บทที่ 3

การทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคารที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา และวิธีการดำเนินการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนสำหรับการทำวิทยานิพนธ์นี้ รายละเอียดที่จะกล่าวถึงจะแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับอาคารที่ทำการศึกษา

3.2 การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST

3.3 การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. (energy audit)

3.4 การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ด้วยโปรแกรม BLAST

3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับอาคารที่ทำการศึกษา

อาคารที่ทำการศึกษา คือ อาคารสำนักงานใหญ่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (อาคาร ปตท.) อาคาร ปตท. เป็นอาคารประเภทอาคารสำนักงานที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (peak load) ประมาณ 2.5 เมกกะวัตต์ ในส่วนของรายละเอียดที่เกี่ยวกับอาคาร ปตท. ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงาน และการประมาณค่าการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม BLAST ในอาคาร ปตท. มีดังนี้

- ข้อมูลทั่วไป
- ลักษณะอาคาร
- ระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.
- อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.

3.1.1 ข้อมูลทั่วไป

รายละเอียดของอาคารที่ทำการศึกษา เช่น ชื่อของอาคาร สถานที่ตั้ง และจำนวนพนักงาน แสดงอยู่ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของอาคาร ปตท.

ข้อมูลทั่วไป	รายละเอียด
ชื่ออาคาร	อาคารสำนักงานใหญ่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย
ที่อยู่	555 ถนนวิภาวดีรังสิต ลาดพร้าว บางเขน กรุงเทพฯ 10900
ที่ตั้ง	ละติจูด 13 ° 44 ′ 21 ″ ลองจิจูด 100 ° 33 ′ 44 ″
ชื่อผู้รับผิดชอบควบคุม	คุณสมศักดิ์ ประสงค์ผล
ตำแหน่ง	ผู้จัดการใหญ่ธุรกิจบริการกลาง
ชื่อผู้ติดต่อ	คุณเศกสรร เศรษฐสกล
ตำแหน่ง	ผู้จัดการแผนกไฟฟ้าและเครื่องกล ส่วนอาคารสถานที่ ฝ่ายฝึกอบรมและบริการ
โทรศัพท์	537-2481 โทรสาร 537-2445
ลักษณะอาคาร	อาคารสำนักงาน
จำนวนพนักงาน	1,945 คน
เวลาทำงาน	8.00-17.00 น.

3.1.2 ลักษณะอาคาร

อาคาร ปตท. เป็นอาคารประเภทสำนักงานประกอบด้วยสองส่วน คือ อาคาร A สูง 24 ชั้น และอาคาร B สูง 2 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และมีทิศทางที่ตั้งทำมุม 45 องศา กับทิศเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 สำหรับรายละเอียดที่เกี่ยวกับลักษณะอาคารมีดังต่อไปนี้

ก) ความสูงจากพื้น-ฝ้าเพดาน

ความสูงจากพื้น-ฝ้าเพดานของแต่ละชั้นในอาคาร A และอาคาร B จะมีค่าที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงความสูงจากพื้น-ฝ้าเพดาน ของอาคาร A และ อาคาร B

ชั้น	ความสูงจากพื้น - ฝ้าเพดาน ของอาคาร A (เมตร)	ความสูงจากพื้น – ฝ้าเพดาน ของอาคาร B (เมตร)
ชั้นใต้ดิน	2.5	-
1	3.5	3.5
2	2.5	2.5
3-24	2.5	-

ข) ความสูงจากพื้น-พื้น

ความสูงจากพื้น-พื้นของแต่ละชั้นในอาคาร A และอาคาร B จะมีค่าที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

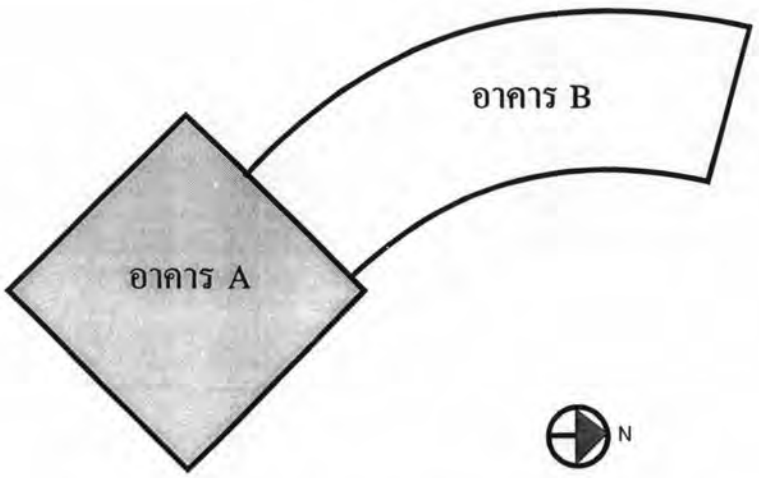
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงความสูงจากพื้น-พื้น ของอาคาร A และ อาคาร B

ชั้น	ความสูงจากพื้น - พื้น ของอาคาร A (เมตร)	ความสูงจากพื้น – พื้น ของอาคาร B (เมตร)
ชั้นใต้ดิน	4.0	-
1	5.0	5.0
2	5.0	4.0
3-24	4.0	-

อาคารปตท. ส่วนอาคาร A

อาคาร ปตท. ส่วนอาคาร B

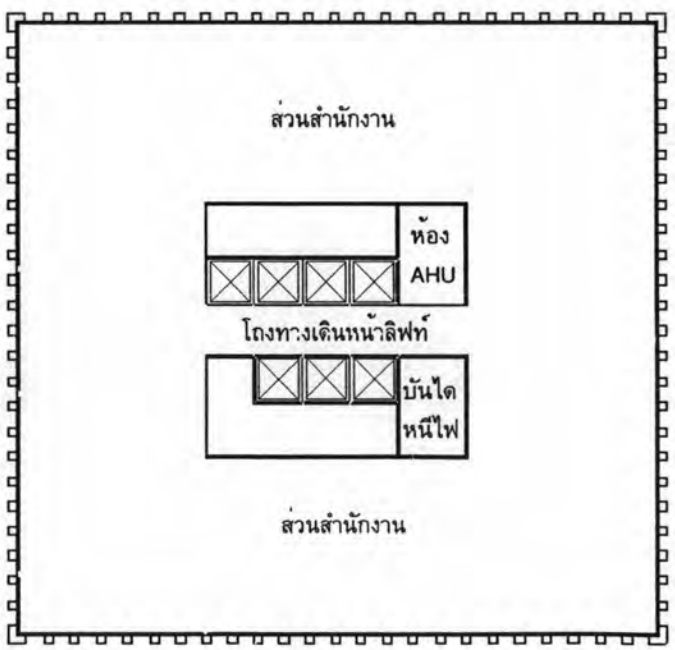
รูปที่ 3.1 รูปอาคารสำนักงานใหญ่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย



รูปที่ 3.2 รูปแสดงรูปร่างและทิศทางของอาคาร ปตท.

ค) พื้นที่ใช้สอย

อาคาร A เป็นอาคารสูง 24 ชั้น ในแต่ละชั้นจะมีพื้นที่ใช้สอยเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 36.6X36.6 เมตร และมีส่วนที่เป็นคอร์ลิฟท์ขนาด 15X15 เมตร อยู่บริเวณส่วนกลางของอาคาร ซึ่งมีลักษณะของ Typical Floor Plan แสดงในรูปที่ 3.3 ส่วนอาคาร B เป็นอาคารสูง 2 ชั้น สำหรับรายละเอียดที่เกี่ยวกับพื้นที่ใช้สอยของอาคาร A และอาคาร B จะแสดงในตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.3 รูปแสดง Typical Floor Plan ของอาคาร A

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่ใช้สอยของอาคาร A และอาคาร B

	อาคาร A	อาคาร B
พื้นที่ทั้งหมด(ตารางเมตร)	31,035	4,400
พื้นที่ต่อชั้น(ตารางเมตร)	1,340	2,200
พื้นที่ปรับอากาศ(ตารางเมตร)	24,520	3,848

ง) ความหนาและลักษณะเปลือกอาคาร

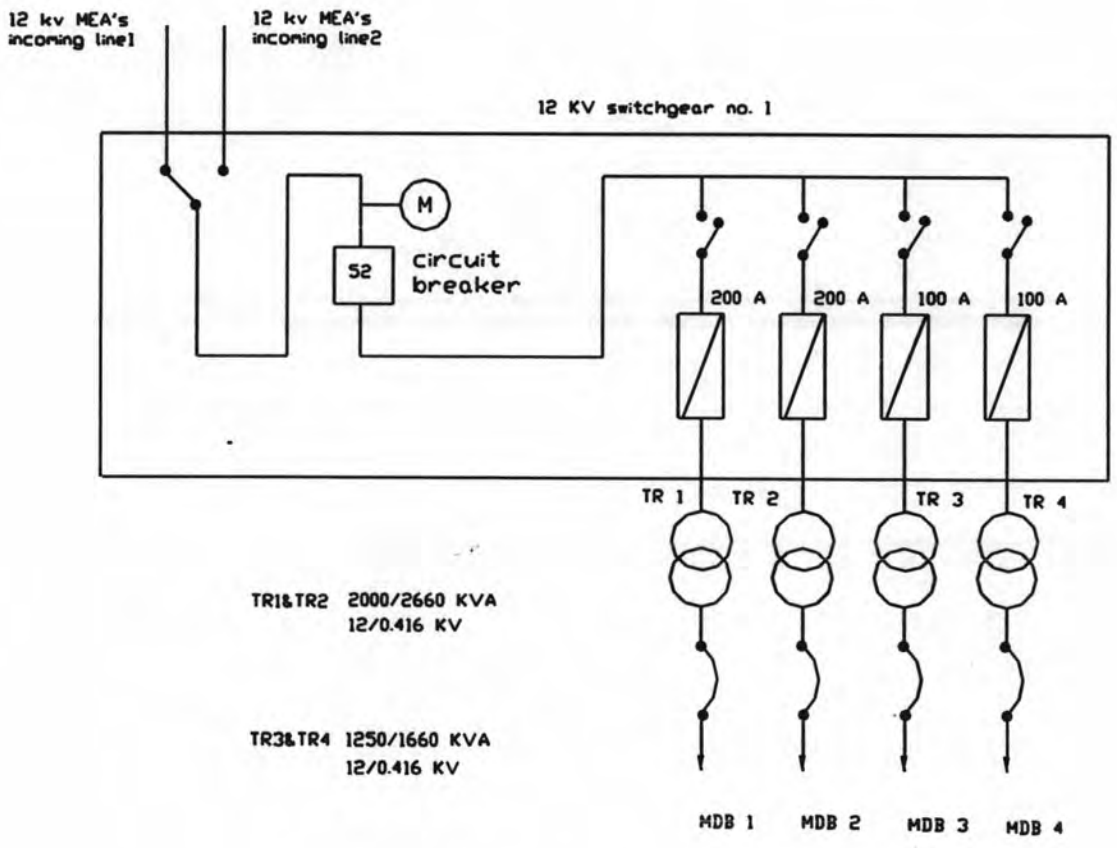
อาคาร ปตท. เป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังมีรายละเอียดเกี่ยวกับความหนาและลักษณะเปลือกอาคารของอาคาร A และอาคาร B แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับความหนาและลักษณะเปลือกอาคารของอาคาร A และอาคาร B

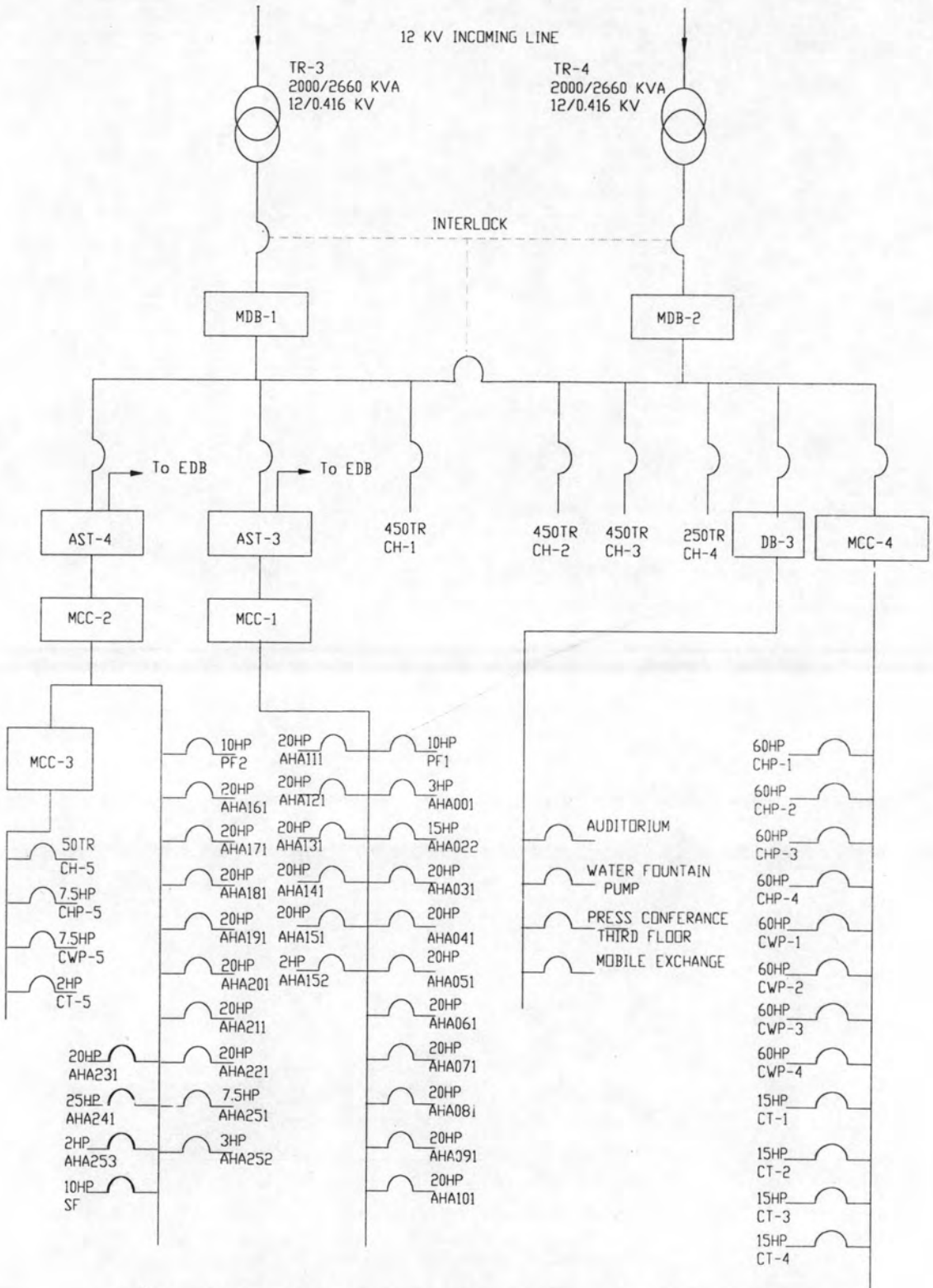
	อาคาร A	อาคาร B
หลังคา	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 20 ซม. ทาพื้นหลังคาด้วยน้ำยากันซึม	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 20 ซม. ทาพื้นหลังคาด้วยน้ำยากันซึม
ผนัง	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 60 ซม. ชั้นที่ 1-3 ผิวด้านนอกปูด้วยหินแกรนิต ชั้นที่ 4-24 ผิวด้านนอกฉาบเรียบด้วย Cement	อิฐก่อหนา 10 ซม. ผิวด้านนอกฉาบเรียบด้วย Cement
เฉลียงบังแดด	มีเฉลียงกันแดดทุกด้าน 50 ซม.	ไม่มี
หน้าต่าง	หน้าต่างกระจกสีชาหนา 6 มม. เข้าขอบอะลูมิเนียมขนาด 1X2.5 เมตร	หน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม. เข้าขอบอะลูมิเนียมขนาด 1X2.5 เมตร
พื้น	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 20 ซม. ปูพื้นด้วยกระเบื้องยาง	คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 20 ซม. ปูพื้นด้วยกระเบื้องยาง

3.1.3 ระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.

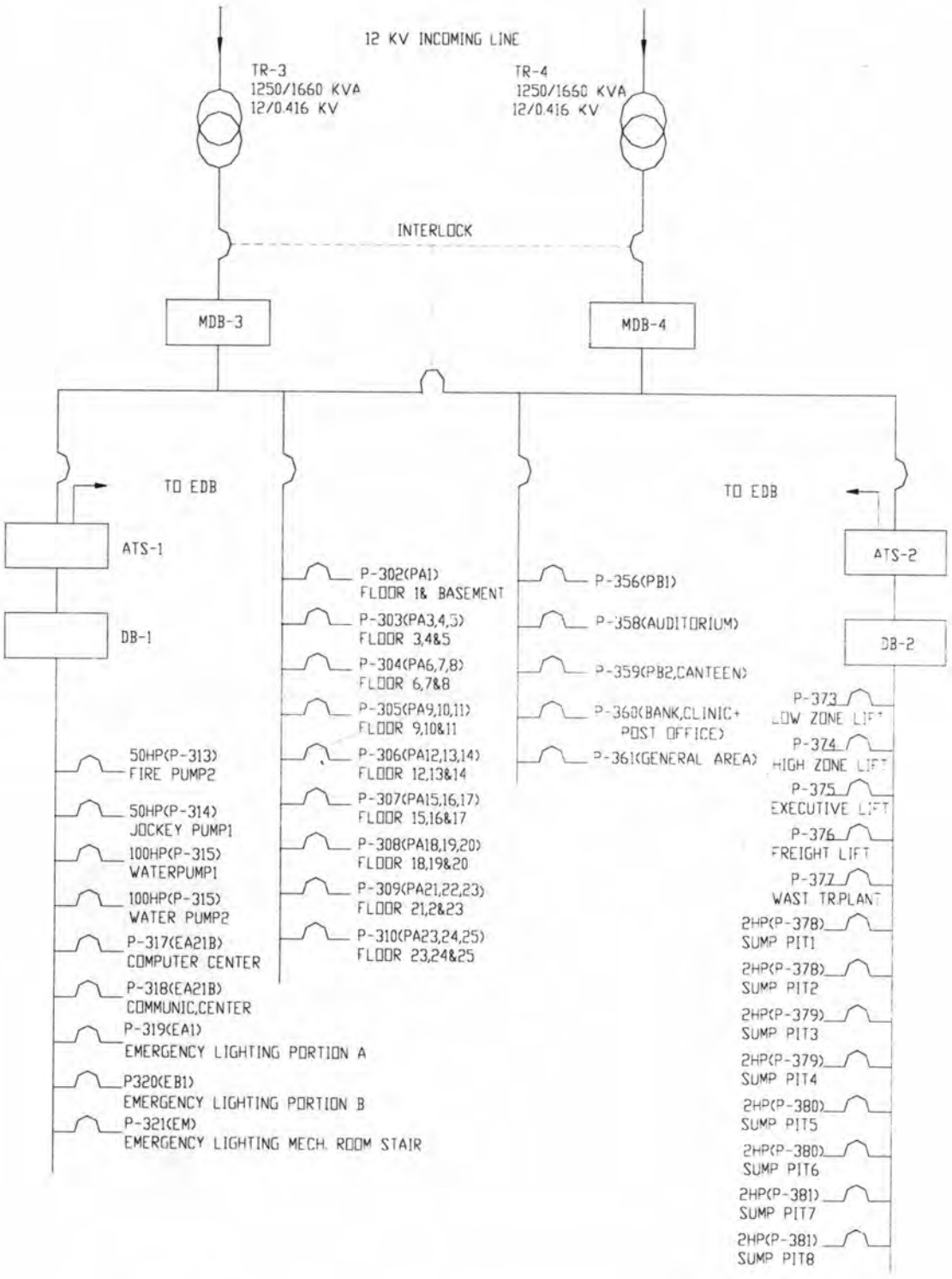
อาคาร ปตท. เป็นอาคารสำนักงานที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง โดยรับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงในระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 12 kV ผ่านชุดหม้อแปลง 4 ชุด ซึ่งมีแสดงรายละเอียดแสดงในรูปที่ 3.4 โดยที่หม้อแปลงแต่ละชุดจะจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.4 รูปแสดง Single Line Diagram ของระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท.



รูปที่ 3.5 รูปแสดง Single Line Diagram ของระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหม้อแปลงหมายเลข 1 และ หมายเลข 2



รูปที่ 3.6 รูปแสดง Single Line Diagram ของระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหม้อแปลงหมายเลข 3 และหมายเลข 4

3.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.

ในอาคาร ปตท. จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าหลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นระบบที่สำคัญได้ดังนี้

ก. ระบบปรับอากาศ
ข. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
ค. ระบบลิฟท์
ง. ระบบอื่น ๆ

ก. ระบบปรับอากาศ

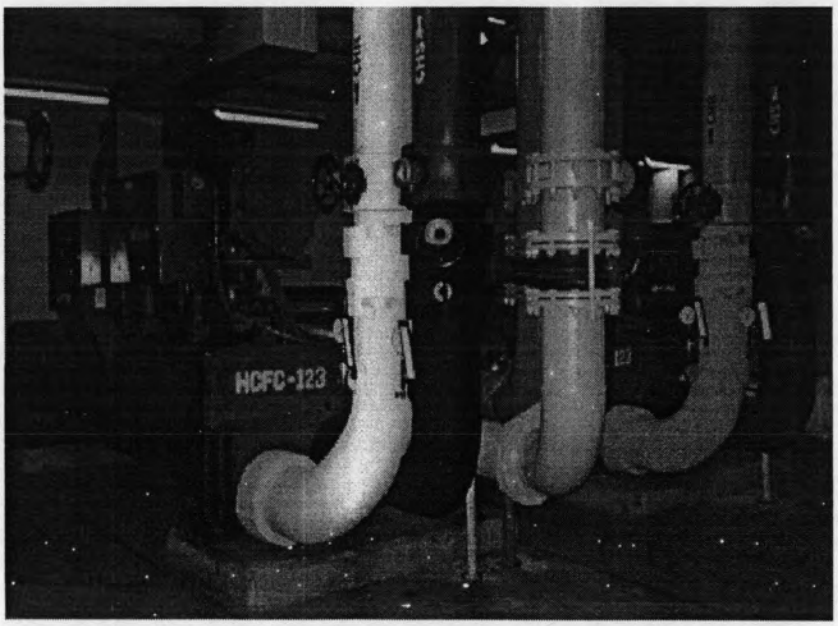
ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ ในระบบนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนี้

- เครื่องทำน้ำเย็น
- เครื่องจ่ายลมเย็น
- เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น
- เครื่องสูบน้ำเย็น
- หอผึ่งลม
- เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

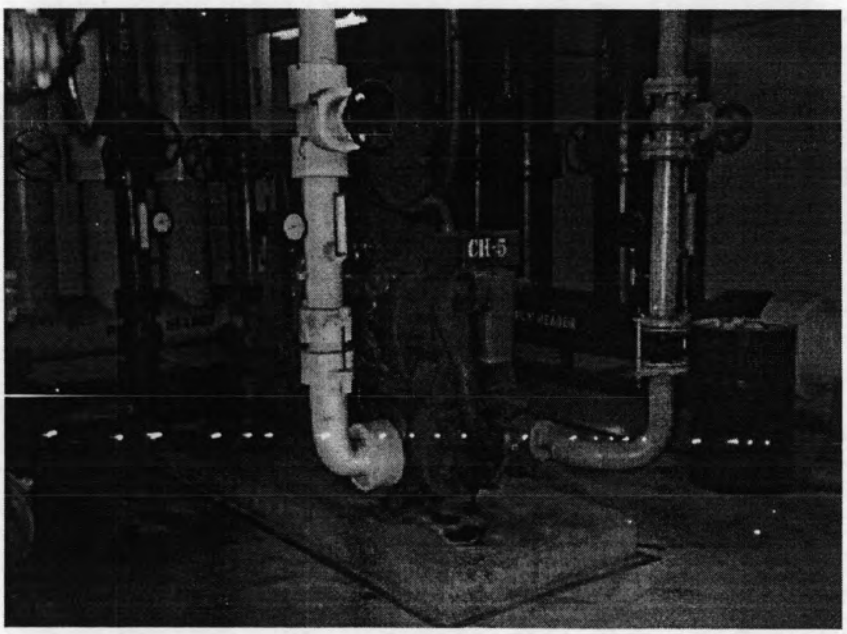
1) เครื่องทำน้ำเย็น (chiller)

เครื่องทำน้ำเย็นเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในระบบปรับอากาศทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ส่งกลับจากอาคารให้มีอุณหภูมิลดลง เพื่อจะได้นำกลับไปจ่ายความเย็นให้กับอาคารที่เครื่องจ่ายลมเย็นอีกครั้ง เครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท. เป็นเครื่องทำน้ำเย็นยี่ห้อ YORK จำนวน 5 ตัว แบ่งตามลักษณะการใช้ทำงานได้เป็น 2 ชุด ดังนี้ ชุดแรกทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นไปจ่ายความเย็นให้กับอาคาร A และอาคาร B ในช่วงเวลากลางวัน ประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นรุ่น YTG3H3E25CMGS ขนาด 450 ตัน จำนวน 3 เครื่อง และเครื่องทำน้ำเย็นรุ่น YTCIC3C35CHGS ขนาด 250 ตัน จำนวน 1 เครื่อง ชุดที่สองทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นไปจ่ายความเย็นให้กับอาคาร A ในชั้นที่ 13 (ชั้นคอมพิวเตอร์) และชั้นที่ 15 (ชั้นศูนย์สื่อสาร) ในช่วงเวลากลางคืน ประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นรุ่น LCHID 55 WL R2 ขนาด 54.1 ตัน

จำนวน 1 เครื่อง สำหรับรายละเอียดและรูปร่างลักษณะของเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 5 เครื่อง จะแสดงในตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.7



เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 450 ตัน



เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 50 ตัน

รูปที่ 3.7 รูปแสดงเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.

หมายเลขเครื่อง	สารทำความเย็น	ปริมาณความเย็น (ตันความเย็น)	ขนาดมอเตอร์	
			HP	kW
CH-1	HCFC-123	450	380	285
CH-2	HCFC-123	450	380	285
CH-3	HCFC-123	450	380	285
CH-4	HCFC-123	250	213	160
CH-5	R-22	54.1	68.4	51.3

2) เครื่องจ่ายลมเย็น (air handling unit หรือ เรียกย่อว่า AHU)

เครื่องจ่ายลมเย็นเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป่าลมเย็นผ่านท่อลมไปจ่ายความเย็นที่หัวจ่ายลมในบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ อาคาร ปตท. ในส่วนของอาคาร A โดยปกติจะใช้เครื่องจ่ายลมเย็น 1 เครื่องต่อชั้น ยกเว้นในบางบริเวณมีความต้องการปริมาณความเย็นมากกว่าปกติ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องระบบสื่อสาร ห้องประชุม จะใช้เครื่องจ่ายลมเย็นมากกว่า 1 เครื่อง เครื่องจ่ายลมเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท. เป็นเครื่องจ่ายลมเย็นยี่ห้อ YORK ดังมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจ่ายลมเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.

หมายเลขเครื่อง	ยี่ห้อ และรุ่น	ปริมาณความเย็น (ตันความเย็น)	ขนาดมอเตอร์		บริเวณที่ให้ความเย็น
			HP	kW	
AH A001	YORK CS 156SV	22.13	3	2.25	ห้องควบคุมไฟฟ้า
AH A002	YORK FD 04W	2.13	0.1	0.075	ห้อง BAS
AH A003	YORK CD 084	2.18	0.33	0.2475	ลิฟท์ VIP
AH A004	YORK FD 04W	3.1	0.1	0.075	ห้องพนักงานขับรถ
AH A011	YORK DCP 204	5.63	0.5	0.375	บริเวณหน้าลิฟท์ชั้น 1
AH A012	YORK DCP 104	2.63	0.33	0.2475	ห้อง รปภ.
AH A021	YORK DCP 124	3.11	0.33	0.2475	บริเวณหน้าลิฟท์ชั้น 1
AH A022	YORK CS 402SV	104.58	15	11.25	FRESH AIR
AH A031	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 3
AH A032	YORK DC124	3.28	0.33	0.2475	ห้องโสต ฯ

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจ่ายลมเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท. (ต่อ)

หมายเลขเครื่อง	ยี่ห้อ และรุ่น	ปริมาณความเย็น (ตันความเย็น)	ขนาดมอเตอร์		บริเวณที่ให้ความเย็น
			HP	kW	
AH A041	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 4
AH A051	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 5
AH A061	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 6
AH A071	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 7
AH A081	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 8
AH A091	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 9
AH A101	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 10
AH A111	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 11
AH A121	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 12
AH A131	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 13
AH A132	YORK VH/FH 422C	21.33	7.5	5.625	ห้องคอมพิวเตอร์
AH A133	YORK VH/FH 422C	21.33	7.5	5.625	ห้องคอมพิวเตอร์
AH A141	YORK CS 156SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 14
AH A151	YORK CS 156SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 15
AH A152	YORK DB 404	11.65	2	1.5	อาคาร A ชั้น 15
AH A161	YORK DB 404	65.99	2	1.5	อาคาร A ชั้น 16
AH A171	YORK DB 404	65.99	2	1.5	อาคาร A ชั้น 17
AH A181	YORK DB 404	65.99	2	1.5	อาคาร A ชั้น 18
AH A191	YORK DB 404	65.99	2	1.5	อาคาร A ชั้น 19
AH A192	YORK FD 08W	1.72	0.2	0.15	ปตท. สผ.
AH A193	YORK FD 08W	1.72	0.2	0.15	ปตท. สผ.
AH A194	YORK DMF 032C	2.93	0.3	0.225	ปตท. สผ.
AH A195	YORK DMF 032C	2.93	0.3	0.225	ปตท. สผ.
AH A196	YORK FD 08W	1.72	0.2	0.15	ปตท. สผ.
AH A197	YORK FD 08W	1.72	0.2	0.15	ปตท. สผ.
AH A201	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 20
AH A202	YORK DC 124	3.28	0.33	0.2475	ห้องประชุม ชั้น 20

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องจ่ายลมเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท. (ต่อ)

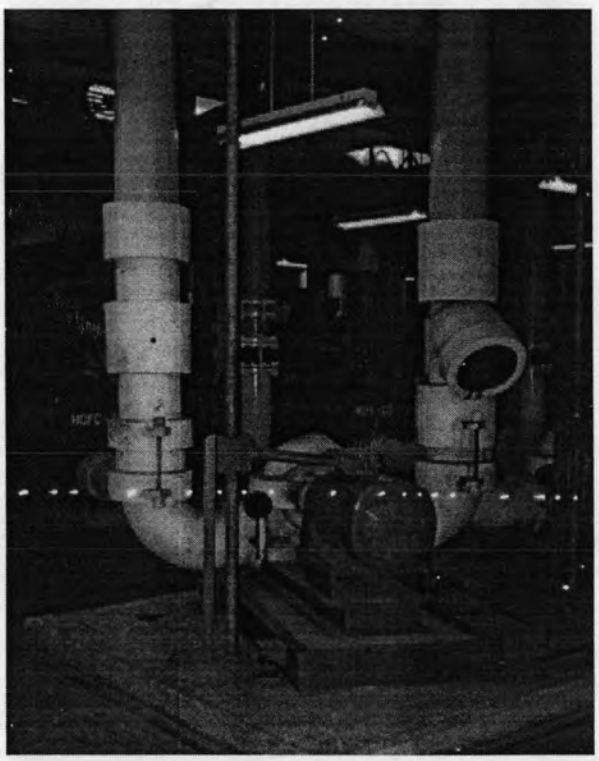
หมายเลขเครื่อง	ยี่ห้อ และรุ่น	ปริมาณความเย็น (ตันความเย็น)	ขนาดมอเตอร์		บริเวณที่ให้ความเย็น
			HP	kW	
AH A211	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 21
AH A212	YORK CS 156SV	24.16	7.5	5.625	ห้องชุมสายโทรศัพท์
AH A213	YORK CS 156SV	24.16	7.5	5.625	ห้องชุมสายโทรศัพท์
AH A221	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 22
AH A231	YORK CS 402SV	65.99	20	15	อาคาร A ชั้น 23
AH A241	YORK CS 402SV	83.99	25	18.75	อาคาร A ชั้น 24
AH A251	YORK CS 217SV	42.24	7.5	5.625	FRESH AIR
AH A252	YORK CS113SH	16.82	3	2.25	ห้องลิฟท์
AH A253	YORK CS 74SH	11.03	2	1.5	ห้องลิฟท์
AH B011	YORK CS 74SV	14.83	3	2.25	ธนาคาร
AH B012	YORK CS 74SV	14.83	3	2.25	ธนาคาร
AH B013	YORK DCP 144	4.81	0.33	0.2475	อาคาร B ชั้น1
AH B014	YORK DCP 144	4.53	0.33	0.2475	อาคาร B ชั้น2
AH B015	YORK DCP 124	3.57	0.33	0.2475	ที่ทำการไปรษณีย์
AH B016	YORK DCP 144	3.23	0.33	0.2475	ศูนย์บริการทางการแพทย์
AH B017	YORK DCP 144	3.23	0.33	0.2475	ศูนย์บริการทางการแพทย์
AH B018	YORK DCP 144	3.23	0.33	0.2475	ศูนย์บริการทางการแพทย์
AH B019	YORK DCP 164	4.25	0.5	0.375	ห้องสัมมนา
AH B021	YORK CS 217 SV	57.99	7.5	5.625	ห้องอาหารชั้น 2
AH B022	YORK CS 217 SV	57.99	7.5	5.625	ห้องอาหารชั้น 2
AH B031	YORK CS 156SV	33.7	5.5	4.125	ห้องประชุมใหญ่
AH B032	YORK CS 156SV	33.7	5.5	4.125	ห้องประชุมใหญ่

3) เครื่องสูบน้ำเย็น (chilled water pump)

เครื่องสูบน้ำเย็นเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นไปจ่ายความเย็นให้กับอาคารที่เครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องสูบน้ำเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท. เป็นเครื่องสูบน้ำเย็นแบบ Centrifugal Pump ยี่ห้อ EBARA จำนวน 5 ตัว แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 2 ชุด ดังนี้ ชุดแรกเป็นเครื่องสูบน้ำเย็นรุ่น MODEL 16 AE 14 SERIES 5300 F จำนวน 4 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 450 ตัน ชุดสองเป็นเครื่องสูบน้ำเย็นรุ่น MODEL CE 3X1.5X8.5 จำนวน 1 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 50 ตันสำหรับรายละเอียดและรูปร่างลักษณะของเครื่องสูบน้ำเย็นทั้งสองชุดจะแสดงในตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำเย็น (chilled water pump)

หมายเลขเครื่อง	จำนวน	อัตราการไหล (US GPM)	ขนาดมอเตอร์		ความเร็วรอบ (RPM)	แรงดันน้ำ (FT)
			HP	kW		
CHP-1 - CHP-4	4	1080	60	45	1450	115
CHP-5	1	120	10	7.5	2900	115



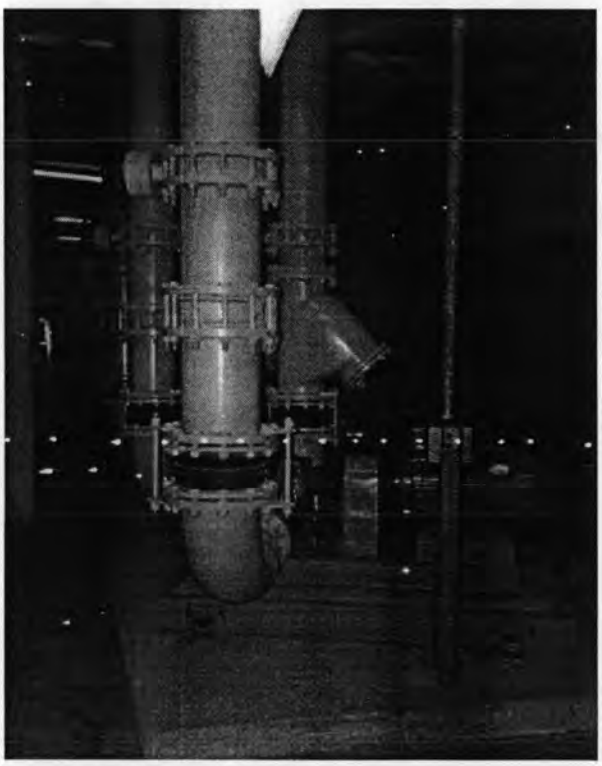
รูปที่ 3.8 รูปแสดงเครื่องสูบน้ำเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.

4) เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (condenser water pump)

เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นไปถ่ายเทความร้อนให้แก่บรรยากาศที่หอผึ่งลม เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.เป็นเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นแบบ Centrifugal Pump ยี่ห้อ EBARA จำนวน 5 เครื่อง แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 2 ชุด ดังนี้ ชุดแรกเป็นเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นรุ่น EBARA MODEL 16AE 14 SERIES 5300 F จำนวน 4 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 450 ตัน ชุดสองเป็นเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นรุ่น MODEL F 165 A BFM จำนวน 1 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 50 ตัน สำหรับรายละเอียดและรูปร่างลักษณะของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นทั้งสองชุดจะแสดงในตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (condenser water pump)

หมายเลขเครื่อง	จำนวน	อัตราการไหล	ขนาดมอเตอร์		ความเร็วรอบ	แรงดันน้ำ
		(US GPM)	HP	kW	(RPM)	(FT)
CDP-1 - CDP-4	4	1350	60	45	1450	105
CDP-5	1	150	10	7.5	2900	70



รูปที่ 3.9 รูปแสดงเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นที่ใช้ในอาคาร ปตท.

5) หอผึ่งลม (cooling tower)

หอผึ่งลมเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนจากน้ำหล่อเย็นไปสู่บรรยากาศ หอผึ่งลมที่ใช้ในอาคาร ปตท.เป็นหอผึ่งลมแบบ Counter Flow Induced Draft ยี่ห้อ THAI COOLING จำนวน 5 เครื่อง แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 2 ชุด ดังนี้ ชุดแรกเป็นหอผึ่งลมรุ่น TSC 500 RT จำนวน 4 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 450 ตัน ชุดสองเป็นหอผึ่งลมรุ่น TSC 60 RT จำนวน 1 เครื่อง ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นชุด 50 ตัน สำหรับรายละเอียดของหอผึ่งลมทั้งสองชุดจะแสดงไว้ในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงรายละเอียดของหอผึ่งลม

หมายเลขเครื่อง	จำนวน	อัตราการไหลของน้ำ (US GPM)	ขนาดมอเตอร์		ความเร็วรอบพัดลม (RPM)	อัตราการไหลของอากาศ (CFM)
			HP	KW		
CT-1 - CT-4	4	1350	15	11.25	340	2549
CT-1	1	150	2	1.5	960	419

6) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type air conditioning)

อาคาร ปตท. ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพิ่มเติม จากการสำรวจมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในอาคาร ปตท. จำนวน 15 เครื่อง โดยมีขีดความสามารถในการทำความเย็นรวมประมาณ 42 ตัน และใช้พลังงานไฟฟ้ารวมประมาณ 63 kW ส่วนรายละเอียดของแต่เครื่องจะแสดงไว้ในตารางที่ 3.11

ข. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

อาคาร ปตท. มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างจากทั้งหลอดแบบ Fluorescent และแบบ Incandescent โดยใช้หลอดแบบ Fluorescent ในบริเวณทำงาน และใช้หลอดแบบ Incandescent ในบริเวณทางเดิน ส่วนรายละเอียดและจำนวนหลอดไฟที่ใช้จะแสดงในตารางที่ 3.12 และตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type air conditioning)

หมายเลขเครื่อง	ยี่ห้อ	ขนาด(ตัน)	kW	ตำแหน่งที่ติดตั้ง
A-25-01	CENTRAL AIR	2.15	3.225	ศูนย์สื่อสารเก่า
A-25-02	CENTRAL AIR	2.15	3.225	ศูนย์สื่อสารเก่า
A-25-03	TEMP MASTER	4.875	7.3125	ห้องควบคุม lift high zone
A-25-04	UNI TEMP	2.15	3.225	ห้องควบคุม lift VIP
A-25-05	UNI TEMP	2.15	3.225	ห้องควบคุม lift VIP
A-25-06	CENTRAL AIR	2.78	4.17	ศูนย์สื่อสารใหม่
A-25-07	CENTRAL AIR	2.78	4.17	ศูนย์สื่อสารใหม่
A-01-01	ไม่มีข้อมูล	1.5	2.25	ห้อง รปภ.
A-01-02	ไม่มีข้อมูล	1.5	2.25	ห้อง รปภ.
A-001-01	ไม่มีข้อมูล	2	3	ห้อง BAS
B-01-02	ไม่มีข้อมูล	7	10.5	ธนาคารเก่า
B-02-01	CARRIER	1.5	2.25	ห้องควบคุมระบบเสียงในห้องประชุม
B-02-02	CARRIER	3	4.5	ห้องอาหาร VIP
B-02-03	CARRIER	3	4.5	ห้องอาหาร VIP
B-02-04	CARRIER	3	4.5	ห้องอาหาร VIP

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงจำนวนหลอดไฟแต่ละแบบในแต่ละชั้นของอาคาร B

ชั้นที่	Fluorescant		Incandescent
	36W	18W	12W
1	2458	39	108
2	1320	0	82

ตารางที่ 3.13 ตารางแสดงจำนวนหลอดไฟแต่ละแบบในแต่ละชั้นของอาคาร A

ชั้นที่	Fluorescent		Incandescent
	36W	18W	12W
ห้องเครื่อง	115	0	0
ใต้ดิน	72	0	40
1	43	12	40
2	49	12	12
3	379	12	12
4	379	12	12
5	379	12	12
6	379	12	12
7	379	12	12
8	379	12	12
9	379	12	12
10	379	12	12
11	379	12	12
12	379	12	12
13	379	12	12
14	379	12	12
15	379	12	12
16	382	12	12
17	382	12	12
18	382	12	12
19	382	12	12
20	394	12	12
21	394	12	12
22	234	12	235
23	220	12	220
24	204	12	247

ค. ระบบลิฟท์

อาคาร ปตท. มีการใช้ลิฟท์ในเฉพาะส่วนที่เป็นอาคาร A เท่านั้น ลิฟท์ที่ใช้เป็นลิฟท์ยี่ห้อ OTIS จำนวน 8 ตัว แบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็น 4 ชุด ดังนี้ ชุดแรกสำหรับชั้น 13-24 เรียกว่า High Zone Lift ชุดสองสำหรับชั้น 1-13 เรียกว่า Low Zone Lift ชุดที่สามสำหรับผู้บริหาร และชุดที่สี่สำหรับขนของ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับลิฟท์แต่ละชุดจะแสดงในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ตารางแสดงรายละเอียดของระบบลิฟท์

TYPE	จำนวน	ขนาดมอเตอร์ (kW)	CAPACITY (kg)	ความเร็ว (m/min)	จำนวนผู้โดยสาร(คน)
HIGH ZONE LIFT	3	37.3	1600	210	24
LOW ZONE LIFT	3	24.0	1600	150	24
EXECUTIVE LIFT	1	15.6	900	150	13
FREIGHT LIFT	1	24.0	2000	60	30

ง. ระบบอื่น ๆ

อาคาร ปตท. มีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่จัดอยู่ในสามระบบแรกอีกจำนวนมาก ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนประมาณ 300 เครื่อง
- อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร พิมพ์ดีดไฟฟ้า เป็นต้น
- เครื่องมือสื่อสาร เช่น โทรศัพท์ โทรสาร เป็นต้น
- บอร์ดตัวหนังสือวิ่ง
- ไฟประดับ
- เครื่องสูบน้ำสำหรับน้ำพุ
- เครื่องสูบน้ำปะปา
- อุปกรณ์ในโรงอาหาร เช่น ตู้เย็น ตู้ทำน้ำเย็น กาต้มน้ำร้อน เตาไฟฟ้า เป็นต้น
- อุปกรณ์ในห้องโสต เช่น โทรทัศน์ เครื่องเล่นวีดีโอเทป เครื่องเสียง ระบบแสง เครื่องขยายเสียง เป็นต้น
- บ่อบำบัดน้ำเสีย เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบลมเติมอากาศ เป็นต้น

3.2 การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST

การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST จะทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท.

วัตถุประสงค์ของการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST คือ เพื่อช่วยในการปรับแก้ข้อมูลอาคาร (input file) ของอาคาร ปตท. ให้มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage

ในส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการหา Input File ของอาคาร ปตท. ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

- วิธีการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST
- วิธีการปรับแก้ข้อมูลใน Input File ของอาคาร ปตท.

3.2.1 วิธีการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมด้วยโปรแกรม BLAST

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. โปรแกรม BLAST ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

- ข้อมูลอาคาร (input file)
- ข้อมูลอากาศ (weater data)

1) ข้อมูลอาคาร (input file)

ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อย 4 ส่วน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในข้อมูลอาคารของอาคาร ปตท. ได้นำมาจากแหล่งข้อมูลที่ต่างกันดังนี้

- ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับโปรแกรม (load input)

- รายละเอียดของอาคาร
- ระบบจ่ายลมเย็น
- ระบบเครื่องทำน้ำเย็น

ก. ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับโปรแกรม (load input)

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวกับอาคาร ข้อมูลที่ใช้จะได้มาจากหลายแหล่ง เช่น แบบทางสถาปัตยกรรม ถามจากผู้ปฏิบัติงานของอาคาร จากการนับจำนวน เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดบางส่วนได้แสดงในตารางที่ 3.1

ข. รายละเอียดของอาคาร

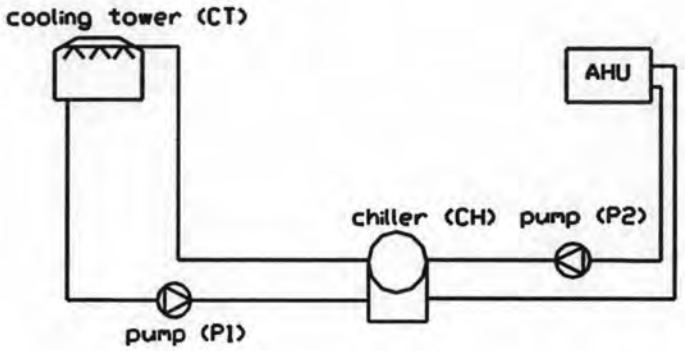
ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และส่วนประกอบของอาคาร ข้อมูลที่ใช้จะได้มาจากหลายแหล่ง เช่น แบบทางสถาปัตยกรรมของอาคาร การวัด และสังเกตุจากอาคารจริง เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดบางส่วนได้แสดงในหัวข้อที่ 3.1.2

ค. ระบบจ่ายลมเย็น

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องจ่ายลมเย็นที่ใช้อาคาร ข้อมูลที่ใช้จะได้มาจากแบบทางงานระบบปรับอากาศ ซึ่งรายละเอียดได้แสดงในตารางที่ 3.7

ง. ระบบเครื่องทำน้ำเย็น

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องระบบเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้อาคาร ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และหอผึ่งลม ข้อมูลที่ใช้จะได้มาจากแบบทางงานระบบปรับอากาศซึ่งรายละเอียดได้แสดงในตารางที่ 3.6 , 3.8 , 3.9 และ 3.10 และแสดงวงจรการทำงานของระบบทำความเย็นในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 รูปแสดงวงจรการทำงานของระบบทำความเย็นของอาคาร ปตท.

สำหรับข้อมูลอาคาร (input file) ของอาคาร ปตท. ที่ใช้ในการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมได้แสดงในภาคผนวก ก

2) ข้อมูลอากาศ (weather data)

ข้อมูลอากาศที่ใช้ในการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ด้วยโปรแกรม BLAST จะเป็นข้อมูลอากาศแบบรายชั่วโมงที่ได้รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมสำรวจพลังงานทดแทน ของปี พ.ศ. 2534 โดยจัดทำให้อยู่ในรูปแบบ BLAST ASCII FORMAT ดังแสดงตัวอย่างในภาคผนวก ข

3.2.2 วิธีการปรับแก้ข้อมูลใน input file ของอาคาร ปตท.

การปรับแก้ข้อมูลอาคารจะทำการปรับแก้เป็น 2 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1) ปรับแก้ข้อมูลอาคารในส่วนของข้อมูลรายละเอียดของอาคาร

การปรับแก้ในส่วนนี้สามารถทำได้โดยการนำค่าภาระความร้อนที่ได้จากการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ด้วยโปรแกรม BLAST มาเปรียบเทียบกับค่าภาระความร้อนที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท. แล้วทำการปรับแก้ข้อมูลรายละเอียดของอาคารเท่าที่จำเป็น เพื่อให้ค่าพลังงานจริงกับพลังงานที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันให้มากที่สุด

2) ปรับแก้ข้อมูลอาคารในส่วนของข้อมูลระบบจ่ายลมเย็น และระบบเครื่องทำน้ำเย็น

การปรับแก้ในส่วนนี้ทำได้โดยการนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบจ่ายลมเย็น และระบบเครื่องทำน้ำเย็นที่ได้จากการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ด้วยโปรแกรม BLAST มาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบจ่ายลมเย็น และระบบเครื่องทำน้ำเย็นที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท. แล้วทำการปรับแก้ข้อมูลของระบบทั้งสอง

3.3 การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานใหญ่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร คือ การสำรวจและตรวจวัดการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ และการใช้พลังงานรวมของอาคาร

วัตถุประสงค์ของการทำการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ คือ นำผลการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้โปรแกรม BLAST ประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. เพื่อทำการปรับแก้ค่า Input File ของอาคาร ปตท.

อาคาร ปตท. เป็นอาคารประเภทอาคารสำนักงานทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในวันทำงานและวันหยุดมีค่าต่างกัน ดังนั้นการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.จะต้องทำการวัดค่าการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ ของอาคารในวันทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคารจะทำการวัดค่าต่าง ๆ ในแต่ละอุปกรณ์ของอาคารดังมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.15

ในส่วนต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงพื้นฐานความรู้สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. โดยแบ่งเป็นข้อย่อย ดังนี้

- เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.
- วิธีการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. โดยจะแบ่งเครื่องมือวัดออกเป็นประเภทตามลักษณะการวัด ดังนี้

- เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
- เครื่องมือวัดทางความร้อน
- เครื่องมือวัดอัตราการไหล

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงค่าที่ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

ค่าที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	อุปกรณ์ที่ใช้วัด
1.การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	วัดค่ากำลังไฟฟ้า (kW) และเวลา เปิด-ปิด ของแต่ละอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ	เครื่อง CLAMP-ON METER
2.การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟแสงสว่าง	นับจำนวนหลอด และ จดเวลาเปิด-ปิด ของหลอดแต่ละประเภทในแต่ละชั้น	-
3.การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์	วัดค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) ของลิฟท์แต่ละชุด	เครื่อง ENERGY ANALYZER
4.การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอื่น ๆ	วัดค่ากำลังงานไฟฟ้า (kW) และเวลา เปิด-ปิด ของแต่ละอุปกรณ์	เครื่อง CLAMP-ON METER
5.ภาระความร้อนรายชั่วโมง (cooling load)	-วัดอัตราการไหลของน้ำเย็น -วัดอุณหภูมิของน้ำเย็นขาไปและขากลับ	- เครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow - เทอร์โมมิเตอร์
6.วัดอุณหภูมิของแต่ละชั้น (room temperature)	วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของทุกชั้น ๆ ละ 5 จุด	เครื่อง TESTO 350

1) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. จะใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า 2 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องจะใช้กับการวัดในลักษณะที่แตกต่างกันดังจะแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

ก. เครื่อง CLAMP-ON METER

เครื่อง CLAMP-ON METER คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องยี่ห้อ ANALYST รุ่น 200P AC/DC POWER METER ซึ่งมีรูปร่างลักษณะแสดงไว้ในรูปที่ 3.11

เครื่องมือนี้สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ค่าทางไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ คือ ค่ากระแสไฟฟ้า (ampere) ค่าความต่างศักย์ (volt) ค่ากำลังไฟฟ้า (kW) และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลด (power factor) โดยมีขีดความสามารถของการวัดค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.16 สำหรับการแสดงผลเครื่องมือนี้จะแสดงค่าที่วัดได้ทางหน้าจอแบบดิจิตอล ซึ่งทำให้สามารถอ่านผลได้ทันที

ในส่วนของการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. เครื่องมือนี้จะถูกใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้าขณะใดขณะหนึ่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และหอผึ่งลม เป็นต้น

ตารางที่ 3.16 ตารางแสดงขีดความสามารถของเครื่อง CLAMP-ON METER

ค่าที่วัด	ขีดความสามารถ	ความคลาดเคลื่อน
กระแสไฟฟ้า	0-2000 Amp	1 %
ความต่างศักย์	0-1000 Volt (DC) 0-750 Volt (AC)	0.5 %
กำลังไฟฟ้า	0-2000 kW (DC) 0-1000 kW (AC)	2 %
ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลด	0.3 Lag ถึง 0.3 Lead (72.5 องศา Lag ถึง -72.5 องศา Lead)	3 องศา

รูปที่ 3.11 รูปแสดงเครื่อง CLAMP-ON METER

ข. เครื่อง ENERGY ANALYZER

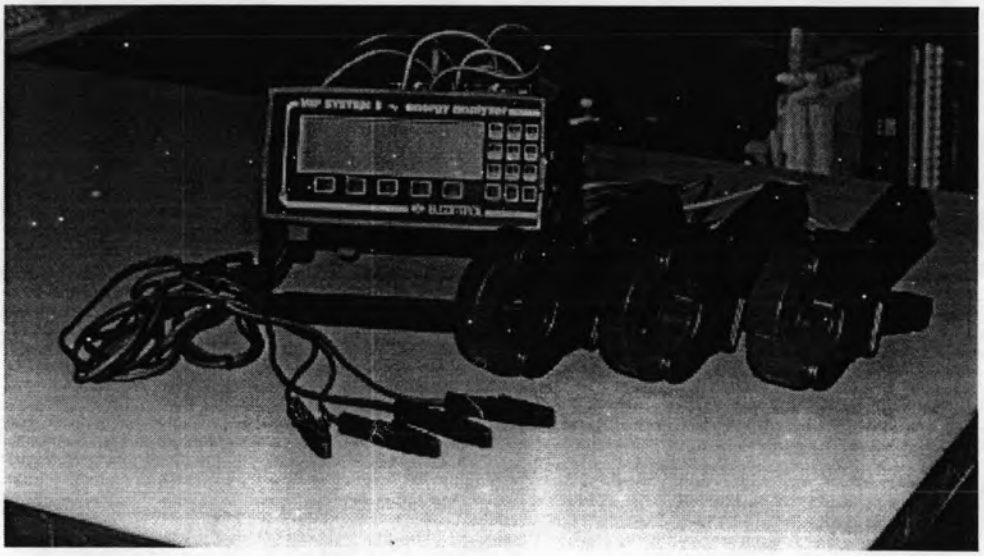
เครื่อง ENERGY ANALYZER คือ เครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องยี่ห้อ ELCONTROL รุ่น VIP SYSTEM 3 ซึ่งมีรูปร่างลักษณะแสดงไว้ในรูปที่ 3.12

เครื่องมือนี้สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ทั้งระบบไฟฟ้า 3 เฟส และ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ค่าทางไฟฟ้าที่สามารถวัดได้ คือ ค่ากระแสไฟฟ้า (ampere) ค่าความต่างศักย์ (volt) ค่ากำลังไฟฟ้า (kW) ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลด (power facter) โดยมีขีดความสามารถดังแสดงในตารางที่ 3.17 การวัดค่าทางไฟฟ้าของเครื่องมือนี้สามารถวัดค่าขณะใดขณะหนึ่ง หรือค่าในช่วงเวลาก็ได้ การวัดค่าในช่วงเวลาสามารถแสดงค่าได้หลายแบบ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าสะสม (ค่า kWh)

ในส่วนของการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. เครื่องมือนี้จะถูกใช้วัดค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์ เนื่องจากในระบบลิฟท์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่คงที่ ฉะนั้นการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์สามารถทำได้ โดยการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบสะสม (kWh) ของ 1 วัน เพื่อจะนำค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ใช้เป็นตัวแทนของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์ในวันอื่น ๆ ของตลอดทั้งปี

ตารางที่ 3.17 ตารางแสดงขีดความสามารถของเครื่อง ENERGY ANALYZER

	ขีดความสามารถ	ความคลาดเคลื่อน
วัดค่ากระแสไฟฟ้า	0-2000 Amp	0.2 %
วัดค่าความต่างศักย์	0-600 Volt	0.2 %
การแสดงผล	-หน้าจอแบบดิจิตอล -ทางกระดาษพิมพ์ (print out) -ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูล	-



รูปที่ 3.12 รูปแสดงเครื่อง ENERGY ANALYZER

2) เครื่องมือวัดทางความร้อน

เครื่องมือวัดทางความร้อน คือ เครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางความร้อน เช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง ค่าความเข้มของไฟฟ้าแสงสว่าง และอุณหภูมิ เป็นต้น สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. จะวัดเฉพาะค่าอุณหภูมิในแต่ละชั้นของอาคาร โดยเครื่องมือวัดที่ชื่อว่า เครื่อง TESTO 350

เครื่อง TESTO 350 คือ เครื่องมือที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และค่าความชื้นสัมพัทธ์ เครื่องที่ใช้เป็นเครื่องมือยี่ห้อ TESTO รุ่น TESTO 350 ซึ่งมีรูปร่างลักษณะแสดงไว้ในรูปที่ 3.13 การแสดงผลของค่าที่วัดได้จะแสดงทางหน้าจอแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถอ่านค่าได้ทันที สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. เครื่องมือนี้จะถูกใช้วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของทุกชั้น ๆ ละ 5 จุด

รูปที่ 3.13 รูปแสดงเครื่อง TEST0 350

3) เครื่องมือวัดอัตราการไหล

เครื่องมือวัดอัตราการไหล คือ เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหลของของเหลวที่ไหลภายในท่อ สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. จะวัดเฉพาะค่าอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ส่งออกจากเครื่องทำน้ำเย็นไปจ่ายความเย็นให้กับอาคารที่เครื่องจ่ายลมเย็น โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow

เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow ที่ใช้เป็นเครื่องยี่ห้อ FUJI ELECTRIC รุ่น FL B20004 N ซึ่งมีรูปร่างลักษณะแสดงไว้ในรูปที่ 3.14 เครื่องมือนี้จะวัดอัตราการไหลของของเหลวในท่อด้วยการยิงคลื่น Ultrasonic Flow ผ่านผิวท่อด้านหนึ่ง และ

สะท้อนจากผิวท่ออีกด้านหนึ่งมายังตัวรับสัญญาณ แล้วนำสัญญาณนั้นมาแปลงผลจะทำให้ได้ค่าอัตราการไหลของของเหลวในท่อออกมา เครื่องนี้มีขีดความสามารถของการวัดอัตราการไหลดังแสดงในตารางที่ 3.18 ในส่วนของแสดงผลของค่าที่วัดได้สามารถแสดงได้ 2 แบบ คือ การแสดงผลทางหน้าจอแบบดิจิตอล และแสดงผลทางกระดาษพิมพ์

สำหรับการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. เครื่องมือนี้จะถูกใช้วัดอัตราการไหลของน้ำเย็นที่ส่งออกจากเครื่องทำน้ำเย็นไปจ่ายความเย็นให้กับอาคาร

ตารางที่ 3.18 แสดงขีดความสามารถของเครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow

	ขีดความสามารถ
ของไหลที่ต้องการวัดอัตราการไหล	ชนิด : น้ำ น้ำมัน น้ำทะเล สารละลาย อุณหภูมิ : -40 ถึง 100 °C อัตราการไหล : -16 m/sec ถึง 0 ถึง 16 m/sec ลักษณะการไหล : ของไหลไหลเต็มท่อและมีการไหลที่คงที่
ท่อที่ต้องการวัดอัตราการไหล	วัสดุ : เหล็กกล้า เหล็กหล่อ Stainless Steel PVC Asbestos ขนาด : เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ถึง 350 มม. (สำหรับ Senser ขนาดเล็ก) เส้นผ่านศูนย์กลาง 200 ถึง 6000 มม. (สำหรับ Senser ขนาดใหญ่) ตะกรัน : หินปูน Tar Epoxy ความยาวท่อ : 10 D หรือ มากกว่าสำหรับ Up Stream 5 D หรือ มากกว่าสำหรับ Down Stream
ความถูกต้อง	1.5 %

รูปที่ 3.14 รูปแสดงเครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow

3.3.2 วิธีทำการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

อาคาร ปตท. เป็นอาคารประเภทอาคารสำนักงาน ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในวันทำงาน และวัดหยุดมีค่าต่างกัน ดังนั้นการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. จะทำการวัดการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ของอาคารทั้งในวันทำงาน และในวันหยุด โดยในวันที่ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานจะต้องเป็นวันที่มีสภาพอากาศปกติ ไม่มีฝนตก ท้องฟ้าแจ่มใส อากาศไม่ร้อน หรือหนาวจนเกินไป เพื่อจะได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับประมาณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตลอดปี

ในส่วนต่อไปนี้จะกล่าวถึงวิธีการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. โดยจะแบ่งการวัดเป็นส่วนย่อย ดังนี้

- การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ
- การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟแสงสว่าง
- การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์
- การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์อื่นนอกจากระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบลิฟท์

- การวัดภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท.
- การวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละชั้นของอาคาร (room temperature)
- ข้อมูลอากาศในวันที่ทำการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.

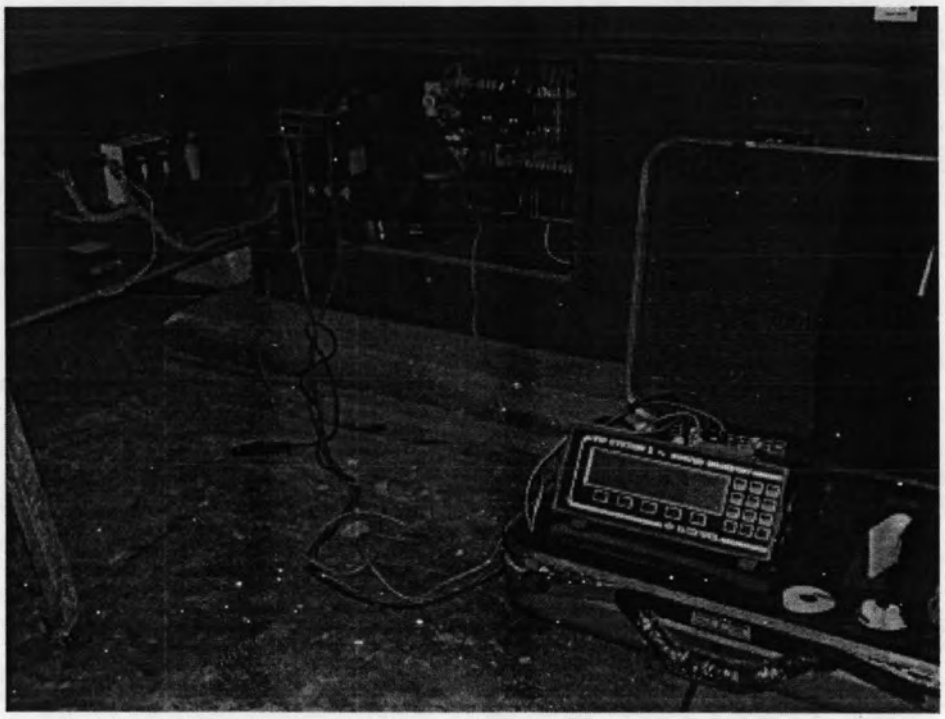
1) การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น หอผึ่งลม และพัดลมระบายอากาศ โดยปกติแล้วอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ค่อนข้างคงที่ ดังนั้นการหาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (kWh) ของแต่ละอุปกรณ์สามารถหาได้จากผลคูณของค่ากำลังงานไฟฟ้า (kW) ที่ใช้ในแต่ละอุปกรณ์กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อวันของแต่ละอุปกรณ์

การตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. จะวัดค่ากำลังไฟฟ้า (kW) ในแต่ละอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นด้วยเครื่อง CLAMP-ON METER และเครื่อง ENERGY ANALYZER ในตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.19 และตัวอย่างการวัดแสดงในรูปที่ 3.15 การหาจำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อวันของแต่ละอุปกรณ์สามารถหาได้จากการแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ของระบบควบคุมด้วยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์จากห้อง BAS ที่อยู่ชั้นใต้ดินของอาคาร การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์จะแสดงเวลา เปิด-ปิด ของอุปกรณ์ทุกเครื่องที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 3.19 แสดงรายละเอียดการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

อุปกรณ์	ตำแหน่งที่ทำการวัด
เครื่องทำน้ำเย็น	ตู้ควบคุมเครื่องทำน้ำเย็นในห้องควบคุมไฟฟ้า
เครื่องสูบน้ำเย็น	ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำเย็นในห้องระบบทำความเย็น
เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น	ตู้ควบคุมเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นในห้องระบบทำความเย็น
หอผึ่งลม	ตู้ควบคุมหอผึ่งลมในห้องระบบทำความเย็น



รูปที่ 3.15 รูปแสดงการวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และหอผึ่งลม

2) การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟแสงสว่าง

เนื่องจากระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในแต่ละชั้นของอาคาร ปตท. ไม่มีการแยกเป็นระบบไฟแสงสว่างโดยเฉพาะ จึงทำให้ไม่สามารถวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ด้วยเครื่อง CLAMP-ON METER ได้โดยตรง ดังนั้นการหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟแสงสว่างสามารถทำได้ตามลำดับขั้น ดังนี้ ขั้นแรกนับ จำนวนหลอดไฟทั้งหมด การนับหลอดไฟจะทำการแยกนับจำนวนหลอดไฟแต่ละชนิดในแต่ละชั้น ขั้นตอนที่สอง ทำการจดบันทึกเวลาเปิด-ปิดของหลอดไฟแต่ละชนิดในแต่ละชั้น ขั้นตอนสุดท้าย ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟแสงสว่างเท่ากับผลรวมของผลคูณระหว่างค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละชนิดในแต่ละชั้น กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อวัน ถ้าเป็นหลอดแบบ Fluorescent จะคูณด้วย 1.3 เป็นการเพิ่มจากการสูญเสียพลังงานใน Ballast

3) การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์

ในอาคาร ปตท. จะประกอบด้วยลิฟท์ 4 ชุด คือ High Zone Lift, Low Zone Lift, Executive Lift และ ลิฟท์ขนของ โดยปกติแล้วการใช้ไฟฟ้าในระบบลิฟท์จะมีค่าไม่คงที่ การวัดค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) ที่ใช้ในระบบลิฟท์ในหนึ่งวันสามารถวัดได้ด้วยเครื่อง ENERGY ANALYZER โดยทำการวัดการใช้พลังงานของลิฟท์แต่ละชุดของทั้งวันทำงาน และวันหยุด

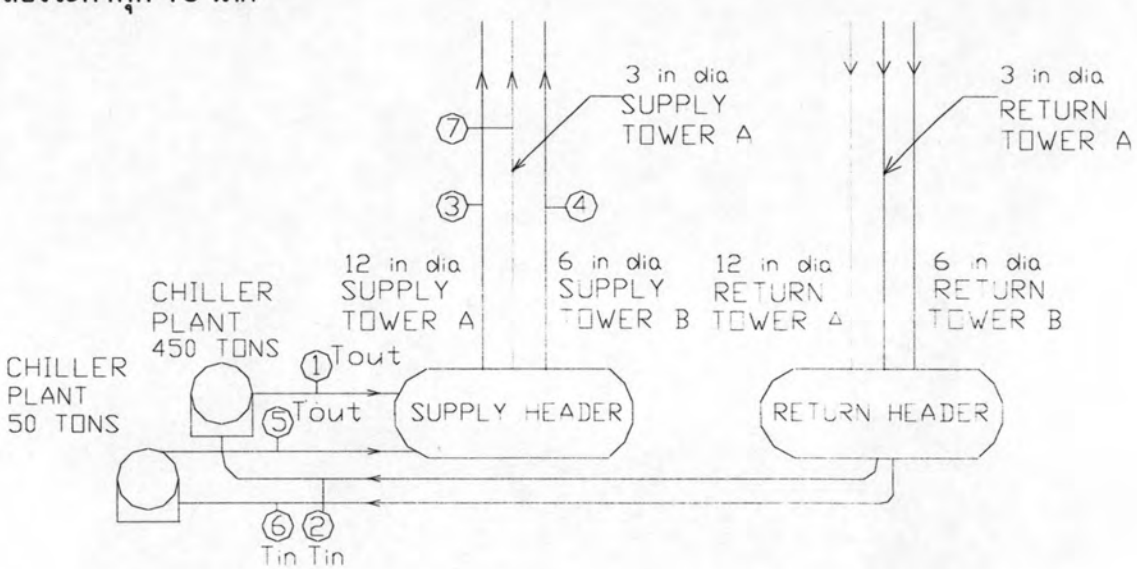
4) การวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์อื่นนอกจากระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบลิฟท์

การหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า (kWh) ที่ใช้ในระบบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ระบบที่กล่าวมาข้างต้นสามารถหาได้จาก ผลรวมของผลคูณระหว่างค่ากำลังไฟฟ้า (kW) กับจำนวนเวลาใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้ การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละชั้น ระบบเครื่องสูบน้ำ ระบบเครื่องสูบน้ำบำบัดน้ำเสีย ไฟประดับและบอร์ดตัวหนังสือวิ่ง ศูนย์คอมพิวเตอร์ และ ศูนย์สื่อสาร

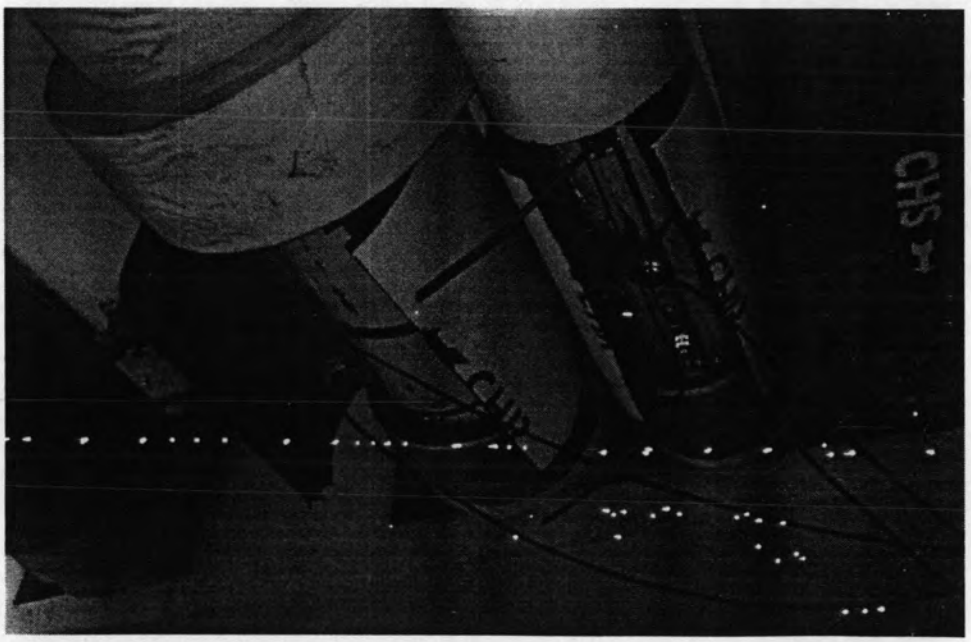
5) การวัดภาระความร้อนรายชั่วโมง (COOLING LOAD) ของอาคาร ปตท.

ในอาคาร ปตท. จะประกอบด้วยอาคาร 2 ส่วน คือ อาคาร A และ อาคาร B โดยอาคาร A จะมีท่อน้ำเย็นที่ส่งขึ้นตึก 2 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.16 ชุดแรกเป็นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว รับน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นชุด 450 ตัน ส่งน้ำเย็นไปเลี้ยงเครื่องจ่ายลมเย็นทุกชั้นในเวลาทำงาน ชุดที่ 2 เป็นท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว รับน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นชุด 50 ตัน ส่งน้ำเย็นไปเลี้ยงเครื่องจ่ายลมเย็นชั้นที่ 13 (ชั้นศูนย์คอมพิวเตอร์) และชั้นที่ 15 (ชั้นศูนย์สื่อสาร) ในช่วงนอกเวลาทำงาน ส่วนอาคาร B ใช้ท่อน้ำเย็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว รับน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นชุด 450 ตัน ไปเลี้ยงเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่องในเวลาทำงาน การวัดภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. แบ่งการวัดออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเวลาทำงาน และช่วงนอกเวลาทำงาน โดยการวัดค่าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ในช่วงเวลาทำงานวัดอัตราการไหลของท่อน้ำเย็นที่ส่งไปยังอาคาร A และ อาคาร B จากท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว (หมายเลข 3) และท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว (หมายเลข 4) สำหรับการวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นจะทำการวัดที่ท่อรวมของน้ำจ่าย (หมายเลข 1) และน้ำกลับ (หมายเลข 2) ในช่วงนอกเวลางานวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นจากท่อ 3 นิ้ว(หมายเลข 7) และทำการวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ท่อรวมของน้ำจ่าย (หมายเลข 5) และน้ำกลับ (หมายเลข 6) การวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นจะทำ

การวัดด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.17 การวัดค่าทั้งสองจะทำทุก 15 นาที



รูปที่ 3.16 รูปแสดงวงจรการทำงานของระบบปรับอากาศของอาคาร ปตท.



รูปที่ 3.17 รูปแสดงการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ส่งไปยังอาคาร A และ อาคาร B ด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลแบบ Ultrasonic Flow

6) การวัดค่าอุณหภูมิในแต่ละชั้นของอาคาร (room temperature)

เราทำการวัดอุณหภูมิในแต่ละชั้นในอาคาร ปตท. จะทำการวัดด้วยเครื่องมือ TESTO 350 โดยจะทำการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งในแต่ละชั้นที่ตำแหน่งต่าง ๆ 5 ตำแหน่ง เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เป็นตัวแทนที่ดีในแต่ละชั้น

7) ข้อมูลอากาศในวันที่ทำการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปตท.

ข้อมูลอากาศทั้งหมดจะนำมาจากการจดบันทึกของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจะได้ข้อมูลที่มีค่ามาตรฐานที่เชื่อถือได้ ข้อมูลที่จะนำมา ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก ความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลแสงอาทิตย์ ของวันที่ทำการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

3.4 การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานใหญ่ ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage โดยจะทำการแยกเนื้อหาเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

- ระบบ Ice Storage ที่ทำการศึกษาในอาคาร ปตท.
- วิธีการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage

3.4.1 ระบบ Ice Storage ที่จะทำการศึกษาในอาคาร ปตท.

ในวิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ในอาคารสำนักงาน โดยจะทำการศึกษาถึงระบบ Ice Storage 4 ระบบ ดังนี้

- ระบบ Ice Harvester
- ระบบ Ice-on-coil
- ระบบ Ice Container
- ระบบ Ice Tank

โดยที่ระบบ Ice Storage แต่ละระบบจะใช้กลยุทธ์การทำงาน 3 แบบ ดังนี้

- Full Storage
- Full Storage On Peak
- Load Leveling และ Full Storage On Peak

1) กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage

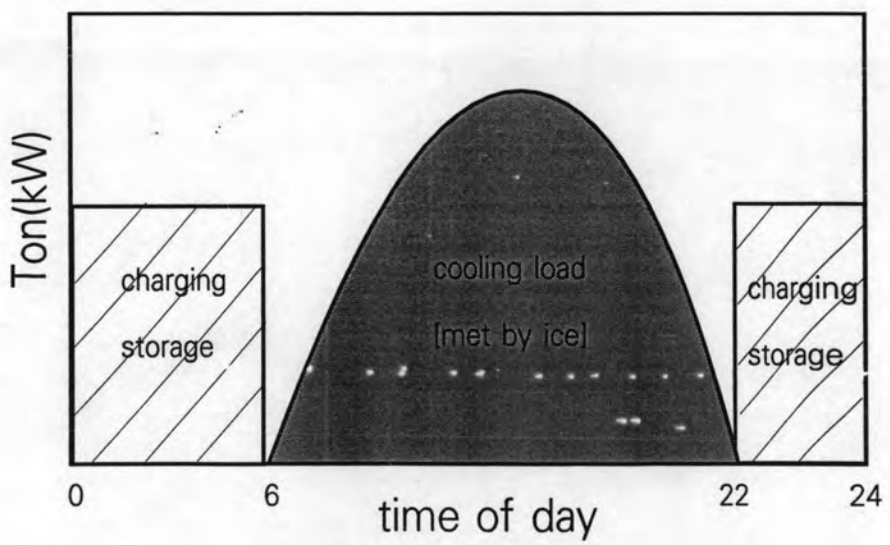
กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ ระบบทำน้ำแข็งจะทำน้ำแข็งเก็บในถังเก็บน้ำแข็งในช่วง เวลา Off Peak แล้วนำมาจ่ายความเย็นให้กับอาคารในช่วงเวลา On Peak และช่วงเวลา Partial Peak โดยความเย็นที่อาคารต้องการจะได้มาจากระบบ Ice Storage เพียงอย่างเดียว การทำงานของระบบทำความเย็นที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ได้แสดงในรูปที่ 3.18

2) กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak

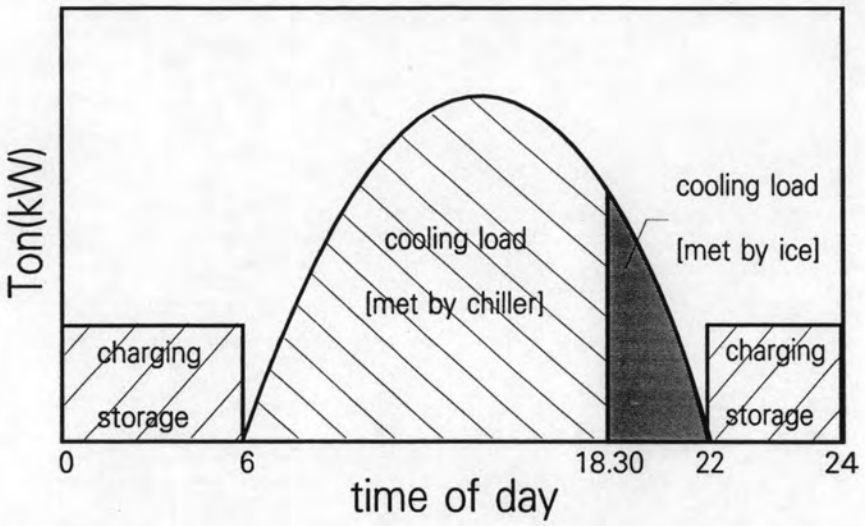
กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ ระบบทำน้ำแข็งจะทำน้ำแข็งเก็บในถังเก็บน้ำแข็งในช่วงเวลา Off Peak แล้วนำมาจ่ายความเย็นให้กับอาคารในช่วงเวลา On Peak โดยความเย็นที่อาคารต้องการในช่วงเวลา On Peak จะได้มาจากระบบ Ice Storage เพียงอย่างเดียวส่วนความเย็นที่อาคารต้องการในช่วงเวลาอื่นจะได้มาจากเครื่องทำน้ำเย็นแบบเดิม (chiller)การทำงานของระบบทำความเย็นที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ได้แสดงในรูปที่ 3.19

3) กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

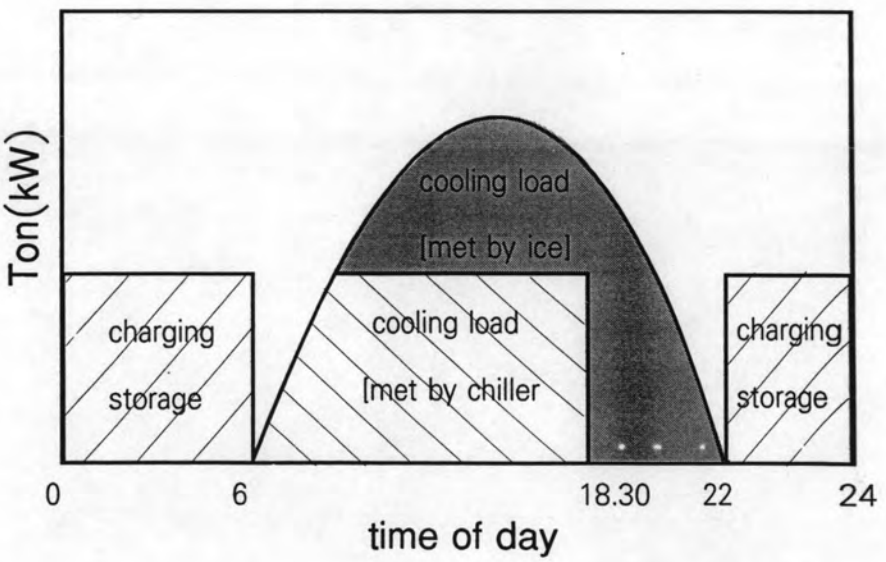
กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ ระบบทำน้ำแข็งจะทำน้ำแข็งเก็บในถังเก็บน้ำแข็งในช่วง เวลา Off Peak แล้วนำมาจ่ายความเย็นให้กับอาคารในช่วงเวลา On Peak และช่วงเวลา Partial Peak โดยความเย็นที่อาคารต้องการในช่วงเวลา On Peak จะได้มาจากระบบ Ice Storage เพียงอย่างเดียว ส่วนความเย็นที่อาคารต้องการในช่วงเวลาอื่นจะได้มาจากทั้งระบบ Ice Storage และเครื่องทำน้ำเย็นแบบเดิม (chiller) การทำงานของระบบทำความเย็นที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบนี้ได้แสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.18 รูปแสดงการทำงานของระบบทำความเย็นของอาคาร ปตท.ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage



รูปที่ 3.19 รูปแสดงการทำงานของระบบทำความเย็นของอาคาร ปตท.ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak



รูปที่ 3.20 รูปแสดงการทำงานของระบบทำความเย็นของอาคาร ปตท.ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

3.4.2 วิธีการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage

การประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรม BLAST จะใช้ Input File ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ข้อมูลอากาศ และข้อมูลอาคาร สำหรับการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage จะใช้ข้อมูลทั้งสองส่วน ดังนี้

1) ข้อมูลอากาศ

ข้อมูลอากาศจะใช้ข้อมูลเดียวกับการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม

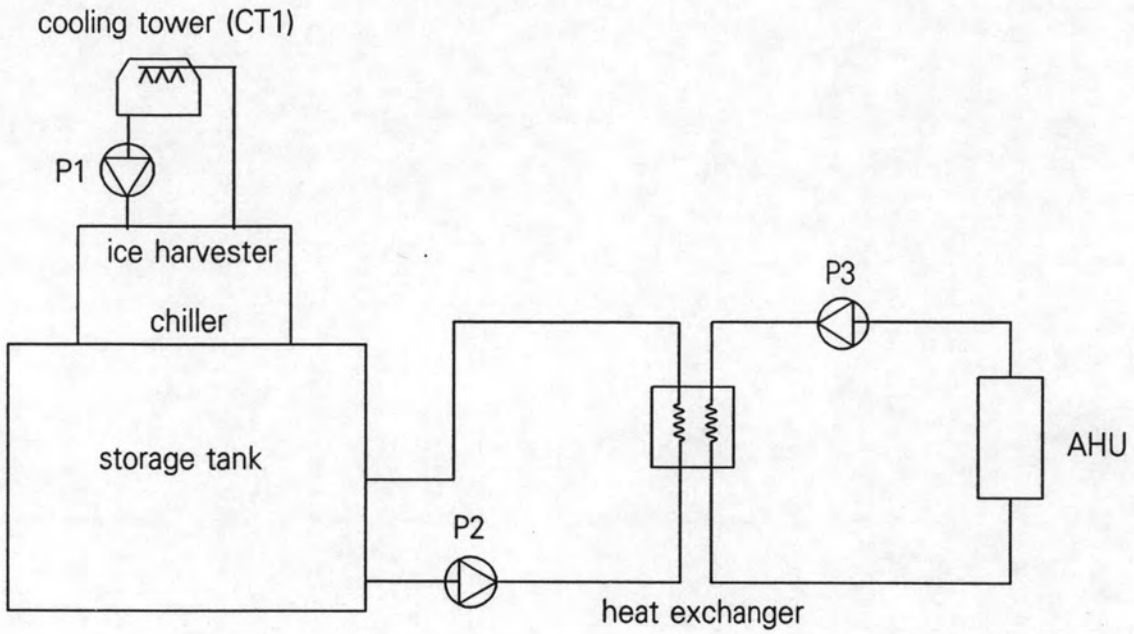
2) ข้อมูลอาคาร

ข้อมูลอาคารจะใช้ข้อมูลในสามส่วนแรกเป็นข้อมูลเหมือนกับข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับอาคาร รายละเอียดอาคาร และระบบจ่ายลมเย็น

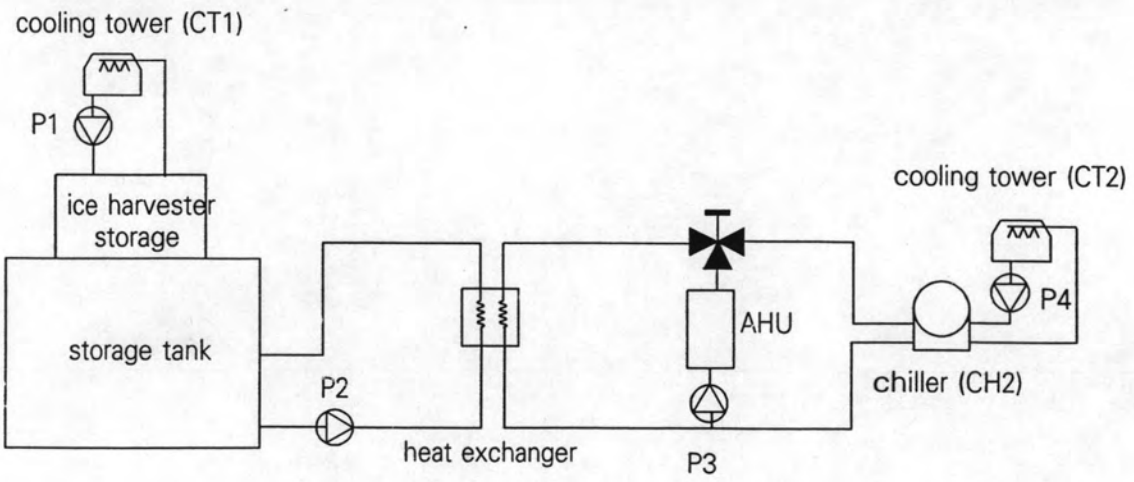
สำหรับข้อมูลในส่วนระบบทำความเย็น จะทำการเปลี่ยนเป็นระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ดังมีรายละเอียดของวงจรการทำงานของระบบ Ice Storage แต่ละแบบ ดังนี้

ก. ระบบ Ice Harvester

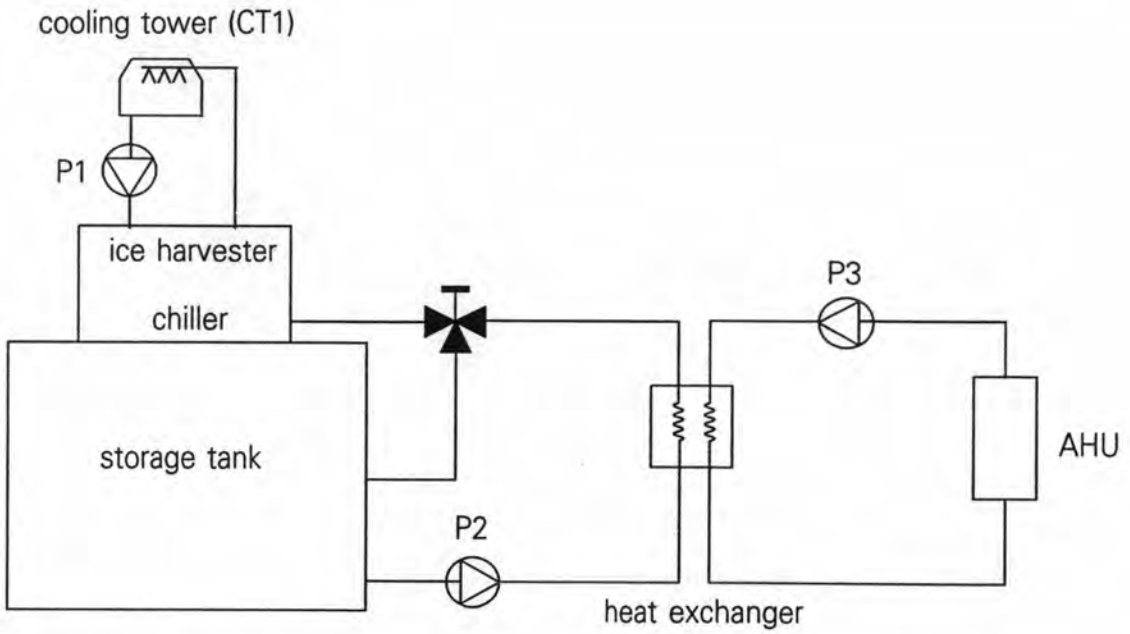
ในระบบนี้จะทำการศึกษาถึงกลยุทธ์การทำงาน 3 แบบ ดังที่กล่าวมาข้างต้น วงจรการทำงานของกลยุทธ์การทำงานแต่ละแบบแสดงในรูปที่ 3.21 รูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23 สำหรับการคำนวณและการออกแบบของกลยุทธ์การทำงานทั้ง 3 แบบ แสดงในภาคผนวก ค



รูปที่ 3.21 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage



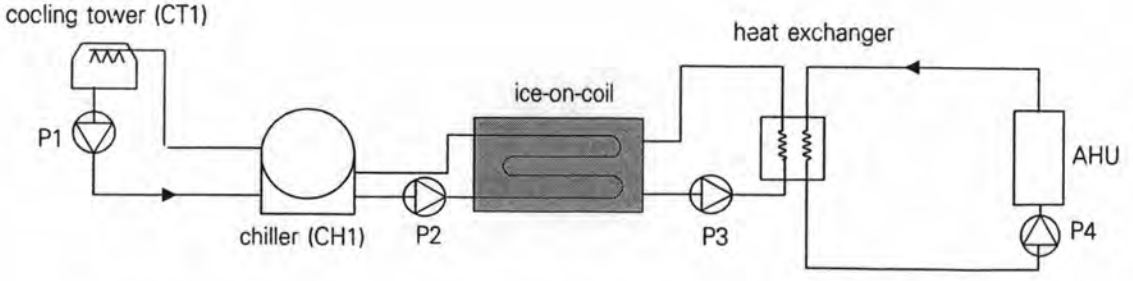
รูปที่ 3.22 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage On Peak



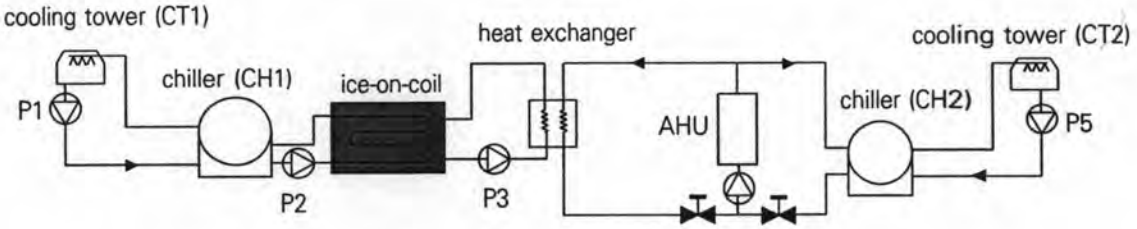
รูปที่ 3.23 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

ข. ระบบ Ice-on-coil

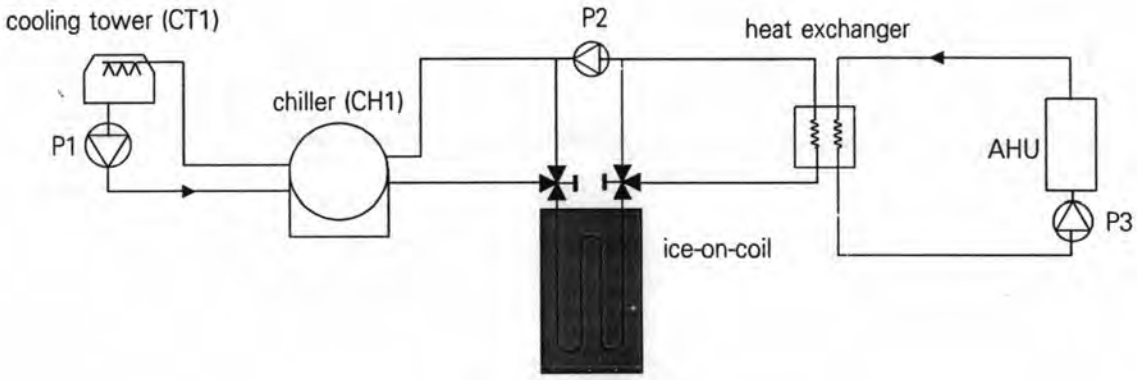
ในระบบนี้จะทำการศึกษาถึงกลยุทธ์การทำงาน 3 แบบ ดังที่กล่าวมาข้างต้น วงจรการทำงานของกลยุทธ์การทำงานแต่ละแบบแสดงในรูปที่ 3.24 รูปที่ 3.25 และรูปที่ 3.26 สำหรับการคำนวณและการออกแบบของกลยุทธ์การทำงานทั้ง 3 แบบ แสดงในภาคผนวก ค



รูปที่ 3.24 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage



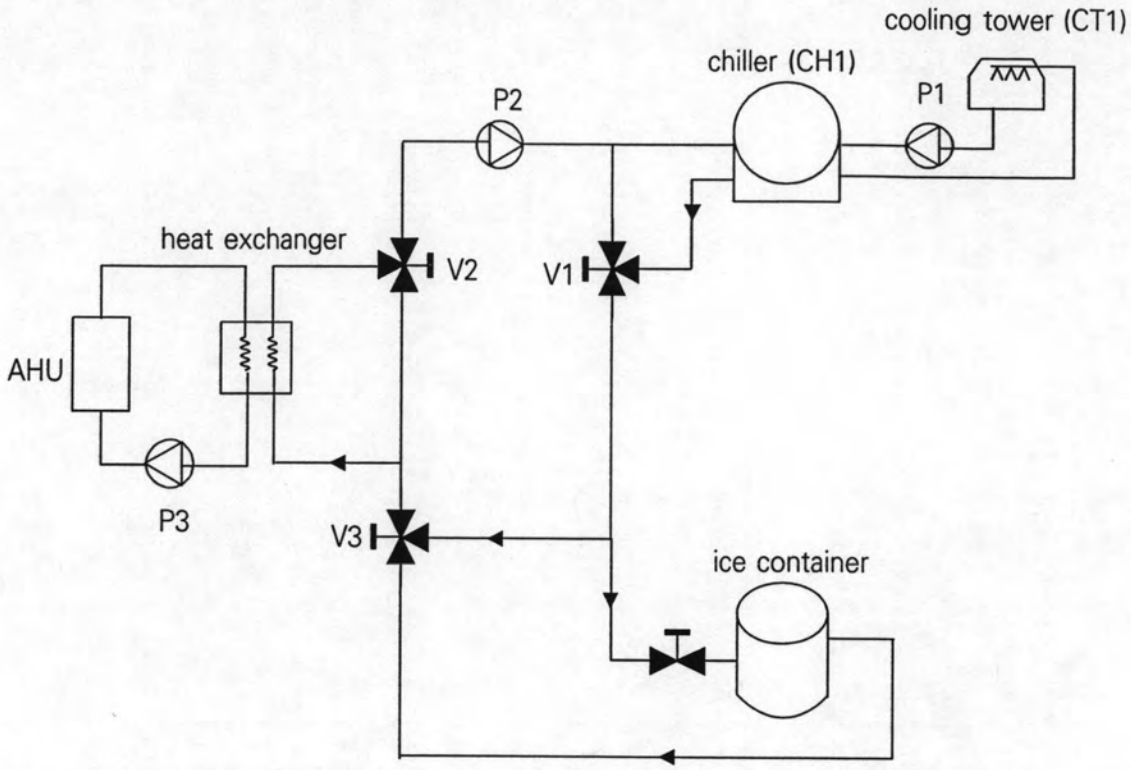
รูปที่ 3.25 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage On Peak



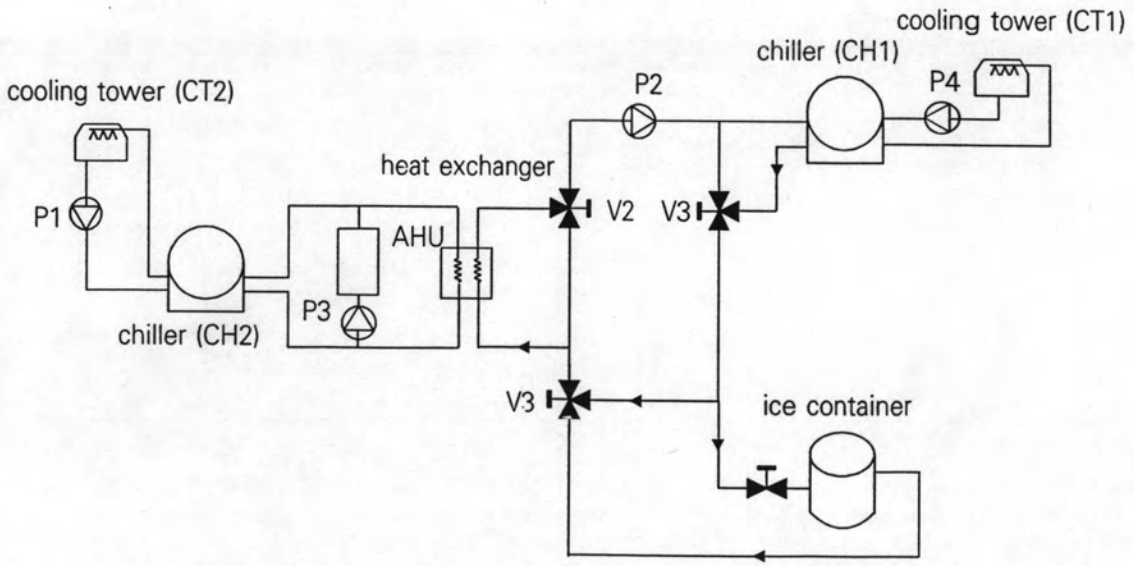
รูปที่ 3.26 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

ค. ระบบ Ice Container

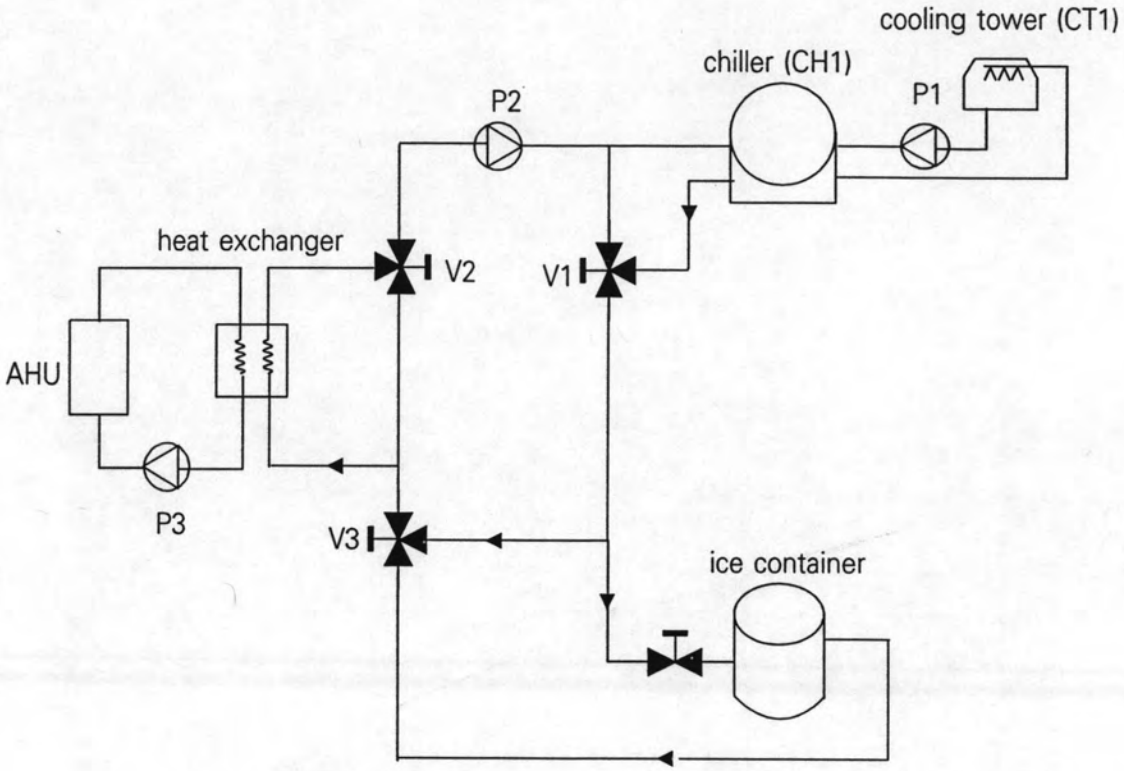
ในระบบนี้จะทำการศึกษาถึงกลยุทธ์การทำงาน 3 แบบ ดังที่กล่าวมาข้างต้น วงจรการทำงานของกลยุทธ์การทำงานแต่ละแบบแสดงในรูปที่ 3.27 รูปที่ 3.28 และรูปที่ 3.29 สำหรับการคำนวณและการออกแบบของกลยุทธ์การทำงานทั้ง 3 แบบ แสดงในภาคผนวก ค



รูปที่ 3.27 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage



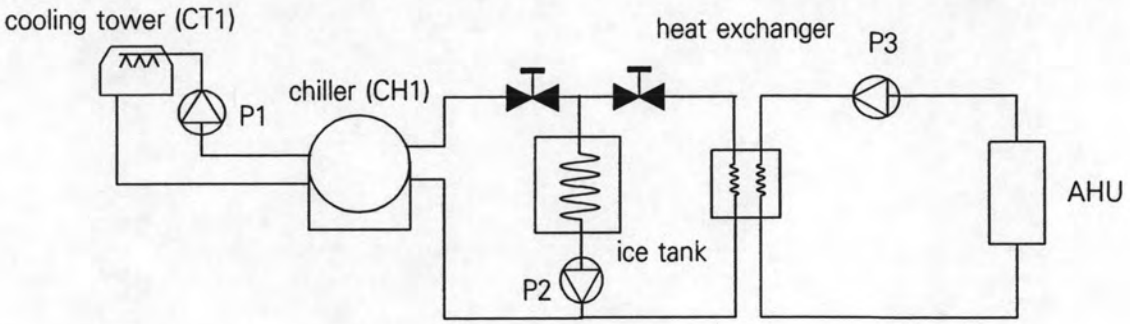
รูปที่ 3.28 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage On Peak



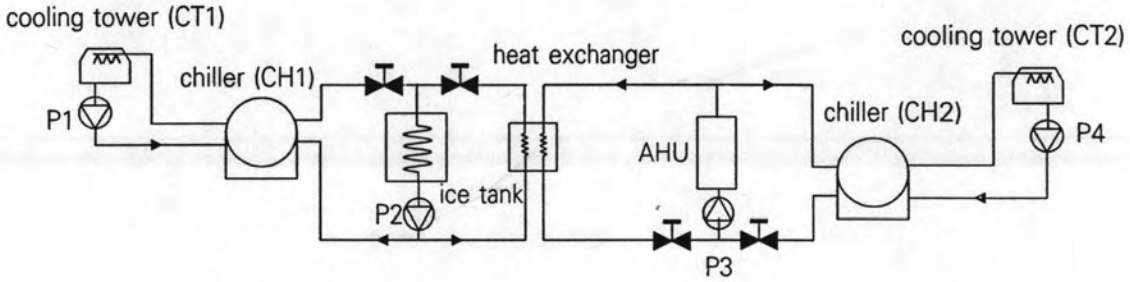
รูปที่ 3.29 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

ง. ระบบ Ice Tank

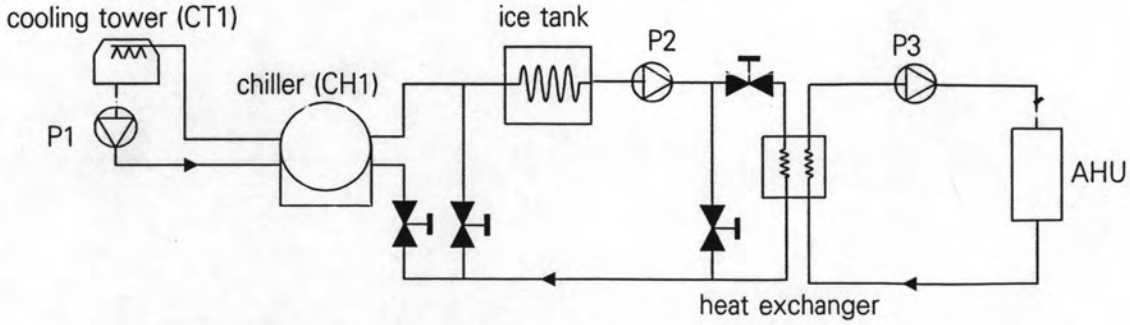
ในระบบนี้จะทำการศึกษาถึงแบบกลยุทธ์การทำงาน 3 แบบ ดังที่กล่าวมาข้างต้น วงจรการทำงานของกลยุทธ์การทำงานแต่ละแบบแสดงในรูปที่ 3.30 รูปที่ 3.31 และรูปที่ 3.32 สำหรับการคำนวณและการออกแบบของกลยุทธ์การทำงานทั้ง 3 แบบ แสดงในภาคผนวก ค



รูปที่ 3.30 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage



รูปที่ 3.31 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Full Storage On Peak



รูปที่ 3.32 รูปแสดงระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงาน แบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak