัวแปรตัดสินใจที่อยู่ภายในขอบเขตของอสมการขอบข่าย (Constrains) ตามทฤษฎีที่ได้กล่าวมา โดยการเรียกใช้โปรแกรมย่อยจำนวน 3 โปรแกรมมาทำงานซึ่งได้แก่ โปรแกรมย่อย [CHECK] , โปรแกรมย่อย [CENTR] , โปรแกรมย่อย [FUNC] รายละเอียดของโปรแกรมดังกล่าวจะได้กล่าวถึงต่อไป

ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย [CONSX] จะประกอบด้วย

1. คำนวณค่าของตัวแปรตัดสินใจตั้งแต่ชุดที่ 1 ถึง k-2 จากค่าของตัวเลขสุ่มที่เลือกสุ่มด้วยโปรแกรมย่อย [RAND] ตามความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้

$$x_{i,j} = G_j + r_{i,j}(H_i - G_i)$$
$$i = 1, 2, ....., n$$
และ $j = 1, 2, ....., k-2$

โดยที่ $r_{i,j}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1

2. ทำการตรวจสอบค่าของตัวแปรตัดสินใจที่ได้จากข้อ (1) ว่าอยู่ในขอบเขตของอสมการขอบข่ายที่กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยโปรแกรมย่อย [CHECK] ซึ่งสามารถที่จะทำการตรวจสอบและปรับค่าตัวแปรได้ด้วย

3. นำค่าตัวแปรตัดสินใจจากข้อ (2) ที่ตรวจสอบหรือปรับค่าแล้วมาแทนค่าลงในฟังก์ชันเป้าหมายด้วยการเรียกโปรแกรมย่อย [FUNC] คำนวณหาผลลัพธ์

4. นำค่าของฟังก์ชันเป้าหมายจากข้อ (3) จำนวน k ชุด มาทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาว่าชุดใดให้ค่าสูงสุดและต่ำสุดซึ่งจะแสดงเป็นขั้นตอนไว้ในไดอะแกรม 3.1 ซึ่ง

ประกอบไปด้วยขั้นตอนการตรวจสอบและปรับค่าตัวแปรด้วยโปรแกรมย่อย [CHECK] และโปรแกรมย่อย [CENTR] ตามลำดับและส่งค่าที่ปรับไปให้โปรแกรมย่อย [CONSX] ต่อไป

**โปรแกรมย่อย CENTR** [Subroutine CENTR]

โปรแกรมย่อย [CENTR] เป็นองค์ประกอบหนึ่งอยู่ในโปรแกรมย่อย [CONSX] และโปรแกรมย่อย [CHECK] มีหน้าที่คำนวณค่าเฉลี่ยของชุดตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$\bar{x}_{i,c} = \frac{1}{k-1}\left[\sum_{j=1}^{k} x_{i,j} - x_{i,j}(\text{old})\right] \quad , i = 1, 2, \ldots, n$$

**โปรแกรมย่อย FUNC** [Subroutine FUNC]

โปรแกรมย่อย [FUNC] เป็นโปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมย่อย [CONSX] ซึ่งมีหน้าที่รับเอาค่าตัวแปรตัดสินใจมาทำการคำนวณหาค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย ภายในตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยสมการต่างๆ ที่จะคำนวณหาคุณสมบัติของคอยล์ทั้งทางด้านอีวาโปเรเตอร์ และคอนเดนเซอร์ จากค่าของตัวแปรตัดสินใจต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย

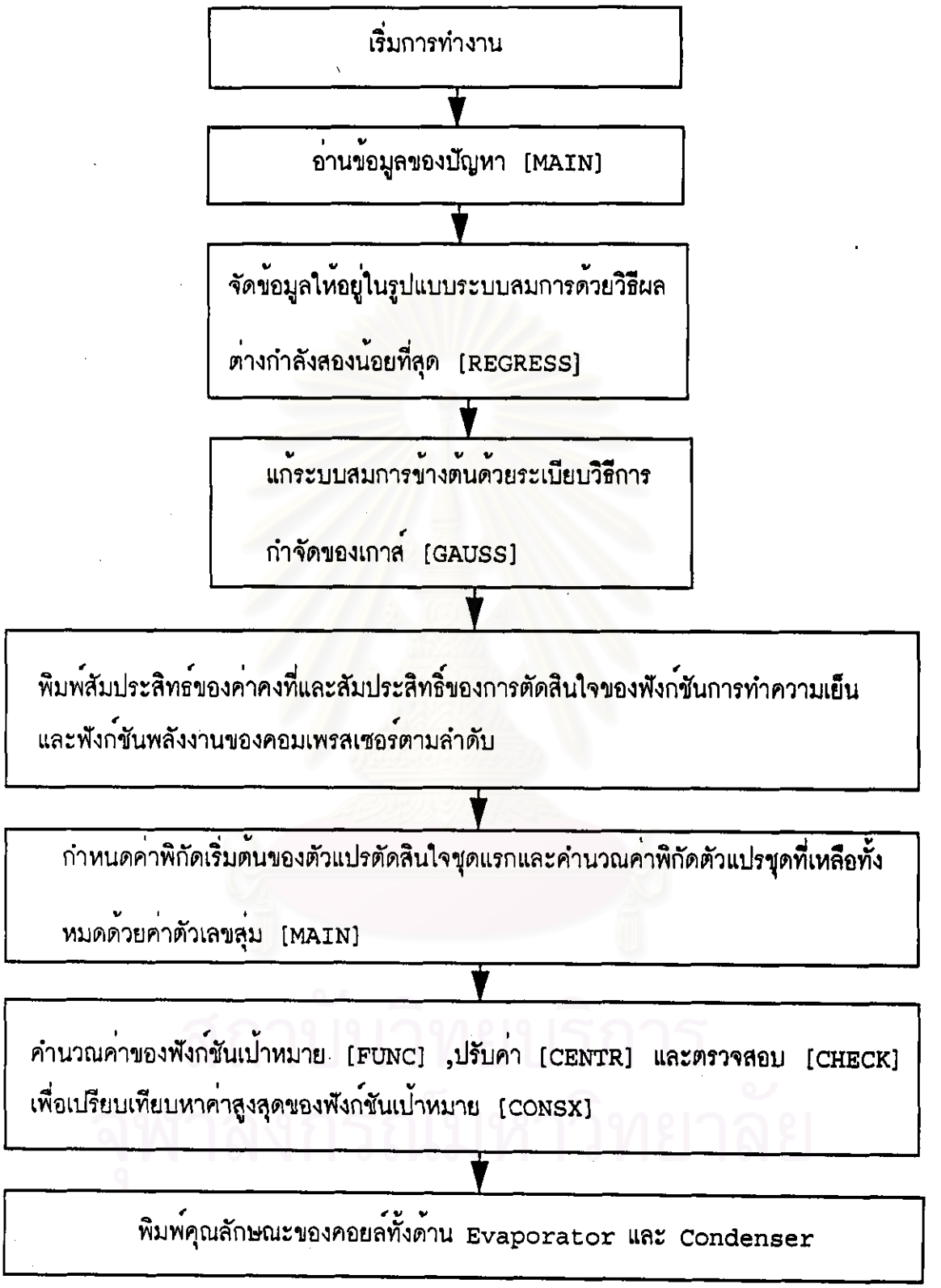
1. คุณสมบัติทางกายภาพของอากาศและน้ำยา R-22
2. ตัวแปรไร้มิติเช่น Reynold number ,Prandl number ,Grazt number
3. พื้นที่ผิวของท่อและครีบระบายความร้อน
4. ความสามารถของการทำความเย็นและการระบายความร้อน
5. พลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายอากาศ
6. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทางด้านน้ำยา, อากาศและเนื้อโลหะ
7. ประสิทธิภาพของครีบระบายความร้อน ฯลฯ

โดยที่รายละเอียดต่างๆ ของความสัมพันธ์ของสมการดังที่กล่าวมานั้นได้แสดงไว้ในบทที่ 2 สำหรับตัวอย่างการคำนวณคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าวนั้น แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ.

โปรแกรมย่อย **CHECK** [Subroutine CHECK]

โปรแกรมย่อย [CHECK] เป็นองค์ประกอบหนึ่งของโปรแกรมย่อย [CONSX] ซึ่งจะมีหน้าที่ในการตรวจสอบ และทำการปรับพิกัดของตัวแปรตัดสินใจให้อยู่ภายในอสมการขอบเขตด้วยเงื่อนไขดังนี้ ถ้าตัวแปรตัดสินใจที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นมีค่าต่ำกว่าขอบเขตล่าง ($G_k$) หรือขอบเขตบน ($H_k$) ของอสมการขอบเขต ทำการปรับตัวแปรตัดสินใจดังกล่าวตามวิธีการที่แสดงไว้ในขั้นตอนของข้อ (ข) หัวข้อ (3.9)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูป 4.1 ลักษณะขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

คำในวงเล็บ [ ] ระบุชื่อของโปรแกรมย่อยที่ทำการคำนวณนั้น

4.3 ลักษณะข้อมูลที่โปรแกรมต้องการ

ลักษณะของข้อมูลที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องการ นั้นสามารถจำแนกออกเป็น 3 ส่วนย่อยได้ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 แสดงคุณลักษณะของคอมเพรสเซอร์

บรรทัดที่ 1 คำระบุจำนวนข้อมูลของคอมเพรสเซอร์ = จำนวนข้อมูล (n)

บรรทัดที่ 2 คำระบุลำดับของข้อมูล, ภาระทำความเย็น (w), พลังงาน (w), อัตราการไหลของน้ำยา (kg/h), อุณภูมิระเหย (°C) และอุณหภูมิควบแน่น (°C) ของน้ำยาเรียงตามลำดับ

บรรทัดที่ 3-n ค่าตัวแปรที่ระบุไว้ตามบรรทัดที่ 2 โดยเว้นระยะห่างระหว่างค่าตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งช่องตัวอักษรและอยู่ภายในบรรทัดเดียวกัน

ส่วนที่ 2 ประโยคอธิบายกำกับลักษณะคุณสมบัติของชุดคอยล์

บรรทัดที่ 1-7 คำระบุชื่อตัวแปรตัดสินใจด้านอีวาโปเรเตอร์ (ค่าขอบเขตที่แนะนำ) = ค่าตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนด

บรรทัดที่ 8-14 คำระบุชื่อตัวแปรตัดสินใจด้านคอนเดนเซอร์ (ค่าขอบเขตที่แนะนำ) = ค่าตัวแปรที่ผู้ใช้กำหนด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลของต้นทุนในการผลิต

บรรทัดที่ 15 คำระบุสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของอีวาโปเรเตอร์

บรรทัดที่ 16 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ระบุในบรรทัดที่ 15

บรรทัดที่ 17 คำระบุสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของคอนเดนเซอร์

บรรทัดที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ระบุในบรรทัดที่ 17

บรรทัดที่ 19 คำระบุสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันต้นทุนการผลิตของคอมเพรสเซอร์

บรรทัดที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ระบุในบรรทัดที่ 19

บรรทัดที่ 21 คำระบุสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันกำลังงานพัดลมด้านอีวาโปเรเตอร์

บรรทัดที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ระบุในบรรทัดที่ 21

บรรทัดที่ 23 คำระบุสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันกำลังงานพัดลมด้านคอนเดนเซอร์

บรรทัดที่ 24 ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่ระบุในบรรทัดที่ 24

<u>หมายเหตุ</u> 1) ค่าของตัวแปรตัดสินใจในส่วนที่ 2 นับตั้งแต่บรรทัดที่ 1-14 นั้นผู้ใช้สามารถระบุเป็นค่าคงที่ (ค่าตัวแปรชุดแรกและชุดที่สองมีค่าเท่ากัน) หรือกำหนดเป็นค่าผันแปรก็ได้ โดยที่ต้องทำการเว้นระยะห่างระหว่างชุดตัวแปรทั้งสองอย่างน้อยหนึ่งตัวอักษรและอยู่ภายในบรรทัดเดียวกัน

2) ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันต้นทุนในการผลิตของส่วนที่ 3 ในบรรทัดที่ 16 , 18 และ 20 นั้นสามารถเลือกกำหนดได้ 3 กรณีดังนี้

- กรณีที่เลือกใช้ฟังก์ชันต้นทุนการผลิตที่กำหนดโดยโปรแกรมเองต้องกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันดังกล่าวทั้งหมดเท่ากับ 1

- กรณีที่เลือกกำหนดค่าเองนั้นให้ระบุค่าสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 ค่าอยู่ภายในบรรทัดเดียวกันเว้นระยะห่างอย่างน้อย 1 ช่องตัวอักษร

- กรณีที่เลือกฟังก์ชันเป้าหมายให้อยู่ในรูปของสมรรถนะของการทำความเย็น (EER) ให้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดเท่ากับ 0

3) ค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันกำลังงานพัดลมของส่วนที่ 3 ในบรรทัดที่ 22 และ 24 นั้นสามารถเลือกกำหนดได้ 3 กรณีดังนี้

- กรณีที่เลือกใช้ฟังก์ชันกำลังงานของพัดลมที่กำหนดโดยโปรแกรมเอง ต้องกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันดังกล่าวทั้งหมดเท่ากับ 1

- กรณีที่เลือกกำหนดเองนั้นให้ระบุค่าสัมประสิทธิ์ทั้ง 4 ค่าอยู่ภายในบรรทัดเดียวกันเว้นระยะห่างอย่างน้อย 1 ช่องตัวอักษร

- กรณีที่ไม่ต้องการรวมเอากำลังงานพัดลมไว้ในผลของการทำความเย็น ให้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดเท่ากับ 0

4) ค่าของขอบเขตตัวแปรของการตัดสินใจทั้งหมด 14 ตัวแปรที่แนะนำให้ใช้ (recommend range) นั้นได้จากการสำรวจเครื่องปรับอากาศที่มีภาระการทำความเย็นตั้งแต่ 3,500 ถึง 8,790 วัตต์ของผู้ผลิตที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้หลายๆ บริษัท

<u>ตัวอย่าง</u> เราจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อทำการเลือกผลิตชุดทำความเย็น(Fan coil unit) และชุดระบายความร้อน(Condensing unit)ด้วยการเลือกใช้คอมเพรสเซอร์จากผู้ผลิตซึ่งมีข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ข. โดยมีข้อมูลตามที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องการ และทำการกำหนดเลือกใช้ตัวแปรตัดสินใจต่างๆ ที่จะทำให้สมรรถนะต่อต้นทุน ของชุดทำความเย็นดังกล่าวมีค่าสูงสุด

สำหรับขั้นตอนในการเลือกกำหนดตัวแปรตัดสินใจนั้นสามารถทำได้ด้วยการกำหนดเป็นค่าผันแปร คือค่าเริ่มต้นเป็นค่าพิกัดต่ำสุดและค่าถัดมาเป็นค่าพิกัดสูงสุด หรือถ้าจะทำการกำหนดให้เป็นค่าคงที่ก็ได้ โดยการกำหนดให้ค่าเริ่มต้นและค่าถัดมามีค่าเท่ากัน

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้มีขีดความสามารถในการกำหนดเลือกตัวแปรตัดสินใจได้จำนวน 14 ตัวแปร ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชุดตัวแปร โดยที่ตัวแปรชุดแรกจะประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 7 ตัวแปรที่เป็นส่วนของชุดทำความเย็น(อีวาโปเรเตอร์) ส่วนตัวแปรชุดที่สองอีกจำนวน 7 ตัวแปรนั้นเป็นส่วนของชุดระบายความร้อน(คอนเดนเซอร์)

ลักษณะของข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหาดังกล่าวเพื่อใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้สมมุติว่าให้บรรจุอยู่ในไฟล์ชื่อ ''DATA1.DAT'' ซึ่งแสดงในรูป(4.2) โดยประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

```
Number of data point of compressor = 9
Data Pt.    Capacity     Power  Refrig. flow    te    tc
   1         3835.4       900       76.66        5    40
   2         4590.8       910       93.33       10    40
   3         5520.7       920      111.66       15    40
   4         3382.2      1100       73.33        5    50
   5         4067.9      1110       89.17       10    50
   6         4887.3      1140      105.00       15    50
   7         2905.6      1280       70.00        5    60
   8         3592.5      1300       92.50       10    60
   9         4279.4      1350      101.67       15    60

COIL CONFIGURATION (RECOMMEND RANGE)                  RANGE
Evaporating Temperature(1.00-8.00) °C          =  1.00   8.00
Condensing Temperature(48.00-60.00) °C         = 48.00  60.00
Outside diameter tube of evap.(9.50-11.00) mm. =  9.50  11.00
Longitudinal pitch of evap.(23.00-25.00) mm.   = 23.00  25.00
Transverse pitch of evap.(23.00-28.00) mm.     = 23.00  28.00
```

```
Rows deep of evaporator(2.00-3.00)                = 2.00   3.00
Coils per row of evaporator(10.00-12.00)          = 10.00  12.00
Fins per inch of evaporator(14.0-15.00)           = 14.00  15.00
Outside diameter tube of cond.(9.50-11.00) mm.    = 9.50   11.00
Longitudinal pitch of cond.(23.00-25.00) mm.      = 23.00  25.00
Transverse pitch of cond.(23.00-28.00) mm.        = 23.00  28.00
Rows deep of condenser(1.00-2.00)                 = 1.00   2.00
Coils per row of condenser(20.0-28.00)            = 20.00  28.00
Fins per inch of condenser(14.0-15.00)            = 14.00  15.00
coeff. of evaporator cost(ce)     ce1   ce2   ce3
                                   1     1     1
coeff. of condenser cost(cc)      cc1   cc2   cc3
                                   1     1     1
coeff. of compressor cost(cm)     cm1   cm2   cm3
                                   1     1     1
coeff. of evap. fan power(pe)     pe1   pe2   pe3   pe4
                                   1     1     1     1
coeff. of cond. fan power(pc)     pc1   pc2   pc3   pc4
                                   1     1     1     1
Description of function & variable
evap. cost function(Bath)   = ce1 + ce2*(ATe**ce3)
cond. cost function(Bath)   = cc1 + cc2*(ATc**cc3)
evap. fan power func.(w)    = pe1 + pe2*QAe + pe3*QAe**2
                              + pe4*QAe**3
cond. fan power func.(w)    = pc1 + pc2*QAc + pc3*QAc**2
                              + pc4*QAc**3
evap. = evaporator
cond. = condenser
ATe   = total air-side area of evap. (Sq.m)
ATc   = total air-side area of cond. (Sq.m)
Qae   = air flow rate of evap. (cu.m/sec)
Qac   = air flow rate of cond. (cu.m/sec)
```

รูป 4.2 ตัวอย่างข้อมูลป้อนเข้าในไฟล์ "DATA1.DAT"

เมื่อผู้ใช้เริ่มทำการคำนวณโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะถามชื่อไฟล์ข้อมูลและชื่อไฟล์ที่จะใช้บรรจุผลลัพธ์ของคุณสมบัติต่างๆ ของคอยล์ทั้งหมด ซึ่งผู้ใช้จะพิมพ์ตอบอาจจะตั้งชื่อไฟล์นี้เป็น "OUTPUT1.OUT" จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มคำนวณตามขั้นตอนดังที่ได้อธิบายในหัวข้อย่อยที่ 4.2 จนการคำนวณสิ้นสุดลง ขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวจะปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ดังแสดงในรูป 4.3

```
c:>OPTMIZ  <ENTER>
Please enter the input file name : C:DATA1.DAT
Select output destination :
1. Screen
2. Text file
Enter 1 or 2  : 2  <ENTER>
Please enter output file name : C:OUTPUT1.OUT <ENTER>

*** SOLVING A SET OF SIMULTANEOUS EQUATIONS
    FOR COEFFICIENT OF CAPACITY FUNCTION ***

*** SOLVING A SET OF SIMULTANEOUS EQUATIONS
    FOR COEFFICIENT OF POWER FUNCTION ***

*** SOLVING A SET OF SIMULTANEOUS EQUATIONS
    FOR COEFFICIENT OF REFRIGERANT MASS FLOW
    RATE  FUNCTION ***

*** GENERATING RANDOM NUMBERS ***

*** SOLVING OBJECTIVE FUNCTION ***

PROGRAM TERMINATED
```

รูป 4.3 ลำดับขั้นตอนการโต้ตอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 4.4 ผลลัพธ์ของโปรแกรมคอมพิเตอร์

ผลลัพธ์ของคุณลักษณะต่างๆ ของชุดทำความเย็นที่โปรแกรมได้ทำการคำนวณผลของฟังก์ชันเป้าหมายในรูปของสัมประสิทธิ์สมรรถนะต่อต้นทุนการผลิต สมมุติให้บรรจุอยู่ในไฟล์ "OUTPUT1.OUT" ได้แสดงรายละเอียดในรูป(4.4) ดังต่อไปนี้

Number of compressor data point = 9

| Data Pt. | Capacity (w) | Power (w) | Refrig. flow rate (kg/h) | Evaporating temp.(°C) | Condensing temp.(°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3835.40 | 900 | 76.66 | 5 | 40 |
| 2 | 4590.80 | 910 | 93.33 | 10 | 40 |
| 3 | 5520.70 | 920 | 111.67 | 15 | 40 |
| 4 | 3382.20 | 1100 | 73.33 | 5 | 50 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4067.90 | 1110 | 89.17 | 10 | 50 |
| 6 | 4887.30 | 1140 | 105.00 | 15 | 50 |
| 7 | 2905.60 | 1280 | 70.00 | 5 | 60 |
| 8 | 3592.50 | 1300 | 92.50 | 10 | 60 |
| 9 | 4279.40 | 1350 | 101.67 | 15 | 60 |

Capacity(w) = A(1) + A(2)*te + A(3)*te^2 + A(4)*tc
+ A(5)*tc^2 + A(6)*te*tc + A(7)*te*tc^2
+ A(8)*tc*te^2 + A(9)*te^2*tc^2

Coefficient of capacity function

A(1) = .307970E+04
A(2) = .526030E+03
A(3) = -.182600E+02
A(4) = .418100E+02
A(5) = -.936000E+00
A(6) = -.190925E+02
A(7) = .210250E+00
A(8) = .754500E+00
A(9) = -.929000E-02

Coefficient of determination (R^2) = 1.000000

Power(w) = B(1) + B(2)*te + B(3)*te^2 + B(4)*tc
+ B(5)*tc^2 + B(6)*te*tc + B(7)*te*tc^2
+ B(8)*tc*te^2 + B(9)*te^2*tc^2

Coefficient of capacity function

B(1) = -.390000E+03
B(2) = .760000E+02
B(3) = -.360000E+01
B(4) = .400000E+02
B(5) = -.200000E+00
B(6) = -.285000E+01
B(7) = .250000E-01
B(8) = .130000E+00
B(9) = -.100000E-02

Coefficient of determination ($R^2$) = 1.000000

Refirg. flow(kg/h) = C(1) + C(2)*te + C(3)*te^2 + C(4)*tc
+ C(5)*tc^2 + C(6)*te*tc + C(7)*te*tc^2
+ C(8)*tc*te^2 + C(9)*te^2*tc^2

Coefficient of refrigerant flow rate function

C(1) = -.113307E+03
C(2) = .514926E+02
C(3) = -.216632E+01
C(4) = .820710E+01

C(5) = -.958200E-01
C(6) = -.221633E+01
C(7) = .249965E-01
C(8) = .101651E+00
C(9) = -.116650E-02

Coefficient of determination ($R^2$) = 1.000000

te = Evaporating temperature ( °C)

tc = Condensing temperature ( °C)

FINAL VALUE OF THE OBJECTIVE FUNCTION = 0.5230

TOLERANCE = 0.000001

| FAN COIL UNIT | | | CONSTRAINS |
|---|---|---|---|
| Cooling capacity (W) | = | 3136.00 | |
| Evaporating temperature ( C) | = | 1.80 | 1.00 - 8.00 |
| Air entering dry bulb ( C) | = | 27.00 | |
| Air entering wet bulb ( C) | = | 19.00 | |
| Air face velocity (m/sec) | = | 1.09 | |
| Overall heat transfer (W/m^2.K) | = | .0241 | |
| Outside diameter of tube | = | 10.20 | 9.50 - 11.00 |
| Longitudinal pitch of tube(mm) | = | 23.70 | 23.00 - 25.00 |
| Transverse pitch of tube (mm) | = | 23.50 | 23.00 - 28.00 |
| Rows deep | = | 2.96 | 2.00 - 3.00 |
| Coils/row | = | 10.10 | 10.00 - 12.00 |
| Fins/inch | = | 14.25 | 14.00 - 15.00 |
| Fin thickness (mm) | = | .20 | |
| Coil face area - Height (mm) | = | 240.00 | |
| - Width (mm) | = | 501.00 | |
| Total air-side area (Sq.m.) | = | 5.34 | |
| Fan power (W) | = | 34.00 | |
| Air pressure drop(in. WG ) | = | .1701 | |

| CONDENSING UNIT | | | CONSTRAINS |
|---|---|---|---|
| CONSTRAINS | | | |
| Heat rejection (W) | = | 4261.00 | |
| Condensing temperature ( C) | = | 50.96 | 48.00 - 60.00 |
| Ambient entering dry bulb ( C) | = | 35.00 | |
| Air face velocity (m/sec) | = | 1.06 | |
| Overall heat transfer (W/m^2.K) | = | 87.58 | |
| Outside diameter of tube (mm) | = | 9.73 | 9.50 - 11.00 |
| Longitudinal pitch of tube(mm) | = | 24.00 | 23.00 - 25.00 |
| Transverse pitch of tube(mm) | = | 23.10 | 23.00 - 28.00 |
| Rows deep | = | 1.57 | 1.00 - 2.00 |
| Coils/row | = | 21.40 | 20.00 - 28.00 |
| Fins/inch | = | 14.20 | 14.00 - 15.00 |
| Fin thickness (mm) | = | .20 | |
| Coil face area - Height (mm) | = | 500.00 | |
| - Width (mm) | = | 321.00 | |
| Total air-side area (Sq.m.) | = | 4.92 | |

| | | |
|---|---|---|
| Fan power (W) | = | 4.70 |
| Compressor power (W) | = | 1125.00 |
| Air pressure drop(in. WG) | = | 0.0630 |
| Refrigerant | = | R-22 |
| EER | = | 2.70 |
| Total unit cost (Bath) | = | 5314.38 |

รูปที่ 4.4 ลักษณะผลลัพธ์ที่บรรจุอยู่ในไฟล์ "OUTPUT1.OUT"

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย