



ปีการศึกษา ๒๕๓๑

ปริญญาโท

เรื่อง ระบบไฟฟ้าศูนย์วัฒนธรรม

ELECTRICAL SYSTEM OF
THAILAND CULTURAL CENTRE



โดย

วันชัย

กัณจารุพันธ์

๒๓.๑๑๓๓

วิฑูร

พิชัยสนธิ์

๒๓.๑๑๔๕

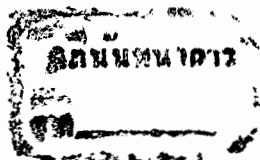
อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. นิทัศน์ กฤษณจินทา

อ. วันดี วุฒิวรรณะ

Signature

Signature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

024634

26.มค.๒๕๓๓

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา ๒๕๓๐

ภาควิชา ไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ระบบไฟฟ้าศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

ผู้จัดทำ

๑. นาย วันชัย กันจาร์พันธ์

๒๕. ๑๑๙๓

๒. นาย วิฑูร หิรัญสนธิ

๒๕. ๑๑๘๔

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. นิทัศน์ กฤษณจินดา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วันที วุฒิวรรณะ)

สารบัญ

บทที่ ๑	บทนำ	
บทที่ ๒	ทฤษฎี	
	- ระบบโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	๓
	- หม้อแปลงไฟฟ้า	๘
	- ระบบป้องกันหม้อแปลง	๑๖
	- ระบบเครื่องปรับอากาศ	๑๙
	- ระบบป้องกันฟ้าผ่า	๒๓
	- ระบบจ่ายไฟสำรอง	๒๕
	- ระบบเตือนอัคคีภัย	๒๙
บทที่ ๓	ระบบไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรม	
	- ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า	๓๑
	- ระบบไฟฟ้ากำลังของเครื่องปรับอากาศ	
	พัดลมและปั๊ม	๔๑
	- ระบบไฟแสงสว่างบนเวทีและซิมเคชั่นฉาก	๔๘
	- ระบบป้องกัน	๕๓
บทที่ ๔	การบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าและการรักษาอุปกรณ์	
	- การสำรวจสภาพการใช้พลังงานในปัจจุบัน	๖๑
	- หาข้อมูลและดำเนินการจัดเก็บข้อมูล	๗๔
	- การพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม	๘๐
	- การวางแผนซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์สำคัญ	๘๗
บทที่ ๕	บทสรุป	๑๒๙

สารบัญรูป

บทที่ ๒

รูปที่ ๒.๑	เครื่องป้องกันฟ้าผ่า	๓
รูปที่ ๒.๒	โหลดเบรกสวิตช์	๔
รูปที่ ๒.๓	ฟิวส์ไฟฟ้ากำลัง	๕
รูปที่ ๒.๔	แสดงการติดตั้งจรของฟิวส์	๕
รูปที่ ๒.๕	แสดงโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดอากาศ	๗
รูปที่ ๒.๖	แสดงโครงสร้างภายนอกของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง	๙
รูปที่ ๒.๗	หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันในระบบจำหน่ายซึ่งผนังถังระบายเรียบ	๑๔
รูปที่ ๒.๘	รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน	๑๘
รูปที่ ๒.๙	รีเลย์กระแสต่าง	๑๘
รูปที่ ๒.๑๐	แผนภาพแสดงระบบปรับอากาศ	๒๐
รูปที่ ๒.๑๑	การเกิดท่อของเครื่องปรับอากาศแบบชุดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ	๒๒
รูปที่ ๒.๑๒	แสดงการป้องกันแบบแฟรงคลินร็อก	๒๓
รูปที่ ๒.๑๓	แสดงการป้องกันแบบฟาราเดย์ เคบ	๒๔
รูปที่ ๒.๑๔	แสดงการป้องกันแบบพีวีเวนเทอร์	๒๕
รูปที่ ๒.๑๕	แสดงอุปกรณ์พีวีเวนเทอร์	๒๕
รูปที่ ๒.๑๖	แสดงการทำงานของสเทคคิลิโนเวนเทอร์	๒๖
รูปที่ ๒.๑๗	แสดงส่วนประกอบของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย	๒๘

บทที่ ๓

รูปที่ ๓.๑	วินไลน์ไคอะแกรมระบบไฟฟ้า	๓๑ ๑/๒
รูปที่ ๓.๒	ระบบการรับอากาศส่วนกลาง	๔๓
รูปที่ ๓.๓	แสดงแผนภาพระบบ	๔๕
รูปที่ ๓.๔	แสดงการควบคุมแสงสว่างบนเวทีของหอประชุมใหญ่	๔๕

รูปที่ ๓.๕	แสดงลักษณะการจัดไฟ	๕๐
รูปที่ ๓.๖	แสดงการจัดวางระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับการแสดงอย่างคร่าวๆ	๕๑
รูปที่ ๓.๗	แสดงคุณสมบัติการควบคุมไฟ	๕๕
รูปที่ ๓.๘	แสดงวงจรเบรกเกอร์	๕๗

บทที่ ๔

รูปที่ ๔.๑ ก.	ผังอุปกรณ์สำคัญของหอประชุมใหญ่	๖๒
รูปที่ ๔.๑ ข.	ผังอุปกรณ์สำคัญของหอประชุมใหญ่	๖๔
รูปที่ ๔.๒	ผังหอประชุมเล็ก	๖๕
รูปที่ ๔.๓	ผังแสดงที่ตั้งอุปกรณ์สำคัญของอาคารนิทรรศการฯ	๖๖
รูปที่ ๔.๔	แสดงการจ่ายไฟ	๖๗
รูปที่ ๔.๕	การจ่ายโหลดของศูนย์วัฒนธรรมฯ รายโหลออกจากหอประชุมใหญ่	๖๘
รูปที่ ๔.๖	ผังแสดงการจ่ายโหลอาคารนิทรรศการฯ	๖๙
รูปที่ ๔.๗	ผังแสดงการแบ่งโหลของศูนย์วัฒนธรรมฯ	๗๐
รูปที่ ๔.๘	ผังแสดงการแบ่งโหลหอประชุมใหญ่	๗๑
รูปที่ ๔.๙	ผังแสดงการแบ่งโหลของหอประชุมเล็ก	๗๓
รูปที่ ๔.๑๐	ผังแสดงการแบ่งโหลของอาคารนิทรรศการฯ	๗๓
รูปที่ ๔.๑๑	ตัวอย่างแผ่นบันทึกเพื่อควบคุมบริหารหม้อแปลงไฟฟ้า	๗๕
รูปที่ ๔.๑๒	ตัวอย่างแผ่นบันทึกเพื่อควบคุมบริหารเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๗๖
รูปที่ ๔.๑๓	ตัวอย่างแผ่นบันทึกเพื่อควบคุมบริหารมอเตอร์ไฟฟ้า	๗๗
รูปที่ ๔.๑๔	ตัวอย่างการวางการติดตั้งการใช้ไฟฟ้า	
รูปที่ ๔.๑๕	ตัวอย่างข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า	๘๕

รูปที่ ๔.๓๓ แสดงคุณสมบัติต่างๆของหลอดทั้งสแกน-ฮาโลเจน	๑๒๔
รูปที่ ๔.๓๔ ระยะเวลาที่ควรทำความสะอาดประจำ	๑๒๔
รูปที่ ๔.๓๕ ลักษณะสมบัติของหลอดชนิดต่างๆที่ใช้กันทั่วไป	๑๒๕
รูปที่ ๔.๔๐ แสดงความสว่างสำหรับบริเวณต่างๆในอาคาร	๑๒๖



ระบบไฟฟ้าศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

วันชัย คันจรรพินทร์

วิฑูรย์ พิพัฒน์นิธิ

อ. นิทัศน์ กฤษณจินทา

อ. วรวิทย์ วุฒิวรรณะ

ปีการศึกษา ๒๕๓๖

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวความคิด เริ่มต้นแก่ทางศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย ในการดำเนินมาตรการต่างๆ ในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าและการบำรุงรักษาอุปกรณ์สำคัญ เนื้อหาที่จะได้อ่านต่อไปนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูล ทฤษฎีเกี่ยวกับข้อการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด แนวทางการวิเคราะห์การใช้พลังงานขั้นต้น ซึ่งจะสามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างละเอียดต่อไปได้น่าหากมีการเก็บข้อมูลและสถิติทางขออย่างชัดเจน รวมทั้งการเสนอแนวทางการใช้พลังงานอย่างประหยัดต่างๆ ไว้ ซึ่งเนื้อหาเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อเมื่อทางศูนย์วัฒนธรรมมีการจัดหน่วยงานวิศวกรรมบำรุงรักษาและมีการรวบรวมศึกษารายละเอียดต่างๆ เพิ่มขึ้น ตลอดจนการตัดสินใจดำเนินการในเรื่องนี้ต่อไป

ELECTRICAL SYSTEM OF THAI CULTURAL CENTRE

Wonchai Thancharuphan

Wiput Phijaisanit

Nithad Krisnachinda Advisor

Wandee Woottiwantana Advisor

1987

Abstract

The purpose of this thesis is to present some basic ideas in the maintenance work and the energy management for Thai Cultural Centre. Machine data and related theories are included in order that electrical energy can be utilized at a higher degree. However, as the first step Thai Cultural Centre should plan for the organization of working staff for further investigation and data collection. Secondly, this staff should set up the routine work in maintenance and energy management to ensure profitable and longer use of electrical equipment.

บทที่ ๑

บทนำ

เนื่องจากศูนย์วัฒนธรรมแห่งชาติ มีระบบไฟฟ้าที่ทันสมัยหลายชนิด และระบบไฟฟ้าเหล่านี้ แต่ละชนิดก็มี ค่าไม่น้อย จึงจำเป็นจะต้องมีการวางแผนการใช้งานรวมทั้ง การบำรุงรักษาอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอย่างดี เพราะนอกจากจะช่วยให้สามารถใช้อุปกรณ์ ต่างๆ ได้คุ้มค่าแล้ว ยังจะช่วยให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าใน อนาคตได้ด้วย

ในบริเวณนี้พจนนี้ ทำขึ้นเพื่อเป็นการเตรียมการเตรียมงานให้กับผู้ที่ได้รับผิดชอบ ต่อการบำรุงรักษาและบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรมต่อไป โดยเนื้อหาที่ จะกล่าวต่อไปนั้น จะแบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

ในบทที่ ๒ จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรม ซึ่งประกอบด้วยหลักการทางงานของระบบที่สำคัญเช่น ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบ จ่ายไฟสำรอง เป็นต้น และยังได้อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญๆ อีกหลาย ชนิด เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในบทต่อไป

บทที่ ๓ เป็นการอธิบายลักษณะการจ่ายไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรม การใช้งาน จริงของระบบต่างๆ ซึ่งรวมถึงขีดความสามารถ จุกแค้นและจุกค้อยต่างๆ ของแต่ละระบบ

บทที่ ๔ เป็นการวางแผนเบื้องต้นในการจัดการด้านการบริหารการใช้พลังงาน ไฟฟ้า ซึ่งเนื้อหาจะครอบคลุมถึงขั้นตอนความคิดในการจัดสรรบุคลากร เพื่อรับผิดชอบด้าน ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้า การดำเนินการด้านต่างๆ กับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อการใช้พลังงาน ที่มีประสิทธิภาพ และการวางแผนสำหรับการบำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์ต่างๆ โดยจะเน้น อุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อระบบไฟฟ้ามากๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ระบบจ่ายไฟสำรอง ระบบเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้รวบรวมมาจากเอกสารต่างๆ ของ ศูนย์วัฒนธรรม เช่น คู่มือการใช้อุปกรณ์ต่างๆ แปลนระบบไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรม เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้รับคำแนะนำต่างๆ จาก เจ้าหน้าที่ของศูนย์วัฒนธรรมและเจ้าหน้าที่ การไฟฟ้านครหลวงด้วย

ในตอนท้ายของบทนี้ได้นำเสนอแบบฟอร์มการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจัดเก็บข้อมูล เกี่ยวกับประวัติอุปกรณ์สำคัญทางไฟฟ้า ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวสามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มอีกความสามารถและความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงได้ต่อไป



บทที่ ๒

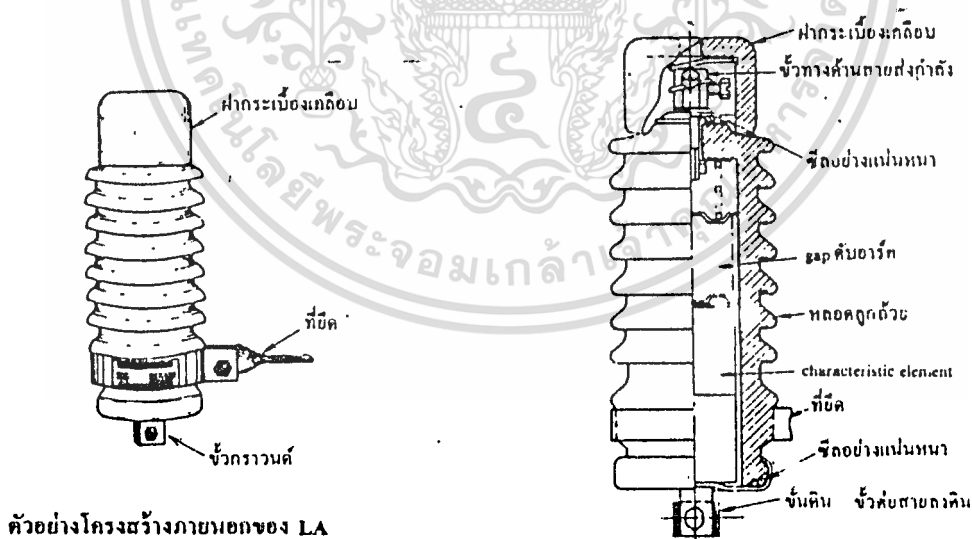
ทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีโดยย่อที่จำเป็นต่อการนำไปทำความเข้าใจ เนื้อหาในบทต่อไป ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวจะเกี่ยวกับพื้นฐานการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และอธิบายการทำงานของระบบที่สำคัญ เช่น ระบบรับอากาศ ระบบจ่ายไฟสำรอง เป็นต้น

๑. โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า นั้น มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดที่ใช้งานร่วมกันอยู่ ซึ่งแต่ละชนิดก็มีหน้าที่และความสำคัญแตกต่างกันไป เราจึงควรทำความเข้าใจโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด ดังนี้

๑.๑ เครื่องป้องกันฟ้าผ่า (Lighting arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ที่ปากทางเข้าของอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ ทำหน้าที่ป้องกันไม่ใหแรงดันไฟสูงเกินไปจนเกิดประกายไฟ ซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่าหรือการปัดเปิดวงจรผ่านเข้าไปในวงจรของอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ โดย จะทำการลดค่าแรงดันไฟสูงที่ผ่านเข้ามาแล้ว จะลดแรงดันไปยังกราวด์



ตัวอย่างโครงสร้างภายนอกของ LA

LA IIUV Resistance Valve

รูปที่ ๒.๑ เครื่องป้องกันฟ้าผ่า

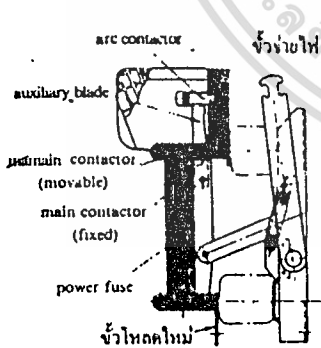
LA แบบ รีซิสแตนซ์ แวลู (Resistance Value) เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงผิดปกติเข้ามามันจะทำให้เกิดการอาร์คขึ้นในแถบสัมผัสอาร์ค ในขณะที่เกี่ยวกับความต้านทานภายใน (Characteristic element) ก็จะปล่อยให้กระแสจากการกิสซาร์จไหลผ่านได้ ทำให้ลดค่าแรงดันกระแสสูงที่สุดที่เข้ามาได้

ตัวความต้านทานภายในจะเป็นพวกสาร ซีลิกอนออกไซด์ ในขณะที่มีการอาร์คขึ้นจะยอมให้กระแสไหลผ่านโดยที่ความต่างศักย์ระหว่างขั้วจะถูกจำกัดไว้ที่ค่าหนึ่ง แต่เมื่อการกิสซาร์จสิ้นสุดลงก็จะกลับมามีความต้านทานสูงอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งป้องกันไม่ให้กระแสของระบบไหลลงดินหลังจากการกิสซาร์จเสร็จ

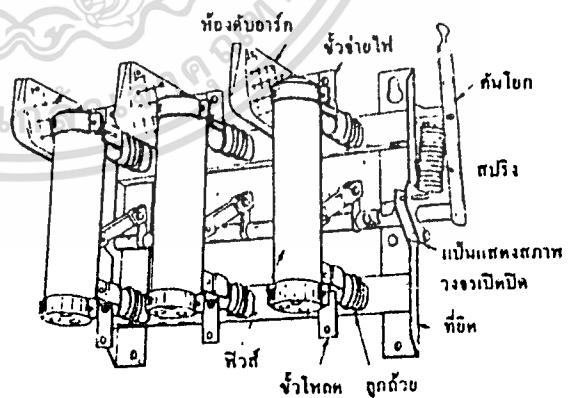
๑.๒ โหลดเบรคสวิตช์ (Load Break Switch (LBS))

คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดหรือผ่านกระแสไหลลง กระแสซาร์จหม้อแปลง และกระแสคอนเทนเซอร์ทางคานแรงสูง นอกจากนี้ยังสามารถผ่านกระแสที่สูงผิดปกติขึ้นเนื่องมาจากการลัดวงจรและผ่านกระแสเป็นช่วงเวลาสั้นๆตามที่กำหนดได้

* โหลดเบรคสวิตช์แบบห้องดับอาร์คเป็นอากาศที่มีฟิวส์ไฟฟ้ากำลัง (Power fuse) ติดอยู่ สามารถเปิดปิดกระแสไหลลงปกติหรือกระแสที่สูงเกินปกติ สำหรับกระแสลัดวงจรจะทำงานที่ความเร็วสูงไฟฟ้ากำลัง



โครงสร้างภายใน

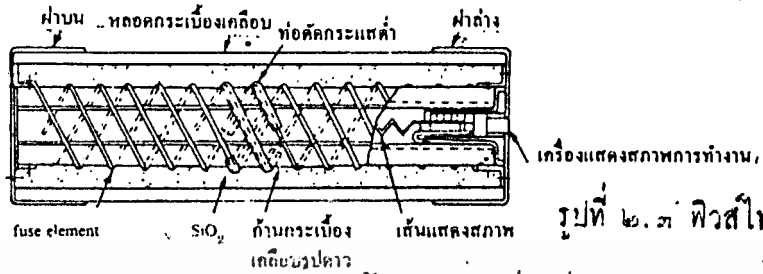


LBS แบบห้องดับอาร์คเป็นอากาศแบบไร้ในอากาศ

รูปที่ ๒.๒ โหลดเบรคสวิตช์

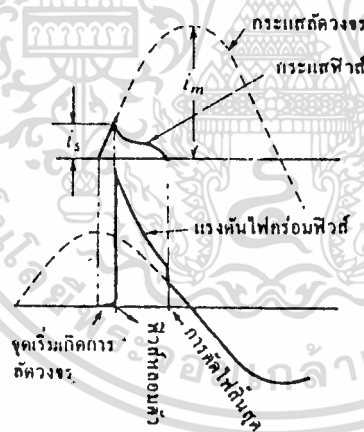
๒.๓ ฟิวส์ไฟฟ้ากำลัง (Power fuse)

จะใช้ป้องกันกระแสลัดวงจร โดยแบบที่นิยมใช้เป็นแบบจำกัดกระแส



รูปที่ ๒.๓ ฟิวส์ไฟฟ้ากำลัง

ฟิวส์ไฟฟ้ากำลังแบบจำกัดกระแสประกอบด้วย ฟิวส์ที่ทำเป็นท่อน้ำตาลและหลอดฟิวส์ ที่ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าด้วยกระเบื้องเคลือบหรือเรซินภายในหลอดฟิวส์จะบรรจุท่อน้ำตาลที่ทำด้วยเงิน ส่วนบริเวณรอบๆ นั้นโดยทั่วๆ ไปจะบรรจุทรายซิลิกา SiO_2 ทำหน้าที่กับอาร์กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสลัดวงจรเกิดขึ้น องค์ประกอบในฟิวส์จะหลอมตัวทันที และไอโลหะที่เกิดขึ้นจะซึมเข้าเข้าไปในทรายทำให้กระแสหยุดไหลก่อนถึงค่าสูงสุด ทั้งแสดงไว้ในรูป



รูปที่ ๒.๔

แสดงการทำงานของฟิวส์

๒.๕ หม้อแปลงกระแส (Current transformer)

คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงกระแสสูงๆ ในวงจรไฟแรงสูงหรือแรงต่ำให้เป็นกระแสที่มีค่าต่ำลงเป็นอัตราส่วน เพื่อใช้กับเครื่องวัดหรือมิเตอร์

๒.๕ หม้อแปลงแรงดัน (Potential transformer)

คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟแรงสูงหรือวงจรไฟแรงต่ำ ให้มีแรงดัน

เป็นอัตราส่วนของแรงดันของวงจรนั้น เพื่อใช้สำหรับเครื่องวัดหรือทำให้รีเลย์ทำงาน

๑.๖ Metering Outfit (MOP)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันและกระแสในวงจรไฟฟ้าแรงสูง ให้เป็นไฟฟ้าต่ำ เพื่อใช้ในการวัดค่าแรงดันและกระแสเพื่อใช้ในการคำนวณค่าดังไฟฟ้า โดย MOP จะประกอบด้วยหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดันบรรจุอยู่ด้วยกัน

๑.๗ หม้อแปลงกระแสซีโรเฟส (Zero phase Current Transformer (ZCT))

เมื่อเกิดการลัดวงจรกับกราวด์ (Ground relay) ขึ้นในอุปกรณ์รับจ่ายไฟ กระแสลัดวงจรนี้จะถูกหม้อแปลงกระแสซีโรเฟสตรวจพบได้และจะบังคับให้กราวด์รีเลย์ทำงาน ซึ่งจะช่วยให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำการหับเปิดวงจรออก

๑.๘ เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันน้อยกว่า ๖๐๐ โวลต์ สามารถหับแบ่งได้ ๒ ชนิดใหญ่ๆ คือ

๑.๘.๑ เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดอากาศ (Air circuit breaker)

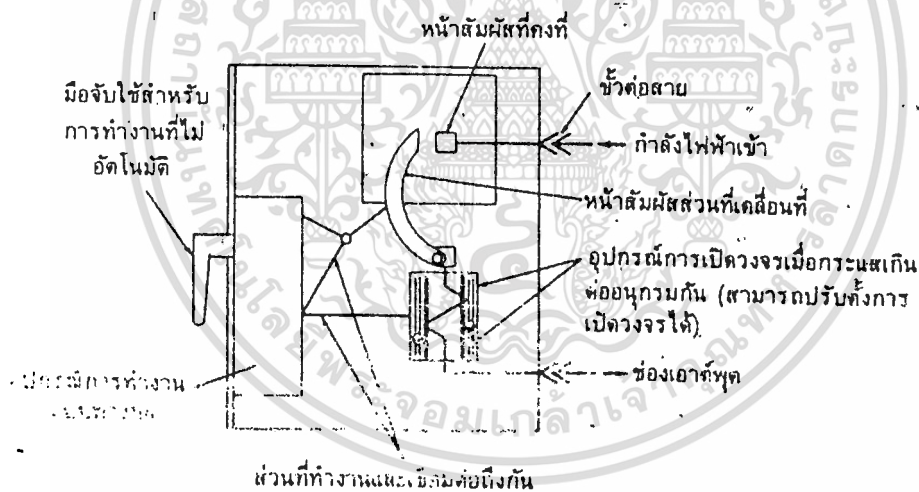
เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้โดยส่วนมากแล้วจะใช้สำหรับระบบเมน โดยจะเป็นตัวป้องกันสำหรับสายเมนทั้งหมด ซึ่งมีส่วนประกอบทั้งนี้คือ ชุดทำงานโดยอาศัยทางกล หน้าสัมผัสอาร์กอินเทอร์มิเตอร์ และอุปกรณ์การเปิดวงจร เนื่องจากกระแสเกินที่บรรจุอยู่ภายใน โดยต่ออนุกรมร่วมกับโหลดที่ไหลผ่าน เซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้จะมีขนาดการทนกระแสและการทนกระแสลัดวงจรที่สูง ส่วนอุปกรณ์เปิดวงจรที่บรรจุอยู่ภายในหรืออุปกรณ์ที่กระแสที่สร้างขึ้นมานั้นจะออกแบบมาเพื่อให้ตัดไฟออกได้อย่างถูกต้องตามคุณลักษณะที่ต้องการ เช่น อาจจะทำให้ทำงานแบบหน่วงเวลานาน หน่วงเวลาสั้น และเปิดวงจรทันทีทันใดก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่เซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าไปเกี่ยวข้องกับ

ทั้งรูปที่ ๒.๔ เป็นการแสดงโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดอากาศ

โดยมากขึ้นส่วนที่เป็นอุปกรณ์การทำงานแบบทางกลจะมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับชนิด ส่วนมือจับจะทำหน้าที่เป็นตัวมือจับเพื่อโค่นทำการเปิดหรือปิดวงจร (โดยเป็นการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัส) และในการเปิดหรือปิดวงจรนี้อาจจะใช้ชุดของสปริง

เข้ามาช่วยเพื่อให้หน้าสัมผัสในขณะที่จะเข้าหรือออกจากกันเป็นไปโดยเร็ว ชุดทางกลจะประกอบไปด้วยขลวดแม่เหล็ก (magnetic coil) พร้อมทั้งแกนลูกสูบ (plunger) ซึ่งจะเคลื่อนตัวเมื่อขลวดได้รับพลังงานหรืออาจจะเป็นชนิดโซลินอยด์ก็ได้ ซึ่งจะทำงานเพื่อให้หน้าสัมผัสปิดหรือเปิดออกจากกัน ในการปิดเปิดหน้าสัมผัสนั้นจะต้องทำโดยรวดเร็ว ซึ่งไม่ว่าจะเป็นชนิดโซลินอยด์หรือแบบใดจะต้องอาศัยหลักการเก็บพลังงาน (stored energy) โดยจะสะสมพลังงานไว้ในรูปของสปริง ถ้าจะปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสก็จะนำพลังงานส่วนที่สะสมไว้นี้มาปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสดังกล่าว

ส่วนอุปกรณ์ที่เป็ลวงจรที่ต่ออนุกรมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้ ส่วนมากจะรับผลตอบสนองทางกลหลังจากที่ได้รับพลังงานไฟฟ้ามากระตุ้น ซึ่งทำให้สามารถที่จะปรับแต่งการทำงานได้ นั่นคือปรับตำแหน่งของการเคลื่อนตัวของหน่วยที่เป็ลวงจร



รูปที่ ๒.๕ แสดงโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดอากาศ

เซอร์กิตเบรกเกอร์โดยทั่วไปชนิดนี้ จะมีลักษณะที่เข้ากับกระแสอย่างค่อนข้างต่อเนื่องไว้ตั้งแต่ ๑๕ จนถึง ๔๐๐๐ A และจะมีขีดจำกัดการทนต่อกระแสลัดวงจรตั้งแต่ ๖๕ kA จนถึง ๑๕๐ kA

๑.๔.๒ เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดโมลด์เคส (Molded case circuit

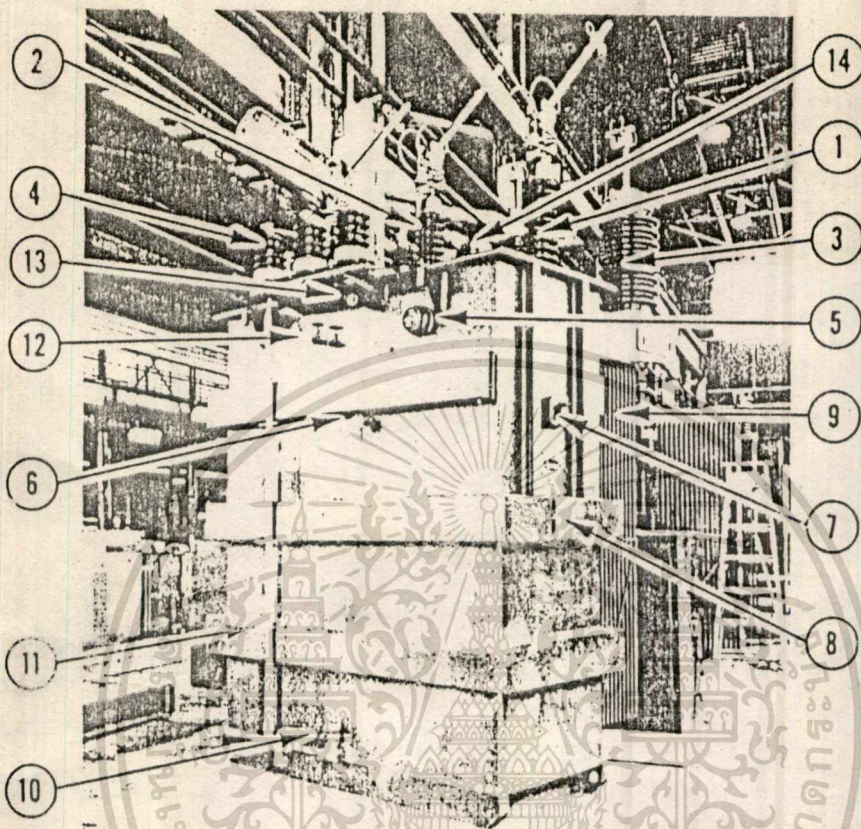
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

breaker) เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้จะพบได้บ่อยในระบบบ่งกันของสายป้อนทุติยภูมิ หรือวงจรย่อย หรือระบบเมนใหญ่ แต่กระแสไม่สูงมากจนเกินไปนัก นอกจากนี้ค่าการทนต่อการแอสต์วงจรในขณะที่เปิดวงจรออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้ก็จะไม่สูงมากนัก กลไกทางกลจะบรรจุอยู่ในกล่องที่หล่อออกมาตามการใช้งาน และชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ การปรับตั้งการทำงานส่วนมากจะปรับตั้งมาจากผู้ผลิต ในการปรับตั้งการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้คืออุปกรณ์ชุกเปิดวงจร (Trip elements) ชุกทำงานทางกล (Operating mechanism) และชุกที่สามารถจะดับอาร์คได้ (arc extinguisher) ทั้ง ๓ ชิ้นส่วนสำคัญจะถูกหล่อบรรจุอยู่ในกล่องชิ้นเดียวกัน และชิ้นส่วนที่ใช้เป็นตัวเปิดวงจรนี้จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะประจำตัวของชิ้นส่วนนั้นๆ โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวให้ชุกทำงานทางกลไปเปิดวงจรออกเมื่อเกิดการลัดวงจรหรือไหม้เกิดขึ้น ในกรณีของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดหลายขั้ว เมื่อขั้วใดขั้วหนึ่งเปิดวงจรจะทำให้ทุกขั้วเปิดวงจรตามไปด้วย

เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้ จะมีพิสัยของกระแสแรงเคลื่อนไฟฟ้าและขนาดการทนต่อการแอสต์วงจรเป็นแบบสมมาตรและไม่สมมาตรโดยพิจารณาที่ค่า RMS และส่วนมากจะมีพิสัยของการทำงานตั้งแต่ ๖๕ ถึง ๒๕๐๐ A ซึ่งสามารถทนต่อการเกิดกระแสลัดวงจรตั้งแต่ ๕๐๐ A จนถึง ๖๕ ๐๐๐ A ที่ ๒๕๐ V

๒) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

โครงสร้างของหม้อแปลงอย่างง่ายประกอบด้วยขดลวดค้ำวนำ (อาจเป็นลวดทองแดงหรือลวดนิยเมม) ซึ่งมีฉนวนไฟฟ้าหุ้มอยู่จำนวน ๒ ขด ขดแรกเรียกว่า ขดปฐมภูมิ (Primary coil) และอีกขดเรียกว่า ขดทุติยภูมิ (Secondary coil) ขดลวดทั้งสองนี้จะพันอยู่บนรอบแกนเหล็ก (Iron core) อันเดียวกัน โดยแกนเหล็กนี้จะทำด้วยแผ่นเหล็กพิเศษบางๆ ซึ่งเคลือบผิวด้วยฉนวนไฟฟ้าบางๆ วางซ้อนกันจนมีขนาดตามต้องการ เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าถูกใช้งานเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ บ่อยครั้งเกิดความร้อนขึ้นมาจากการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าบางส่วน ซึ่งแบ่งการสูญเสียเป็น ๒ รูปแบบ ได้แก่ การสูญเสียเนื่องมาจากความต้านทานของขดลวด (Copper



- | | |
|--|---|
| 1. Primary bushings | 9. Cooling system. External tubes for self-cooled (OA) or fans for forced air (FA): |
| 2. Secondary bushings | 10. Lower drain valve filter press (reclaiming) connection and sampling valve |
| 3. Primary lightning (surge) arresters | 11. Tank grounding provision |
| 4. Secondary lightning (surge) arresters | 12. Upper valve for filter press (reclaiming) connection or sampling valve (for moisture content) |
| 5. Liquid level gauge | 13. Pressure vacuum gauge |
| 6. Dial type thermometer | 14. Pressure relief device |
| 7. De-energized tap changer control handle | |
| 8. Instruction nameplate | |

รูปที่ ๒.๖ แสดงโครงสร้างภายนอกของ
หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง

loss) และการสูญเสียเนื่องจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแกนเหล็ก (Core loss) ซึ่งการสูญเสียทั้ง ๒ รูปแบบนี้จะมีค่าแปรผันตามปริมาณกระแสไฟฟ้ายกกำลังสอง ดังนั้นปริมาณความร้อนก็จะเกิดขึ้นมากน้อยตามปริมาณกระแสไฟฟ้าในหม้อแปลง แต่เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้คุณภาพของแกนเหล็กทางไฟฟ้าสูง เราจึงอาจเขียนสมการสำหรับความร้อนที่เกิดขึ้นได้จากการสูญเสียกำลังไฟฟ้าเฉพาะในขดลวดได้ดังนี้

$$W_{\text{loss}} = I^2 R$$

$$Q = I^2 R t$$

I = ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากหม้อแปลง มีหน่วยเป็นแอมแปร์

R = ความต้านทานสมมูลของขดลวดทั้ง ๒ ขด มีหน่วยเป็นโอห์ม

t = ระยะเวลาที่ใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าในการจ่ายกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวินาที

W_{loss} = ปริมาณกำลังงานสูญเสียมีหน่วยเป็นวัตต์

Q = ปริมาณความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นจากหม้อแปลงไฟฟ้าตลอดระยะเวลา t วินาที

จากสมการดังกล่าวจะเห็นว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นในหม้อแปลงไฟฟ้า จะเกิดการสะสมมากขึ้นตามระยะเวลาการใช้งาน หากหม้อแปลงไฟฟ้าไม่มีการระบายความร้อน หรือไม่สามารระบายความร้อนออกจากหม้อแปลงไฟฟ้าได้เพียงพอกับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น ก็จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในหม้อแปลงไฟฟ้าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงลุกไหม้ขึ้นได้

๒.๒ การระบายความร้อนภายในหม้อแปลง

โดยธรรมชาติแล้ว ความร้อนจะระบายออกตามผิวของวัตถุด้วยวิธีการแผ่รังสี (Radiation) และวิธีการนำพา (Convection) ในหม้อแปลงนั้นการระบายความร้อนจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับขนาดทั้งรูปร่างและอัตรากำลังของหม้อแปลงที่ใช้

หม้อแปลงก่อนที่จะถูกนำไปใช้งานนั้น อุณหภูมิภายในหม้อแปลงเท่ากับอุณหภูมิรอบๆ ภายนอก หลังจากที่มีหม้อแปลงไ้รับภาระ อุณหภูมิภายในหม้อแปลงเฉพาะส่วนที่มีกระแสไหล

จะฉีกตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว และถ่ายเทความร้อนให้แก่วัตถุหรืออากาศรอบๆทำให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิในเวลาต่อมาช้าลง จนในที่สุดไม่เพิ่มขึ้นอีกเลยเมื่อถึงอุณหภูมิหนึ่ง แสดงว่าความร้อนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกระแสไหลผ่าน จะเท่ากับความร้อนที่ระบายออก ผลก็คืออุณหภูมิคงที่

ปริมาณความร้อนที่มีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นนี้เรียกว่า ความร้อนเกิน

๒.๒ ชนิดของหม้อแปลงและวิธีการระบายความร้อน

ชนิดของหม้อแปลงที่ใช้อยู่ในขณะนี้ แบ่งออกได้เป็น

๑. หม้อแปลงชนิดฉึ่งอากาศ (Dry type transformer)

๒. หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมัน (Oil-immersed transformer)

วิธีการระบายความร้อนของหม้อแปลงชนิดฉึ่งอากาศนั้น แบ่งออกได้เป็น

๑. ระบายความร้อนโดยวิธีธรรมชาติ (Self-air cooled) สัญลักษณ์

เป็น A2.

๒. ระบายความร้อนโดยวิธีธรรมชาติและเป่าลมเข้าช่วย (Self cooled/forced air cooled or air blast cooled) มีสัญลักษณ์ว่า AA/FA

ส่วนวิธีการระบายความร้อนของหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันนั้น มีหลายวิธี ดังนี้

๑. ระบายความร้อนโดยอาศัยอากาศนำพาความร้อนออกไป (Oil-immersed self cooled, with air) มีสัญลักษณ์ว่า OA

๒. ระบายความร้อนโดยวิธีเพิ่มกำลังการหมุนเวียนอากาศ (Oil-immersed self cooled with air-blast for additional cooling) หม้อแปลงจะสามารถรับอัตราการมากกว่าวิธีที่ ๑ ถึง ๓๓ % มีสัญลักษณ์ว่า FA

๓. ระบายความร้อนโดยวิธีเพิ่มให้น้ำหมุนเวียน (Oil-immersed self-cooled with water) มีสัญลักษณ์ว่า OW

๔. ระบายความร้อนโดยวิธีเพิ่มแรงหมุนเวียนให้แก่ น้ำและน้ำมัน (Oil-immersed forced-oil cooled with forced water cooled (fow))

๒.๓ ความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มอัตราค่าสังภาระที่หม้อแปลงได้รับกับระบบ

ระบายความร้อน

วิธีการระบายความร้อนทั้งกล่าวอาจมีหลายขั้นตอน เพื่อผลประโยชน์ในการเพื่ออัตรากำไรรับภาระของหม้อแปลง เช่นหม้อแปลงชนิดฉนวนอากาศระบายความร้อนโดยวิธีธรรมชาติ (AA) เป็นขั้นแรกของการระบายความร้อน โดยให้อากาศรอบๆ หมุนเวียนตามธรรมชาติ เมื่อคิกตั้งพักลมเพิ่มขึ้นหนึ่งชุดเป็นขั้นที่สองกลายเป็น FA อากาศจะผ่านส่วนที่ร้อนเร็วขึ้นและเพิ่มภาระให้แก่หม้อแปลงได้รับมากขึ้นในหม้อแปลงชนิดฉนวนน้ำมันที่เช่นกันเป็นขั้นแรกของการระบายความร้อนโดยอาศัยการหมุนเวียนของน้ำมันตามธรรมชาติแทนอากาศที่กล่าวข้างบน เมื่อคิกตั้งพักลมภายนอกหม้อแปลงเพิ่มขึ้นเป็น FA ก็จะสามารถเร่งการระบายความร้อนออกสู่ภายนอกถึงไคเร็วขึ้นอันเป็นขั้นที่ ๒ และถ้ายังมีเนื้อที่พอสสำหรับคิกตั้งพักลมเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งชุด ก็จะเป็นขั้นที่ ๓ ทั้งสัญลักษณ์ว่า FA/FA เป็นต้น นอกจากนี้ถ้าใช้วิธีให้น้ำมันหมุนเวียนขึ้นโดยการเพิ่มปั๊ม เช่น FOA ก็จะสามารถเพิ่มภาระให้แก่หม้อแปลงเช่นกัน ขั้นตอนต่างๆ จึงอาจเป็นไคทั้ง OA/FA/FA หรือ OA/FA/FOA เป็นต้น

แต่ละขั้นตอนของการระบายความร้อนทั้งกล่าว จะสามารถเพิ่มอัตรากำไรรับภาระได้มากกว่าเดิมไคถึง ๓๓.๓๓ %

๒.๔ ตัวชื่อย่อการเรียกวิธีการระบายความร้อนของหม้อแปลงตามมาตรฐาน

หรือชื่อย่อการเรียกวิธีการระบายความร้อนทั้งมาตรฐานของอเมริกาและนานาชาติ
พอสรุปได้ดังนี้

๒.๔.๑ ตัวกลางระบายความร้อน

- O คือ น้ำมัน
- A คือ อากาศ
- L คือ ของเหลวที่สังเคราะห์แล้ว
- G คือ แก้ว
- F คือ พืชอม

๒.๔.๒ วิธีการที่เป็นสาเหตุให้ตัวกลางหมุนเวียน

N คือ ธรรมชาติ

F คือ แรงเว

๒.๔.๓ วิธีการถ่ายเทความร้อน

S คือ ถ่ายเทเอง

P คือ ลมพัด

W คือ ระบายด้วยน้ำ

ตัวอย่างเช่น ONS เรียกว่าหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันถ่ายเทความร้อนเองด้วยวิธีหมุนเวียนตามธรรมชาติ (Oil-immersed, natural circulation self-cooled)

OFW เรียกว่าหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมัน ติดตั้งเครื่องเร่งการหมุนเวียนของน้ำมันระบายความร้อนด้วยน้ำ (Oil-immersed, forced oil, water cooled) เป็นต้น

๒.๔ วิธีการระบายความร้อนในหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมัน

๒.๔.๑ หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันระบายความร้อนโดยวิธีอากาศพาความร้อนออกไป (Oil-immersed, self-cooling transformer)

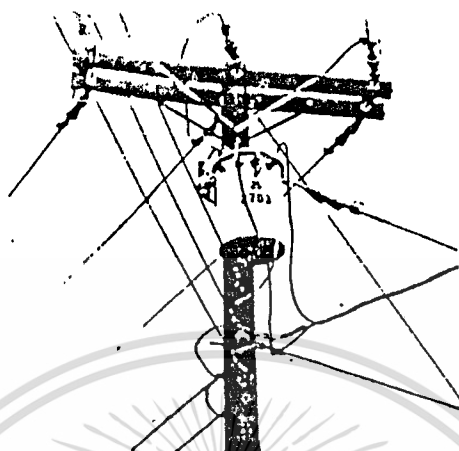
หม้อแปลงชนิดนี้ ทั้งขดลวดแกนเหล็กจะบรรจุอยู่ในถังโลหะที่มีน้ำมันจะพาความร้อนจากแกนเหล็กและขดลวดไปยังตัวถัง ส่วนตัวถังจะถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศภายนอกอีกทั้งหนึ่งโดยวิธีแผ่รังสีความร้อน

ลักษณะถังหม้อแปลงชนิดนี้มีหลายชนิดซึ่งแตกต่างกัน เพื่อสนองตามความประสงค์ของผู้ใช้ดังนี้

๑. พากผนังถังราบเรียบ (Plain tank wall)

หม้อแปลงชนิดนี้เป็นหม้อแปลงขนาดเล็ก เหมาะกับระบบจำหน่ายคังรูปที่ ๒.๗ น้ำมันเมื่อไ้กับความร้อนจากแกนและขดลวด จะขยายตัวลอยขึ้นสู่เบื้องบน ขณะเดียวกันก็จะถ่ายเทความร้อนให้แก่ผนังถัง (Tank wall) น้ำมันที่ระบายความร้อนแล้วจะเป็นตัวลงและจมลงสู่ส่วนล่างอีก การออกแบบการระบายความร้อนของหม้อแปลงนี้ จึงต้องคำนึงถึงการจั่ววางแกนและขดลวดภายในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๒.๗ หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันในระบบจำหน่ายซึ่งแห้ง ดังรายละเอียด

ถ้าแกนและขดลวดทั้งสองวางอยู่ติดกันถึง ตัวถังทั้งหมดจะร้อน ความร้อนจะถ่ายเทได้เร็วกว่าที่จะนำส่วนประกอบทั้งสองไปติดตั้งที่ส่วนบนซึ่งถึง

หม้อแปลงชนิดนี้ เมื่อต้องการเพิ่มอัตราค่าส่งให้มากขึ้น ขนาดปริมาตรของวัสดุภายในหม้อแปลงก็จำเป็นต้องเพิ่มให้ใหญ่ขึ้น ทำให้ความร้อนภายในหม้อแปลงสูงขึ้นตาม ถ้าพื้นที่ผิวไม่ถึงกว้างขึ้น การถ่ายเทความร้อนก็จะไม่สะดวก จึงต้องเพิ่มความสูงของถังให้มากกว่าปกติ

๒. พวกผนังถังที่มีครีบริบหรือแผ่นยื่นออก (Tank wall with fins)

หม้อแปลงชนิดนี้เพิ่มพื้นที่ผิวระบายความร้อนด้วยการเชื่อมครีบริบ หรือแผ่น (Plates) ติดกับผนังถัง

๓. พวกผนังถังที่มีครีบริบกลวงหรือท่อติดอยู่ (Tank wall with hollow fins or tubes)

หม้อแปลงชนิดนี้ เป็นหม้อแปลงขนาดกลาง ปริมาตรของวัสดุภายในหม้อแปลงจึงต้องใหญ่ขึ้น อัตราการเพิ่มปริมาตรของวัสดุภายในหม้อแปลงจะมากกว่าอัตราการเพิ่มพื้นที่ผิวถังภายนอก การระบายความร้อนจึงต้องแก้ด้วยการเพิ่มครีบริบกลวง หรือท่อ โดยเชื่อมติดทั้งส่วนบนและส่วนล่างของถังถึง เพื่อให้ น้ำมันไหลผ่านท่อหรือครีบริบกลวงได้คล่องตัว และลดความร้อนในที่สุด

๔. พวกหนึ่งถึงที่ติดตั้งตัวแผ่รังสีความร้อนภายนอกถึง (Tank wall with external radiators)

หม้อแปลงชนิดนี้ เป็นหม้อแปลงขนาดใหญ่ ตัวแผ่รังสีความร้อนประกอบด้วยท่อระบายความร้อนกลวง(Hollow cooler tubes) ซึ่งต่อมารวมกับท่อขวาง(Header) ทั้งข้างบนและข้างล่างของถัง ท่อขวางนี้จะเชื่อมหรือต่อกับใช้กับกติกกับผนัง

๒.๕.๒ หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันที่มีน้ำช่วยระบายความร้อน (Oil-immersed, water cooling)

หม้อแปลงชนิดนี้มีท่อทองแดงระบายความร้อน(Copper cooling coil) ขดอยู่ส่วนบนของถัง น้ำจะไหลผ่านขดทองแดงนี้ พาความร้อนที่ไต่จากน้ำมันที่สอยตัวขึ้นออกสู่ภายนอกถึง ขดลวดนี้ทำด้วยทองแดง กติกกร่อนยาก และเป็นตัวพาความร้อนจากน้ำมันสู่ น้ำเป็นอย่างดี

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงชนิดนี้ค่อนข้างต่ำ การบำรุงรักษาลำบาก ต้องทดสอบตลอดเวลาเพื่อหลีกเลี่ยงรอยรั่วในขณะใช้งาน ความดันที่ใช้ทดสอบท่อทองแดงนี้มีค่าประมาณ ๕๐๐ psi ข้อดีของหม้อแปลงชนิดนี้ก็คือ ถ่ายเทความร้อนจากน้ำมันออกสู่ภายนอกเร็ว น้ำมีราคาถูก และไม่เป็นอันตรายเนื่องจากพิษพิษ

๒.๕.๓ หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันที่แรงระบายความร้อนด้วยปั๊ม (Oil-immersed forced oil cooling)

หม้อแปลงชนิดนี้มีปั๊ม(pump) ติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อให้ น้ำมันไหลออกสู่ภายนอกผ่านถังน้ำ (Water cooled unit) ได้ ต่างกับหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันมีน้ำช่วยระบายความร้อน เพื่อแก้ไขเสียที่ว่า ถ้าขดท่อระบายความร้อนของน้ำมันยังเดือดร้อน น้ำจะไหลออกจากห้องผสมน้ำมัน ทำให้คุณสมบัติของฉนวนน้ำมันเสีย และสัทวงจรมายในหม้อแปลงได้ การทำงานของระบบระบายความร้อนหม้อแปลงชนิดนี้ อาศัยน้ำมันไหลผ่านถังน้ำ ภายนอก ฉะนั้นแม้ว่าท่อจะรั่ว น้ำมันจะผสมกับน้ำที่ภายนอกถึงก็ไม่เป็นสาเหตุให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพได้

๒.๕.๔ หม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันที่มีการเป่าลม (Oil-immersed self cooling with air blast)

หม้อแปลงชนิดนี้ มีพัลลภที่ตัวแปรรังสีความร้อน ทำให้ถ้ามารถระบายความร้อนได้เร็วขึ้น เพื่ออัตราค่าส่งรับภาระของหม้อแปลงได้

พัลลภของหม้อแปลงชนิดนี้ จะทำงานเฉพาะที่เวลารับภาระสูงสุด (Peak load) การควบคุมอาจกระทำได้ทั้งวิธีกลวิธีหัตถกรรม (manual) หรืออัตโนมัติ โดยมีตัวควบคุมทำหน้าที่เช็คความร้อนของน้ำมัน และส่งสัญญาณไปเปิดพัลลภเมื่ออุณหภูมิถึงจุดๆหนึ่ง ทำนองเดียวกันถ้าอุณหภูมิถึงจุดๆหนึ่ง ก็จะมีสัญญาณไปสั่งปิดพัลลภทันทีเช่นกัน

๓. ระบบป้องกันหม้อแปลง

ระบบป้องกันหม้อแปลงพอสรุปได้ว่าประกอบด้วย

๓.๑ รีเลย์เชิงกล

๓.๒ รีเลย์เชิงไฟฟ้า

๓.๑ รีเลย์เชิงกล ส่วนใหญ่จะติดมาพร้อมกับหม้อแปลง เป็นระบบป้องกันที่อาศัยสัญญาณทางเชิงกล เช่น อาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่ผิดปกติเกิดขึ้น หรืออาศัยการขยายตัวที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลง หรืออาศัยความร้อน เป็นต้น รีเลย์ ทั้งกล่าวออกแบบไว้สำหรับป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นในตัวหม้อแปลง ทั้งจะหักส่วต่อไป

๓.๑.๑ รีเลย์เปลี่ยนแปลงความถี่

เมื่อเกิดการลัดวงจรภายในหม้อแปลงชนิดแช่น้ำมันขึ้น ความถี่ภายในถังจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอันเนื่องจากรวมประกายไฟ (Arc) เกิดขึ้นในน้ำมัน รีเลย์ชนิดนี้มีโครงสร้างพิเศษกว่ารีเลย์ชนิดอื่นก็คือ ในสภาพปกติ แม้ความถี่จะเปลี่ยนแปลงบ้างก็ตาม รีเลย์จะไม่ทำงานจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ทันที ซึ่งหมายความว่าภายในหม้อแปลงจะต้องมีเหตุการณ์ที่ผิดปกติขึ้นแล้ว

รีเลย์ชนิดนี้เหมาะกับหม้อแปลงชนิดปิดกันสมบูรณ์ (Sealed type) ปกติจะติดตั้งอยู่ที่ห้องก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen chamber) ข้างบนถังหม้อแปลง

หลักการทำงานของรีเลย์ชนิดนี้ ถ้าความถี่ภายในหม้อแปลงเปลี่ยนแปลง

ช้า รีเลย์จะไม่ทำงาน เพราะว่าการต้านภายในถึงหม้อแปลงและรีเลย์เท่ากัน ถ้าใน
 ไตรเจนจึงยังคงถ่ายเทผ่านท่อระบายไค้สะดวก แต่เมื่อถ้าภายในถึงหม้อแปลงสูงผิดปกติ
 การถ่ายเทของก๊าซในไตรเจนจะติดขัด เกิดความดันซึ่งทำให้รีเลย์ทำงาน ฉะนั้นความดัน
 ที่จะทำได้รีเลย์ทำงานจะต้องมีอัตราความเร็วสูงและแรงมาก

รีเลย์ชนิดนี้มีความไวสูงกว่าชนิดอื่นมาก แรงดันที่ทำงานได้ทั้งไว้ที่ความ
 กัม ๑.๐๘๔ จก/ซม² และอัตราความเร็วของแรงดันนี้จะเป็น ๖.๐๐๘๖ กก/ซม²/วินาที

๓.๑.๒ บุชชอลท์รีเลย์ (Buchholtz relay)

เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นในหม้อแปลง จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและน้ำมันฉนวน
 จะแตกตัวผลิตของก๊าซออกมา ก๊าซลอยตัวหรือน้ำมันที่ไหลผ่านบุชชอลท์รีเลย์อย่างรวดเร็ว
 จะไปส่งสัญญาณให้สวิทช์ตัดการทำงานตัดวงจร

๓.๑.๓ รีเลย์ความร้อน (Thermal relay)

รีเลย์ชนิดนี้ติดตั้งอยู่ภายในข้าง ภายในหม้อแปลงที่มีที่กันสะเทือน และ
 พื้นฟ้าอากาศภายนอกเป็นพิเศษ มีหน้าที่ตรวจหาอุณหภูมิของขดลวดที่ขึ้นไปสูงที่สุด หรืออุณหภูมิ
 ของน้ำมันหม้อแปลงและให้สัญญาณเตือนแก่ควบคุมเครื่องหรืออุปกรณ์ตัดตอน หรือควบคุม
 เครื่องมือระบายความร้อนอย่างอัตโนมัติ ฉะนั้นจึงมีสวิทช์เล็กๆหลายตัวเพื่อสะดวกในการ
 ตั้ง บกคิจะตั้งที่อุณหภูมิ ๖๓° ๗๕° และ ๑๑๐° C ถ้าเป็นอุณหภูมิของขดลวดและที่ ๕๕°
 ๖๕° และ ๘๐° C ถ้าเป็นอุณหภูมิของน้ำมันหม้อแปลง

๓.๒ รีเลย์เชิงไฟฟ้า สัญญาณที่ป้อนให้แก่รีเลย์นั้น เป็นสัญญาณที่ได้จากการเปลี่ยน
 แปลงค่าปริมาณทางไฟฟ้า เช่น กระแส แรงดันไฟฟ้า และความถี่ ระบบป้องกันด้านนี้จึง
 พยดุงได้ดังนี้

๓.๒.๑ มุ่งกันภาระเกิน (Overload protection)

ระบบป้องกันนี้ อาศัยค่ากระแสที่เกินอัตราปกติ ป้อนให้แก่รีเลย์ เพื่อให้
 รีเลย์ส่งสัญญาณเตือนหรือปลดทวงจรรอก ข้อสำคัญจึงมีอยู่ว่า รีเลย์กระแสชนิดนี้ จะต้อง
 สามารถแบ่งแยกสัญญาณชนิดไหนเป็นกระแสที่เกิดจากการลัดวงจรหรือภาระเกินชั่วขณะออก
 ให้ได้ มิฉะนั้นจะได้ยินเสียงสัญญาณเตือนอยู่ตลอดเวลา

๓.๒.๒ ม้องกันกระแสเกิน (Overcurrent protection)

ระบบนี้มีวิธีป้องกันอยู่ ๒ วิธี คือ

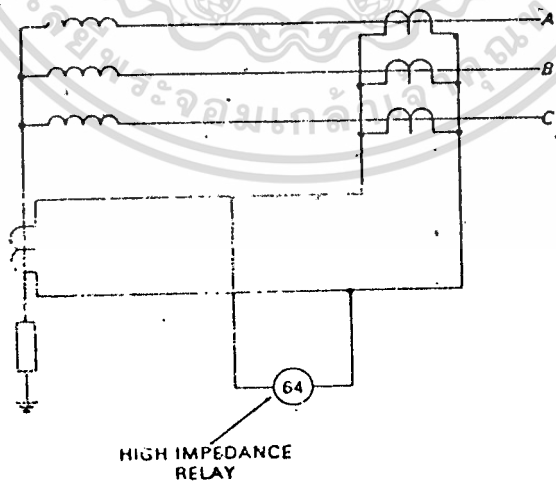
๑. ระบบฟิวส์ เป็นระบบป้องกันที่ใช้กับหม้อแปลงขนาดเล็ก ทุกครั้งที่เลือกใช้ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติของมัน ระหว่างกระแสที่ผ่านมัน และเวลาเป็นสัดส่วนผกผันกัน

๒. รีเลย์กระแสเกิน (Overcurrent relay) รีเลย์ชนิดนี้มีไว้เพื่อป้องกันการลัดวงจรภายนอกโดยเฉพาะ ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาดเล็กเราจะใช้รีเลย์ชนิดนี้ป้องกันทั้งกรณีลัดวงจรภายในและลัดวงจรภายนอกด้วย

ปกติรีเลย์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็นเพียงสำรอง (Back up) รีเลย์ชนิดกระแสต่ำ ในการป้องกันการลัดวงจรภายในหม้อแปลงของหม้อแปลงตัวใหญ่และเป็นรีเลย์ขั้นพื้นฐาน (Main) สำหรับการลัดวงจรภายนอก

๓.๒.๓ ม้องกันกระแสเกิน (Earth fault protection)

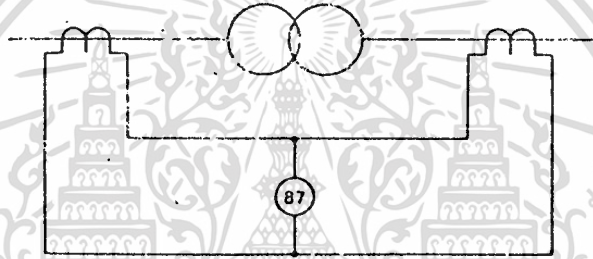
ในกรณีที่หม้อแปลงมีจุดกราวด์ของขลวดแบบ y ต่อลงดิน ลำพังเฉพาะรีเลย์กระแสเกินนั้นยังไม่อาจป้องกันการลัดวงจรภายในหม้อแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีรีเลย์ชนิดนี้เพื่อทำหน้าที่คล้ายรีเลย์กระแสต่ำ ทางานทันทีเมื่อเกิดการลัดวงจรของขลวดภายในหม้อแปลงลงดิน ลักษณะของวงจรได้แสดงไว้ดังรูป



รูปที่ ๒.๔ รีเลย์ม้องกันกระแสดิน

๓.๒.๔ ป้องกันกระแสต่าง (Differential protection)

รีเลย์ชนิดนี้มีความไวมาก ทันทีที่ขดลวดลัดวงจร ค่าของกระแสขาเข้าและขาออกจะต่างกัน มีผลให้รีเลย์ชนิดนี้ทำงานและส่งสัญญาณไปปลดวงจรออก ทั้งรูปข้างล่าง ข้อสำคัญอยู่ที่ว่า เมื่อแรกเริ่มให้พลังงานแก่หม้อแปลงจะมีกระแสพุ่ง (Inrush current) เกิดขึ้นทันที ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับการลัดวงจรภายในหม้อแปลง รีเลย์ชนิดนี้จึงต้องแบ่งแยกให้ไว้ว่าเป็นกระแสชนิดใด โดยอาศัยการวิเคราะห์ลักษณะของคลื่นกระแสพุ่ง ซึ่งปรากฏว่ามีคลื่นรบกวนที่สอง (Second harmonic) ผสมอยู่ มาเป็นตัวแยกสัญญาณ



รูปที่ ๒.๔ รีเลย์กระแสต่าง

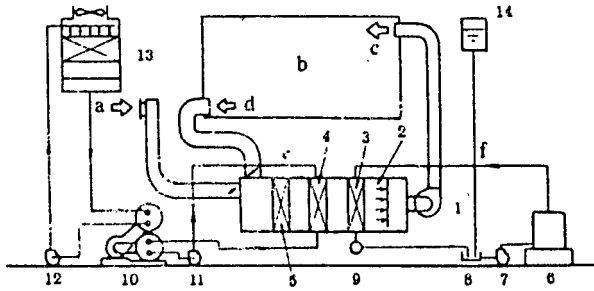
๓.๒.๕ ป้องกันแรงดันเกิน (Overfluxing protection)

แรงดันที่เกินปกติจะมีความสัมพันธ์กับแรงเค้นบนฉนวนและเส้นแรงแม่เหล็ก รีเลย์ชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องทำงานทันที เพื่อป้องกันความผิดพลาดและอาจยืดเวลาได้นานถึง ๒ นาทีได้ โดยเฉพาะถ้าเป็นหม้อแปลงที่อยู่ใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว รีเลย์ ชนิดนี้จะมีความสำคัญมาก

* ๔. ระบบเครื่องปรับอากาศ

สามารถพิจารณาแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้คือ

๔.๑ ระบบปรับอากาศส่วนกลาง



ก. อากาศภายนอก

ข. ห้อง

ค. ท่อจ่าย

ด. ท่อกลับ

e. น้ำเย็น

f. น้ำร้อน

1. หักลม

2. เครื่องทำให้อากาศเย็น

3. จดท่อทำให้อากาศร้อน

4. จดท่อทำให้อากาศเย็น/แห้ง

5. เครื่องกรองอากาศ

6. หม้อน้ำ

7. บ่อน้ำเลี้ยง

8. ถังน้ำที่ควบคุม

9. อุปกรณ์ดักไอน้ำ (steam trap)

10. เครื่องทำความเย็น

11. บ่อน้ำเย็นน้ำเย็น

12. บ่อน้ำเย็นน้ำร้อน

13. หอทำน้ำให้เย็น

14. ถังน้ำขยายตัว

รูปที่ ๒.๑๐

แผนภาพแสดงระบบการปรับอากาศ

๔.๑.๑ ระบบผลิตความร้อน (heat generating system)

มีเครื่องจักรทำความเย็น (Refrigerating machine) หอทำน้ำเย็น (Cooling tower) และหม้อน้ำ (boiler)

๔.๑.๒ ระบบท่อ (Piping system) มีท่อน้ำ ท่อไอน้ำ ท่อสารทำความเย็นและปั๊ม

๔.๑.๓ เครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) มีเครื่องกรองอากาศ เครื่องทำให้อากาศเย็น เครื่องทำให้อากาศร้อน และเครื่องทำให้อากาศชื้น

๔.๑.๔ ระบบท่อลม (Duct system) มีพัดลม ท่อลมและหัวจ่ายลม

ในการทำคามเย็นนั้น เครื่องทำให้อากาศเย็นจะทำให้อากาศที่สะอาดเย็นลงและแห้งลง สำหรับการทำความร้อน อากาศที่สะอาดจะถูกทำให้ร้อนโดยเครื่องทำความร้อน และทำให้ชื้นโดยเครื่องเพิ่มความชื้น จากนั้นอากาศจะถูกส่งโดยพัดลมโดยผ่านท่อลมเข้าไปในห้องปรับอากาศ

ในเครื่องทำให้อากาศเย็น มีน้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นไหลวนโดย

ใช้มีน้ำ หรือมีสารทำความเย็นไหลวนโดยอาศัยความแตกต่างของความดันของสารทำความเย็นในระบบเครื่องทำความเย็น เครื่องทำให้อากาศเย็นโดยใช้สารทำความเย็นโดยตรง เรียกว่า "ชกท่อทำความเย็นด้วยการขยายตัวโดยตรง"

เครื่องทำให้อากาศร้อนรับไอน้ำ หรือน้ำร้อนจากหม้อน้ำมาทำให้อากาศร้อน ระบบปรับอากาศแบบหนึ่งอาจทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องทำความเย็นและเครื่องทำความร้อน โดยใช้น้ำเย็นในการทำลมเย็น และน้ำร้อนในการทำลมร้อน เครื่องทำความเย็นและเครื่องทำความร้อนทำด้วยท่อที่มีครีป อาจเรียกรวมว่า "ชกท่อลม"

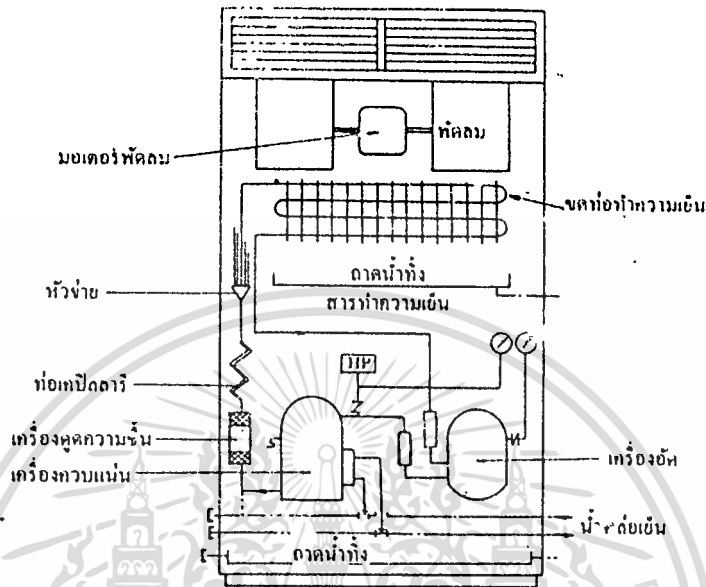
เครื่องควบแน่นในเครื่องทำความเย็นต้องการน้ำหล่อเย็น ซึ่งอาจได้จากน้ำบ่อ น้ำจากแม่น้ำหรือน้ำประปา น้ำเหล่านี้มีคุณภาพดี และมีปริมาณมาก ในกรณีที่มีน้ำคุณภาพดีในปริมาณจำกัด ก็อาจใช้หอทำน้ำเย็นทำน้ำที่ใสแล้วให้เป็นลมใหม่เพื่อนำมาใช้อีกเรื่อยๆ

๔.๒ เครื่องปรับอากาศแบบชก

เครื่องปรับอากาศแบบชกเป็นเครื่องที่มีเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นในเปลือกหุ้มเดียวกัน รูปที่ ๒.๑๖ แสดงเครื่องแบบหนึ่งซึ่งประกอบด้วย ส่วนประกอบการปรับอากาศ พัดลม ชกท่ออากาศ แผ่นกรองอากาศ ฉากน้ำทิ้ง ติดตั้งอยู่บนส่วนของเปลือกหุ้ม เพื่อว่าอากาศที่ถูกดูดผ่านช่องทางเข้าทางส่วนล่างจะถูกปรับให้มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม และจะถูกส่งออกจากห้องลมซึ่งอยู่ส่วนบนของพัดลมเข้าไปในห้อง สำหรับกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบชกเครื่องเดียวสำหรับหลายห้องนั้น อากาศที่จําบเข้าไปในห้อง จะต้องส่งไปโดยท่อลมที่ต่อจากห้องลมของเครื่อง ชกท่ออากาศของเครื่องมักจะเป็นแบบชกท่อขยายตัวโดยตรง ซึ่งทำความเย็นและลดความชื้นของอากาศที่ถูกดูดเข้ามาในเครื่อง โดยการระเหยสารทำความเย็นเหลวจากเครื่องควบแน่นของเครื่องทำความเย็น

สำหรับส่วนเครื่องทำความเย็นมีเครื่องอัด เครื่องควบแน่น เครื่องควบคุมอุณหภูมิ และเครื่องขุดกรรไฟฟ้า เครื่องอัดอาจจะเป็นแบบลูกสูบ หรือแบบหมุนเวียน หรือโรตารี่แบบบีทิมิเทค หรือเฮอร์เมติกเป็นแบบที่เครื่องอัดและมอเตอร์อยู่ในเปลือกหุ้มเดียวกัน เครื่องควบแน่นอาจเป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือระบายความร้อนด้วย

อาคาร



รูปที่ ๖.๑๑ การเดินท่อของเครื่องปรับอากาศแบบชุดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

เครื่องปรับอากาศแบบชุดเป็นเครื่องที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน เป็นเครื่องที่ไม่สะดวกสำหรับใช้ปรับอากาศตลอดปี มีค่าบำรุงรักษาสูง ประสิทธิภาพของเครื่องอัดไม่ค่อยสูงนัก แต่เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีราคาถูก จึงเป็นที่นิยมใช้กันในอาคารหลายประเภท

๔.๓ เครื่องปรับอากาศห้อง

เครื่องปรับอากาศห้องเป็นเครื่องปรับอากาศแบบชุดขนาดเล็ก มีความสามารถในการทำความเย็น ๐.๕ ถึง ๒ ตันความเย็น มีทั้งแบบตั้งพื้น แขนงบนฝ้าเพดาน ติดผนัง และติดหน้าต่าง เครื่องควบแน่นมักจะเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งอาจติดตั้งแยกไว้ภายนอกอาคารก็ได้ สำหรับเครื่องขนาดใหญ่จะมีแบบระบายความร้อนด้วยน้ำด้วย เครื่องแบบนี้อาจใช้ทำงานเป็นปั๊มความร้อนเพื่อให้ความร้อนในฤดูหนาว

ในการเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแบบห้องกับเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางนั้น ทานราคา แบบห้องจะถูกกว่ามาก แต่ในด้านการกระจายลมภายในห้อง

การกำจัดฝุ่นละอองและสิ่งสกปรก การถ่ายเทอากาศ การควบคุมเสียง และการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในฤดูร้อนนั้น จะห้ยบยว่าเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลาง

๔. ระบบป้องกันฟ้าผ่า

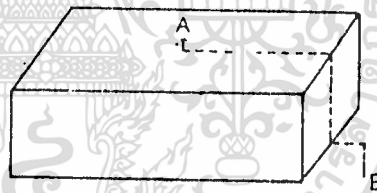
การเกิดฟ้าผ่า จะมีไฟฟ้าแรงสูงเกิดขึ้น ซึ่งถ้าหากเกิดฟ้าผ่าลงตึกหรืออุปกรณ์ต่างๆ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ จึงได้มีการคิดวิธีการป้องกันฟ้าผ่า โดยหลักการคือให้ฟ้าผ่าลงมาที่ที่เตรียมไว้ จากนั้นก็ใช้ลวดนำกระแสไฟฟ้าลงสู่กราวด์ไป ซึ่งมีรูปแบบการป้องกันฟ้าผ่าดังนี้

๔.๑ แฟรงคลินร็อด (Franklin rod)

จะเป็นเสาโลหะ ติดตั้งไว้ที่จุดที่สูงที่สุดของตึก ซึ่งจะสามารถป้องกันมิให้ฟ้าผ่าลงบริเวณเขตป้องกันได้ มีเขตพื้นที่ในการป้องกันน้อย มักใช้กับตึกสูงๆแต่ไม่ใหญ่ เช่น หอคอย เป็นต้น



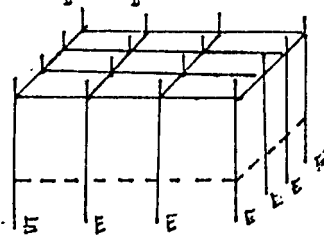
รูปโดน (cone) ตามวิธีการ
ของแฟรงคลิน



รูปที่ ๒.๑๒ แสดงการป้องกันแบบแฟรงคลินร็อด

๔.๒ ฟาราเดย์ เคค (Faraday cage)

เป็นการเพิ่มพื้นที่ในการป้องกัน โดยการตั้งเสาเพิ่มเป็นหลายท่อน และแบ่งพื้นที่ในการป้องกัน เพื่อให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ทั้งหมด มักใช้กับตึกสูงและใหญ่ หรืออีกกรณีคือไม่ต้องการให้มีเสาสูงๆอยู่ที่นอกตึก



รูปที่ ๒.๑๓ แสดงการป้องกันแบบฟาราเดย์ เคค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอกละเอียดของเสาหล่อฟ้า จะบรรจุด้วย Americium ๒๔๑

ผสมกับ Gold ซึ่งบอกละเอียดนี้จะปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีที่มีอนุภาค อัลฟา เบตา และแกมมา และจะส่งผลให้อากาศบริเวณรอบๆ เกิดการไอออนไนซ์ขึ้น ทำให้โมเลกุลของอากาศแตกตัวเป็นอิเล็กตรอน และไอออนบวกมากมาย อิเล็กตรอนจะถูกดูดเข้าไปจับกับไอออนบวกซึ่งอยู่ของแก๊บนีออน (โดยที่ไอออนนี้จะนำไอออนบวกขึ้นมาจากพื้นดิน เพราะถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุลบบนก้อนเมฆ) ดังนั้นอิเล็กตรอนจึงถูกสะเทิน (Neutralise) แล้วไหลลงดิน ส่วนไอออนบวกที่เกิดจากบอกละเอียดของเสาหล่อฟ้าจะลอยวนเวียนอยู่ โดยรอโอกาสที่จะเกิดฟ้าผ่าขึ้นหรือฟ้าผ่าลง

ในสถานะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูง (Strong electric field) (เช่น ช่วงครีမ်ฟ้าครีမ်ฝน หรือระหว่างการเกิดฟ้าผ่า) ไอออนบวกสามารถสร้างปฏิกิริยาได้ โดยการชนกันทำให้เพิ่มจำนวนไอออนบวกมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อตัวฟ้าผ่าขึ้น

เนื่องจากแบบทรีวา.เตอร์ใช้เสาหล่อฟ้าด้วย ทำให้จำนวนของสายลงดินน้อยตาม จึงใช้ตัวนำลงดินแบบโคแอกเซียล (coaxial cable) ซึ่งสายประเภทนี้สามารถทนค่าแรงดันไฟฟ้าได้สูงมาก และยังมีขดลวดเป็นชั้นๆ ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไม่ให้แพร่ออกมา

นอกจากการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าแล้ว ควรติดตั้งอุปกรณ์นับจำนวนครั้งของฟ้าผ่าบันทึกตัวเลขได้ เพื่อประโยชน์ในการดูแลสภาพระบบป้องกันต่างๆ

๒. ระบบจ่ายไฟสำรอง

ชนิดของระบบจ่ายไฟสำรองที่จะเลือกใช้ขึ้นอยู่กับว่าลักษณะของอาคารเป็นอย่างไร อุปกรณ์ต่างๆ หรือขบวนการทั้งหลายสามารถทนต่อความล้มเหลวของพลังงานไฟฟ้าได้นานเท่าใด และต้องใช้เวลาจ่ายไฟสำรองเป็นเวลานานเท่าใดในแต่ละครั้ง

๒.๑ ประเภทของการจ่ายไฟสำรอง

๒.๑.๑ off-line system เป็นระบบที่จะทำงานก็ต่อเมื่อต้องการ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบดีเซล เป็นต้น จะถูกสวิตช์ทำงานก็ต่อเมื่อเกิดการล้ม

แหล่งของระบบพลังงานไฟฟ้า

๖.๑.๒ on-line system เป็นระบบที่จะทำงานอยู่ตลอดเวลา เช่น อินเวอร์เตอร์ที่ได้รับพลังงานกระแสตรง รวมทั้งแบตเตอรี่ที่ถูกรับจ่ายอยู่ตลอดเวลา จากแผงจ่ายปกติ และจะใช้อินเวอร์เตอร์ที่เก็บแบตเตอรี่จ่ายกลับเข้าระบบแทน ในกรณีที่เกิดการขาดแหล่งพลังงาน

ในการเลือกใช้ก็จะต้องพิจารณาอีกหลายประการ เช่น ชนิดของ on-line system จะให้ความเชื่อถือได้ที่ดีขึ้นกว่าแบบ off-line system อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีอัตราการทนต่อภาวะล้มเหลวของระบบในตัวเอง ยิ่งเมื่อผ่านไปหลายๆครั้ง ก็จะทำให้ความเชื่อถือได้ลดลง

๖.๒ ชนิดของอุปกรณ์จ่ายไฟสำรอง

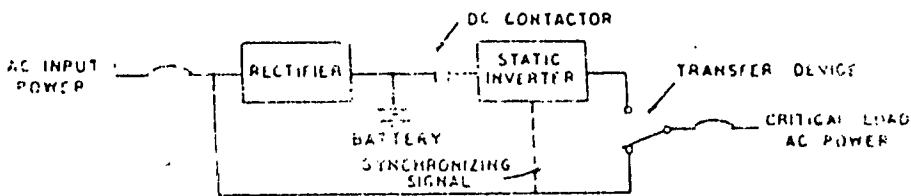
เราสามารถจำแนกชนิดของอุปกรณ์จ่ายไฟสำรองได้ดังนี้

- ๖.๒.๑ ใช้เครื่องจักรขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีขนาดใช้งานตั้งแต่ ๑ KW ถึง ๑๐๐๐ KW ในภาวะปกติ เมื่อเริ่มเดินเครื่องจะสามารถเข้าสู่ on-line system ได้ในเวลา ๔-๑๕ วินาที แยกตามชนิดของเชื้อเพลิงได้ดังนี้
 - ๑.ใช้น้ำมันดีเซล ให้พลังงานที่มากกว่า มีต้นทุนของเชื้อเพลิงต่ำ และอันตรายเนื่องจากไฟไหม้น้อยกว่าแบบก๊าซโซลีน
 - ๒.ก๊าซโซลีน มีราคาต้นทุนต่ำกว่าดีเซล
 - ๓.ก๊าซธรรมชาติ สามารถเดินเครื่องใช้งานไต่ราคาเร็ว เนื่องจากราคาของเชื้อเพลิง

๖.๒.๒ กังหันแก๊สหรือไอน้ำ ส่วนใหญ่มักใช้แก๊ส เพราะไอน้ำไม่เหมาะสม เมื่อเกิดภาวะล้มเหลวของพลังงานไฟฟ้ามีช่วงการใช้งานได้ตั้งแต่ ๑๐๐ KW ถึงหลายพัน KW มีน้ำหนักเบา เมื่อเทียบกับแบบใช้เครื่องจักรขับเคลื่อน

๖.๒.๓ ระบบสะสมพลังงานทางกล ใช้มวลที่หมุนไต่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า

๖.๒.๔ ระบบอินเวอร์เตอร์ทำงานร่วมกับแบตเตอรี่(สแตติก อินเวอร์เตอร์)



รูปที่ ๒.๑๖ แสดงการทำงานของสแตติกอินเวอร์เตอร์

รูปที่ ๒.๑๖ แสดงการทำงานของระบบนี้ ซึ่งเป็นการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าช่วยกัน
สัญญาณรบกวน และมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานสำรองเมื่อเกิดความผิดปกติของระบบไฟ

๒.๒.๕ ระบบมอเตอร์กระแสตรงทำงานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแส
สลับ (โรตารีมอเตอร์เจนเนอเรเตอร์) โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน ระบบนี้
จะต้องได้รับการดูแลรักษามากกว่าแบบ สแตติก

๓. ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

อัคคีภัยอาจเกิดขึ้นได้มากในอาคารทั่วไป ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยเราจึงต้อง
มีระบบตรวจจับและมีสัญญาณเตือนเกี่ยวกับอัคคีภัย เพื่อเป็นการบอกให้บุคคลที่ใช้อาคารรู้ตัว
และป้องกันอันตรายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน

๓.๑ ส่วนประกอบของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

ส่วนประกอบสำคัญของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยเราแบ่งได้เป็น ๔ ส่วนใหญ่ๆ
ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกัน ทั้งรูปที่ ๒.๑๗ มีรายละเอียดของส่วนต่างๆ ดังนี้

๓.๑.๑ ชุดจ่ายไฟ เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง โดยมากเป็นแบตเตอรี่
ในภาวะปกติจะมีการชาร์จแบตเตอรี่เต็มพร้อมที่จะทำงานตลอดเวลา และเมื่ออยู่ในภาวะ
แจ้งเหตุก็สามารถทำให้อุปกรณ์ทำงานอย่างน้อย ๕ นาที

๓.๑.๒ แผงควบคุม เป็นส่วนควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์
และส่วนต่างๆ ในระบบ ประกอบด้วยวงจรตรวจสอบ วงจรทดสอบการทำงาน วงจร
ป้องกันระบบ วงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในภาวะปกติ และภาวะขัดข้องของส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของระบบ

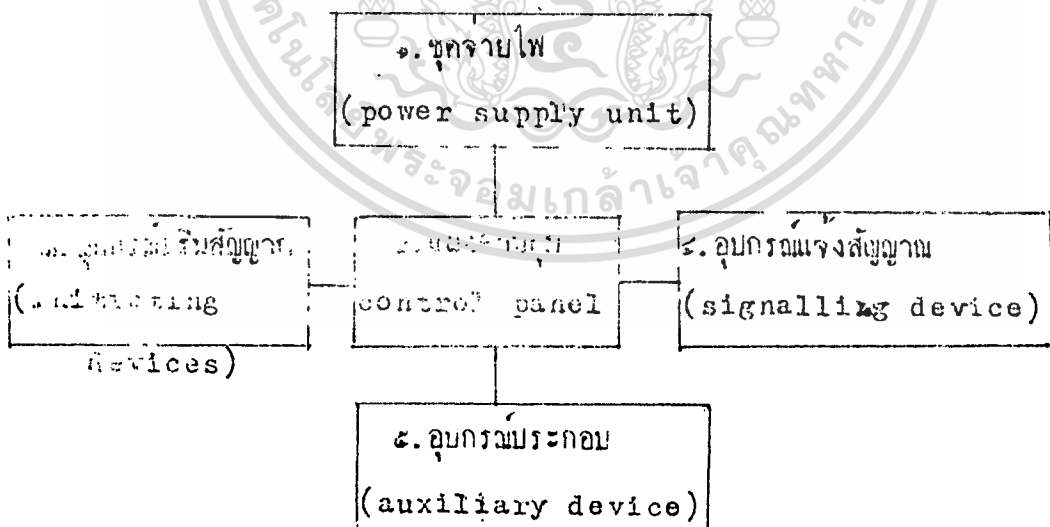
๗.๑.๓ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ เป็นต้นกำเนิดสัญญาณแบ่งได้เป็น ๒ ชนิดคือ

๗.๑.๓.๑ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล เช่น สถานีแจ้งสัญญาณเตือนอุบัติเหตุด้วยมือใช้มือดึงหรือกดหรือแบบตอบรับ

๗.๑.๓.๒ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ไวต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางต่างๆของการเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับไฟ และอุปกรณ์พื้นน้ำ

๗.๑.๔. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ แล้วส่งสัญญาณให้ผู้ใช้การรู้ว่ามีเหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยโดยแสงทางแสงและเสียงได้แก่ กระตัง ไฟสัญญาณ สัญญาณแจ้งเหตุอาจเป็นรหัสหรือสัญญาณธรรมดาก็ได้

๗.๑.๕. อุปกรณ์ประกอบ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกันและดับเพลิง โดยจะถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนอัคคีภัยกับระบบอื่น เช่น รับสัญญาณจากระบบเตือนอัคคีภัยมากระตุ้นการทำงานของระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีโดยอัตโนมัติ



รูปที่ ๒.๑๗ แสดงส่วนประกอบของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

๗.๒ อุปกรณ์ตรวจจับการเกิดอักษิภัยชนิกเริ่มสัญญาณโดยอัตโนมัติ

๗.๒.๑. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อสภาพอากาศ อุณหภูมิสูงผิดปกติ หรือสภาพอากาศที่มีการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วผิดปกติ ซึ่งมีทั้งหมด ๔ แบบด้วยกันคือ

๑. แบบอุณหภูมิตายตัว (Fixed temperature) โดยจะส่งสัญญาณเมื่อความร้อนเกินอุณหภูมิที่กำหนด

๒. แบบตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate of rise) จะส่งสัญญาณเมื่ออัตราเพิ่มของความร้อนเกินกว่าที่กำหนด

๓. แบบอุณหภูมิตายตัว ผสม กับอัตราการเพิ่ม (combination rate of rise and fixed temperature)

๔. แบบตรวจจับการคาดการณ์ล่วงหน้า (Rate anticipation)

โดยทั่วไปอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะไวต่อทั้งในทันทีที่สิ่งของภายในน้อยหรือในบริเวณที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลง ซึ่งคาดว่าจะก่อให้เกิดเปลวไฟร้อนเมื่อยานเกิดอักษิภัย นอกจากนั้นที่นิยมใช้ก็คือ ไทแก์พื้นที่ที่ไม่มีอุปกรณ์ตรวจจับชนิดใดก็เหมาะสมที่จะใช้อาจเนื่องจากภาวะแวดล้อม เช่น ในที่ที่ปกติมีควันมาก ฝุ่นละอองมาก ความชื้นสูง เป็นต้น

๗.๒.๒ อุปกรณ์ตรวจจับควัน ทွယ်หลักความจริงที่ว่า เมื่อเกิดอักษิภัยจากการเผาไหม้จะมีขั้นตอนดังนี้คือ เกิดควันที่มองไม่เห็น เกิดควันที่มองเห็น เกิดเปลวไฟและเกิดความร้อน ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับควันถูกออกแบบมาเพื่อให้ตรวจจับการเกิดอักษิภัยได้ทันในระบะต้นๆ โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ตรวจจับควันที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ ๒ ชนิดคือ

๑. อุปกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการเกิดไอออน (Ionization detector) ภายในอุปกรณ์จะมีสารกัมมันตรังสี ทำให้อากาศภายในแตกตัวและนำไฟฟ้า เมื่ออนุภาควิษณุเข้ามาในช่องจะรวมตัวกับไอออนทำให้ไอออนเคลื่อนที่ได้ช้าลง เป็นผลให้อากาศความนำไฟฟ้าลดลง และอุปกรณ์จะทำงานเมื่อสภาพความนำไฟฟ้าลดลง

๒. อุปกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยไฟฟ้าพลังแสง (Photoelectric detector) แบ่งได้เป็น ๒ แบบคือ

—อุปกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการกระจายไฟฟ้าของแสง ภายในจะมีแหล่งกำเนิดแสง และอุปกรณ์ไวแสง โดยแสงจากแหล่งกำเนิดไม่ได้อิงตรงไปยังอุปกรณ์ไวแสง แต่เมื่อมีควันเกิดขึ้น อนุภาคควันจะเป็นตัวสะท้อนแสงไปยังอุปกรณ์ไวแสง

—อุปกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการบดบังไฟฟ้าพลังแสง ภายในอุปกรณ์ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงที่ฉายลำตรงไปยังอุปกรณ์ไวแสง อุปกรณ์ตรวจจับจะเริ่มสัญญาณเมื่อมีอนุภาคควันมาคั่นอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับอุปกรณ์ไวแสง สดปริมาณแสงลงถึงจุดที่กำหนด

อุปกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยไฟฟ้าพลังแสง จะตรวจจับได้เฉพาะควันที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งช้ากว่าแบบอาศัยหลักการเกิดไอออน อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ทั้งสองแบบก็ยังมี ความรวดเร็วกว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

ระบบไฟฟ้าศูนย์วัฒนธรรม

ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าจะรับไฟฟ้าจาก MEA เป็นโอเวอร์เฮดสาย (Over head line)

๓ Ø ๓ พ ๕๐ Hz ขนาด ๑๒ KV โดยจุดแบ่งความรับผิดชอบอยู่ที่เสาไฟฟ้าต้นสุด หายก่อนเข้าสู่ศูนย์วัฒนธรรม ที่จุดนี้มีทิวส์ไฟฟ้ากำลังป้องกันกระแสลัดวงจร และมีเครื่องป้องกันฟ้าผ่า (Lightning arrester) เป็นตัวป้องกันฟ้าผ่า และมี Metering outfit (MOF) โดยมีวัดค่าอามิเตอร์ (WH) เป็นตัวแสดงผล ตั้งแต่จุดนี้สายไฟจะเดินเป็นสายใต้ดิน โดยสายนี้จะมาเข้าที่ห้องไฟฟ้าของหอประชุมใหญ่ ที่ตัวรับไฟเข้าที่จุดนี้จะแยกไฟออกเป็น ๒ ส่วนโดยแต่ละส่วนจะมีโหลดเบรกสวิทช์ (Load break switch) เป็นตัวป้องกันในส่วนของไฟฟ้าแรงสูง ไฟที่แยกออกเป็น ๒ ส่วน แต่ละส่วนจะจ่ายให้แก่หม้อแปลง ซึ่งอธิบายได้เป็น

๑. จ่ายให้แก่หม้อแปลง (T1) $\Delta - Y$ ขนาด ๒๐๐๐ KVA ๓ Ø ๔ W ๑๒ KV / ๓๔๐ ๒๒๐ V โดยมีทิวส์ไฟฟ้ากำลังขนาด ๒๐๐ A เป็นอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อออกจากหม้อแปลงจะผ่านเข้าสู่บัสดักซ์ (Busduct) ๓ Ø ๔ W ขนาด ๓๕๐๐ A เข้าสู่ตู้ ๒๐๐๐ KVA TR. SECONDARY PANEL (L๑๑)

ที่ตู้ L ๑๑ จะประกอบด้วย

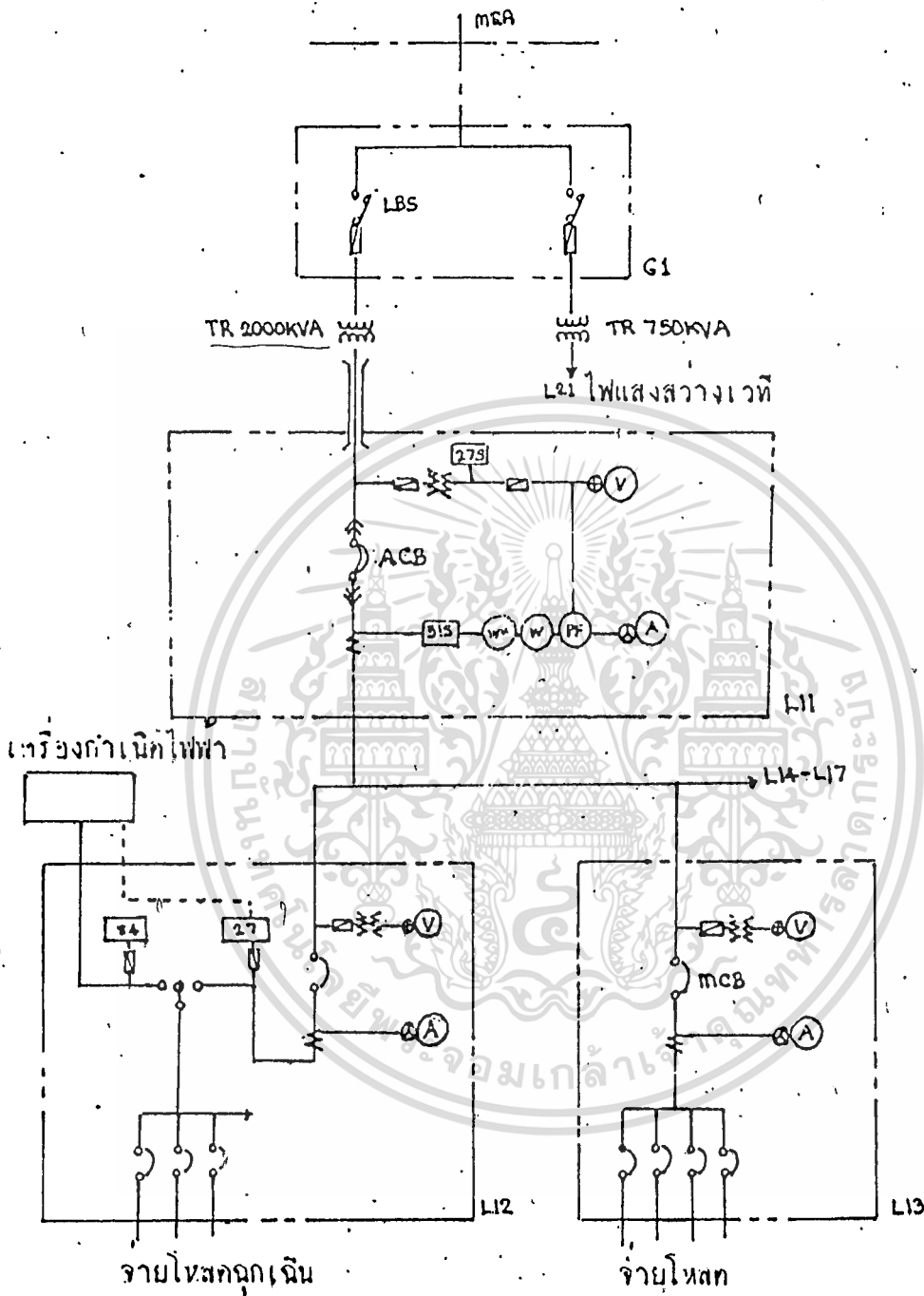
๑. อุปกรณ์วัดต่างๆ ได้แก่ โวลท์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ เครื่องวัดความถี่ พาวเวอร์แฟกเตอร์ วัดคัมมิเตอร์ วัดค่าอามิเตอร์ สำหรับโวลท์มิเตอร์ และเครื่องวัดความถี่ ใช้ไฟ ๑๐๐ V จึงต้องมีหม้อแปลงขนาด ๔๔๐/๑๑๐ แปลงไฟลงมา และมีฟิวส์เป็นตัวป้องกันในแต่ละสาย

๒. อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า

๒.๑ แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air circuit breaker (ACB))

๒.๒ รีเลย์กระแสเกิน (Over current relay (OCB))

เป็นชนิดเหนี่ยวนำ



รูปที่ ๓.๑ วินไลน์ไทยะณิกรระบบไฟฟ้า

๒.๓ รีเลย์โวลต์เทรต่ำ (Under voltage relay)

โดยเมื่อรีเลย์กระแสเกิน หรือรีเลย์โวลต์เทรต่ำ ตัวใดตัวหนึ่งทำงานมันจะส่งสัญญาณไปสั่งให้แอร์เซอร์กิตเบรคเกอร์เปิดวงจรออก และการเตือนภัย (Alarm) จะทำงานและแจ้งไปยังเครื่องควบคุม

๒.๔ ตัววัดการเพิ่มของอุณหภูมิหม้อแปลง (Transformer temperature raise) ตัวนี้จะเป็นตัวรับสัญญาณจากหม้อแปลง เมื่ออุณหภูมิของหม้อแปลงสูงเกินกำหนด ไฟเตือนภัยจะสว่าง และแจ้งไปยังเครื่องควบคุม แต่จะไม่มีภาคตัวจริงใดๆ

หลังจากออกจากตู้ L ๑๑ ก็จะจ่ายไปยังโหนดส่วนต่างๆ โดยผ่านตู้ L ๑๒ L ๑๓ L ๑๔, L ๑๕, L ๑๖ และ L ๑๗

โดยในแต่ละตู้จะประกอบด้วย

๑. อุปกรณ์วัด คือ โวลท์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์

๒. อุปกรณ์ป้องกัน คือ เซอร์กิตเบรคเกอร์ (MCB)

เมื่อนาน เซอร์กิตเบรคเกอร์หลัก ก็จะแยกออกเป็นส่วนต่างๆ โดยแต่ละส่วนจะมี เซอร์กิตเบรคเกอร์ป้องกันอีกทีหนึ่ง หลังจากนั้นก็จะออกจากตู้ไปสูโหนดส่วนต่างๆ

สำหรับตู้ L ๑๒ ตัวนี้จะเป็นตู้ที่ต่อกับระบบจ่ายไฟสำรองขนาด ๑๑๐ KVA ซึ่ง จะกล่าวถึงอีกทีหนึ่ง

๒. จ่ายให้หม้อแปลง (T2) Δ -Y ขนาด ๙๕๐ KVA ๓ ϕ ๔ W ๑๒ KV / ๓๔๐ ๒๒๐V โดยมีฟิวส์ไฟฟ้ากำลังขนาด ๖๓ A เป็นอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อออกจากหม้อแปลงจะผ่านเข้าตู้สับสวิตช์ ๓ ϕ ๔ W ขนาด ๑๕๐๐ A เข้าตู้ ๙๕๐ KVA TR. SECONDARY PANEL (๒๑) ซึ่งตัวนี้มีลักษณะวางรูปภายในเหมือนกับตู้ L ๑๑ และเมื่อออกจากตู้ L ๒๑ ก็จะจ่ายไปเข้าตู้ L ๒๒ ซึ่งตัวนี้มีลักษณะการต่อวงจรเช่นเดียวกับตู้ L ๑๓ - L ๑๗

ลักษณะโหนดของหม้อแปลง ๒๐๐๐ KVA จะเป็นโหนดพวก เครื่องทำความเย็น หักลม บัน ระบบขับเคลื่อนฉาก ระบบแสงสว่าง ฯลฯ

ลักษณะโหนดของหม้อแปลง ๙๕๐ KVA จะเป็นโหนดพวกแสงสว่างบนเวที ซึ่ง

เป็นการแยกวงจรคิมเมอร์ (dimmer) ออกจากวงจรไฟฟ้ากำลัง เพื่อป้องกันโวลต์เทจกระชาก (Surge) เข้ามารบกวนวงจรคิมเมอร์

หลังจากแบ่งโหลดที่บริเวณห้องไฟฟ้า ชั้นใต้ดินของหอประชุมใหญ่ จะแบ่งโหลดหม้อแปลง ๒๐๐๐ KVA ออกเป็น ๒ ตู้ คือตู้ L๑๒ - L๑๓ และหม้อแปลง ๙๕๐ KVA จำนวน ๑ ตู้ คือตู้ L๒๑ เราสามารถพิจารณาการจ่ายโหลดโดยแบ่งตามอาคาร ได้เป็น ๓ ส่วนใหญ่ๆ คือ

๑. หอประชุมใหญ่

๒. หอประชุมเล็ก

๓. อาคารนิทรรศการและบริการการศึกษา

การจ่ายโหลด ตู้ L ๑๓ - L ๑๒ จ่ายให้หอประชุมใหญ่ ตู้ L๑๓ จ่ายโหลดให้ หอประชุมเล็กและอาคารนิทรรศการและบริการการศึกษา ตู้ L๑๒ เป็นตู้ที่ต่อกับระบบจ่ายไฟสำรอง จะจ่ายโหลดให้กับตึกทั้ง ๓ ตึก และตู้ L๒๑ จ่ายโหลดให้กับระบบแสงสว่างบนเวที

เราสามารถอธิบายการจ่ายโหลดคร่าวๆ ได้ ดังนี้

๑. การจ่ายโหลดหอประชุมใหญ่

เราสามารถพิจารณาการจ่ายโหลดได้เป็น

๑.๑ ตู้ L ๑๓ แยกสายป้อนออกเป็น ๓ เส้น ขนาดโหลด ๖๕ KVA ๓๓.๕ KVA และ ๑๒๕.๕ KVA โดยจะแบ่งจ่ายแยกไปตามตู้ไฟฟ้าตามชั้นต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งคร่าวๆ ได้ดังนี้

๑.๑.๑ ชั้นใต้ดิน จ่ายไฟให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

ให้ตู้ MBL-1 และตู้ MBL-2

ให้ตู้ MBP-2 และอยู่บริเวณใต้เวที จ่ายโหลดให้กับบัลลังก์จำนวน

๔ ตัว ที่ใช้สำหรับคนนำทางจากชั้นใต้ดิน

๑.๑.๒ ชั้น ๑ จ่ายไฟให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

ให้ตู้ MIS-1 จ่ายโหลดให้กับอุปกรณ์ทีวี

ในตู้ M1L-1, M1P-1, M1L-2, M1L-3, M1LP-1

๑.๑.๓ ชั้น ๒ จ่ายให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

ในตู้ M2L-1, M2L-2, M2L-3

๑.๑.๔ ชั้น ๓ จ่ายให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

- ในตู้ M3L-1, M3L-2

๑.๑.๕ ชั้น ๔ จ่ายให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

ในตู้ M4L-1, M4L-2, M4L-3

ในตู้ M4LP-1 ตู้จ่ายให้กับห้องฉายภาพยนตร์ (Projection

room)

๑.๑.๖ ชั้น ๕ จ่ายให้ตู้ต่างๆ ดังนี้

ในตู้ M5L-1

๑.๒ ตู้ L๑๕ จ่ายโหลดแบ่งออกเป็น

๑.๒.๑ จ่ายให้กับระบบกำจัดน้ำเสีย อยู่ที่ชั้น ๑ ขนาดโหลด ๑๕ KW

๑.๒.๒ จ่ายไปยังตู้ MBP-1 ใช้สายป้อน ๓ เส้น ขนาด ๑๓๖ KW ๑๓๖ KW และ ๑๓๕ KW ที่อยู่ที่ห้องเครื่องชั้นใต้ดิน โดยตู้นี้จะจ่ายโหลดให้กับระบบเครื่องปรับอากาศ แบบระบบการปรับอากาศส่วนกลาง ลักษณะโหลดจะเป็นพวกเครื่องปรับและเป่าลม ฯลฯ

๑.๓ ตู้ L๑๔ จ่ายโหลดให้กับตู้ MBP-1 ซึ่งจ่ายให้กับ เครื่องทำความเย็น (Refrigerator) ๒ ตัว ของระบบปรับอากาศ

๑.๔ ตู้ L๑๖ จ่ายโหลดแบ่งออกเป็น

๑.๔.๑ ระบบขับเคลื่อนฉลาก (Flying system controller) อยู่ที่ชั้น ๖ ขนาดโหลด ๓๗ KW

๑.๔.๒ ระบบขับเคลื่อนพื้นเวที (Elevator controller) อยู่ที่ชั้น ใต้ดิน ขนาดโหลด ๑๒๐ KVA

๑.๔.๓ ตู้สปริงเกอร์ ซึ่งจ่ายโหลดให้กับมีสปริงเกอร์ (sprinkler

pump ใช้ในการดับเพลิง อยู่ที่ห้องชั้นใต้ดิน ขนาดโหลต ๑๑๐ กิโลวัตต์

๑.๕ กู้ ๑๒ กู้เงินนอกจากจะรับไฟจากหม้อแปลง ๒๐๐๐ KVA แล้ว ยังมีระบบจ่ายไฟสำรองขนาด ๑๑๐ KVA ที่อยู่ด้วย การจ่ายโหลตแบ่งออกเป็น

๑.๕.๑ กู้ไฟไฮดรอนท์ (Fire hydrant pump) ซึ่งจ่ายไฟให้กับปั๊มไฮดรอนท์ใช้ในการดับเพลิง อยู่ที่ห้องเครื่องชั้นใต้ดิน ขนาดโหลต ๑๑ KW

๑.๕.๒ กู้ M4LP-1 ซึ่งจ่ายโหลตให้กับห้องฉายภาพยนตร์ อยู่ที่ชั้น ๔ ขนาดโหลต ๒๔ KW

๑.๕.๓ จ่ายโหลตบางส่วนให้กับระบบคิมเมอร์ ระบบขับเคลื่อนฉากและกู้ไฟตามชั้นต่างๆ

๑.๖ กู้ E ๒๑ จ่ายให้กับระบบแสงสว่างบนเวที ที่กู้ Main switch board of dimmer อยู่ที่ห้องเครื่องชั้น ๓

๒. การจ่ายโหลตหอประชุมเล็ก

หอประชุมเล็กรับไฟฟ้าจากหอประชุมใหญ่ ที่บริเวณชั้น ๑ ไฟฟ้าที่ส่งมามีทั้งหมด ๔ วงจร หลังจากนั้นแยกเป็น ๘ วงจร เพื่อต่อเข้าตู้จ่ายไฟต่อไป ซึ่งแต่ละสายป้อนจะมีเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นตัวป้องกัน ซึ่งจะมีขนาด AT/AF แตกต่างกันไปตามขนาดของโหลต รายละเอียดทั้ง ๔ วงจร มีดังนี้

๑ วงจรที่ ๑ ต่อมาจากตู้ E ๒๑ เป็นวงจรที่ต่อจากหม้อแปลง ๘๕๐ KVA วงจรนี้เมื่อเข้ามาถึงหอประชุมเล็ก จะแยกออกเป็น ๒ วงจรย่อย โดยที่ทั้ง ๒ วงจรจะต่อเข้ากับตู้สวิตช์หลักของคิมเมอร์ (Main switch board of dimmer) อยู่ที่ชั้น ๑ และชั้น ๒ ของตึก

๒ วงจรที่ ๒-๓ ต่อมาจากตู้ E ๑๙ แต่ละวงจรแยกออกเป็น ๒ วงจรย่อย แล้วต่อเข้าสู่ตู้จ่ายไฟ รวมทั้งหมด ๔ กู้ ซึ่งในจำนวนนี้รวมโหลตที่บริเวณเก้าอี้ผู้บังคับ

๓ วงจรที่ ๔ ต่อมาจากตู้ E ๑๒ เป็นวงจรที่มีระบบจ่ายไฟสำรองต่ออยู่ ซึ่งจะทำงานทันทีที่หม้อแปลงหลักขัดข้อง

ลักษณะการจ่ายไฟของหอประชุมเล็กมีลักษณะคร่าวๆ ดังนี้ คือ

๒.๑ ชั้นที่ ๑ ไฟฟ้าเข้าหอประชุมเล็กทางชั้นนี้ โดยผ่านทางห้องชายตัว มีตู้และอุปกรณ์สำคัญดังนี้

ตู้ SILP-M เป็นตู้แรกที่ได้รับไฟฟ้า ๔ วงจรจากหอประชุมใหญ่ แล้วแยกเป็น ๓ วงจร ส่งไปยังตู้ย่อยต่างๆ

ตู้ SIL-1 อยู่ใกล้ตู้ SILP-M ที่สุด โหลดส่วนใหญ่เป็นพวกระบบแสงสว่าง ปลั๊ก และ เครื่องขยาย มีโหลดรวมประมาณ ๒๖ KVA

ตู้ SIL-2 ตั้งอยู่บริเวณทางเดินด้านซ้ายมือ โหลดส่วนใหญ่เป็นพวกระบบแสงสว่าง ปลั๊ก และ เครื่องปรับอากาศ มีโหลดรวมประมาณ ๑๔ KVA

ตู้ SILP-1 ตั้งอยู่ข้างๆ ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งตัว จ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ ๒ ตัว คือ เครื่องทำน้ำร้อน Water heater และ ปั๊มหมุนเวียนน้ำร้อน มีโหลดรวม ๒๐.๐๔ KVA

ตู้ SILP-๒ ตั้งอยู่ด้านซ้ายของเวที จ่ายไฟไปยังระบบแสงสว่าง และ เครื่องฉายภาพยนตร์ มีโหลดรวมประมาณ ๑.๕ KVA

ตู้ SILP-3 ตั้งอยู่บริเวณทางเดินทางด้านขวามือ โหลดส่วนใหญ่เป็นพวกระบบแสงสว่าง และ อุปกรณ์ในการทำอาหาร เช่น ตู้อบ ตู้แช่แข็ง เครื่องชงกาแฟ ชาและอื่นๆ มีโหลดรวมประมาณ ๒๑ KVA

ตู้ ไฟสับรับวงจรคิมเมอร์ (Main switch board of dimmer) ขนาด ๑๒๐ KVA ตั้งอยู่บริเวณด้านขวาของเวที

ตู้ควบคุมที่นั่ง (Room back control) ซึ่งจะจ่ายไฟไปรับมอเตอร์ที่ใช้ในการเลื่อนเก้าอี้ที่นั่งชม เข้าและออกจากที่เก็บ โดยเมื่อทางออกสไลป์ (slope) เหมือนที่นั่งภาพยนตร์ และเมื่อพับเก็บจะซ้อนๆ กันเหมือนหีบเพลง โดยตู้ควบคุมที่นั่งนี้ จะต่อไฟมาจากตู้ SIL-1

นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกบางตัวที่ติดตั้งอยู่ที่ชั้น ๑ เช่น พัดลมดูดอากาศ สำหรับห้องเก็บของ ๒ ห้อง ปั๊มคอนเดนซิงวอเตอร์ (Condensing water pump) ซึ่งเป็นปั๊มสำหรับระบายความร้อนของน้ำที่มาจากเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น โดยที่อุปกรณ์

เหล่านี้รับไฟมาจากตู้ SIL-1

๒.๒ ชั้นที่ ๒

ตู้ S2P-1 ตั้งอยู่ในห้องเครื่องติดกับบันไดทางขึ้น จ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศ ๕ เครื่อง และพัดลมดูดอากาศอีก ๓ เครื่อง มีโหลดรวมประมาณ ๔๓ KW

ตู้ S2L-1 ตั้งอยู่ติดกับตู้ S2P-1 จ่ายโหลดให้กับระบบแสงสว่าง ปลั๊ก และเครื่องปรับอากาศ มีโหลดรวมประมาณ ๑๖ KVA

ตู้ S2L-2 ตั้งอยู่บริเวณทางเดินด้านซ้าย จ่ายโหลดเช่นเดียวกับ ตู้ S2L-1 มีโหลดรวมประมาณ ๑๕ KVA

ตู้ไฟสำหรับวงจรคิมเมอร์ ขนาด ๑๕๐ KVA ตั้งอยู่ในห้องไฟฟ้าติดกับห้องเครื่อง

๒.๓ ชั้นที่ ๓

ตู้ S3L-1 จ่ายโหลดให้กับห้องฉายภาพยนตร์

นอกจากนี้ยังมีตู้ควบคุมการขับเคลื่อนฉาก และการปิดเปิดหลังคาหอประชุมอีก สำหรับตู้ SIL-1, SIL-2, S2P-1, S2L-2, S3L-1, SILP-2 และตู้ไฟสำหรับวงจรคิมเมอร์ (ของชั้น ๒) จะมีการแยกสายไฟที่เข้ามาออกเป็น ๒ ชุด โดยชุดแรกรับไฟปกติ และอีกชุดรับไฟจากตู้จ่ายไฟสำรอง นอกจากนี้ สำหรับชุดวงจรไฟบางชุด จะมีรีเลย์ที่อยู่อัน โดยจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์รีโมท (ใช้ไฟ ๒๔ โวลท์) ซึ่งจะทำให้การเปิดปิดชุดไฟเหล่านี้ สามารถควบคุมได้โดยสวิตช์รีโมท

๓. การจ่ายโหลดอาคารนิทรรศการและบริการการศึกษา

อาคารนี้รับไฟมาจากหอประชุมใหญ่ พื้นบริเวณชั้น ๑ ไฟฟ้าที่ส่งมามี ๓ วงจรโดย ๒ วงจรแรกต่อมาจากตู้ L ๑๓ ส่วนอีกวงจร ต่อมาจากตู้ L ๑๒ ซึ่งเป็นส่วนที่ต่อกับระบบจ่ายไฟสำรอง

ลักษณะการจ่ายไฟของอาคารนิทรรศการและบริการการศึกษามีลักษณะคร่าวๆ ดังนี้

๓.๑ ชั้นที่ ๑ ไฟฟ้ามาเข้าทางห้องรักษาความปลอดภัยผ่านไปยังตู้ SILP-๗

ซึ่งขั้นนี้จะทำหน้าที่แยก ๓ วงจร ที่เข้ามาเป็น ๔ วงจร จากนั้นก็จะแยกเข้าตู้ย่อยต่างๆ ของทุกชั้นของตึกตามความเหมาะสม

ตู้ EIL-1, EIL-2, EIL-3 เป็นตู้ที่จ่ายโหลดให้กับระบบแสงสว่าง ปลั๊ก เครื่องปรับอากาศ เป็นส่วนใหญ่ สำหรับตู้ EIL-1 จะจ่ายโหลดให้กับตู้เตือนอัคคีภัย ซึ่งตั้งอยู่ที่ห้องรักษาความปลอดภัย โดยตู้ EIL-1 มีโหลด ๖๘๑๐ VA ตู้ EIL-2 มีโหลด ๒๔ KVA ตู้ EIL-3 มีโหลด ๒๐ KVA ตู้ EILP-1 มีโหลด ๔ KVA นอกจากนี้ ที่ชั้นนี้บริเวณห้องบริหาร จะมีตู้ RCP ซึ่งเป็นตู้ที่ใช้ในการควบคุมระบบ เครื่องปรับอากาศและมอเตอร์ต่างๆ ของตึกนี้

๓.๒ ชั้นที่ ๒ จ่ายโหลดให้กับตู้ต่างๆ ดังนี้

ตู้ E2L-1 มีโหลด ๔๔ KVA และตู้ E2L-2 มีโหลด ๓๓ KVA

๓.๓ ชั้นที่ ๓ จ่ายโหลดให้กับตู้ต่างๆ ดังนี้

ตู้ E3L-1 มีโหลดส่วนใหญ่เป็นพวกระบบแสงสว่าง และเครื่องทำความเย็น มีโหลดประมาณ ๒๐ KVA นอกจากนี้ ชั้นนี้ยังจ่ายไฟไปให้กับตู้ E3L-3 ด้วย

ตู้ E3L-2 มีโหลดส่วนใหญ่เป็นพวกระบบแสงสว่าง และปลั๊ก นอกจากนี้ยังจ่ายไฟไปยัง A/V control ซึ่งมีโหลดเกี่ยวกับโสตทัศนศึกษาต่างๆ มีโหลดรวม ๑๔ KVA

ตู้ E3L-3 รับไฟจากตู้ E3L-1 จ่ายไฟให้กับ อุปกรณ์ห้องโสตฯ มีโหลด ประมาณ ๑ KVA

๓.๔ ชั้นที่ ๔ จ่ายให้กับตู้ ERLP-1 และ ERLP-2 โหลดส่วนใหญ่เป็น เครื่องทำความเย็น นอกจากนั้นเป็นพวกระบบแสงสว่าง ปลั๊ก วงจรควบคุม และเครื่อง ขยายสัญญาณทีวี (TV Booster) มีโหลดประมาณ ๔๖ และ ๑๒๓ KVA ตามลำดับ ระบบจ่ายไฟสำรอง

เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับลงจะมีไฟจากระบบจ่ายไฟสำรองซึ่งผลิตจากเครื่อง ดีเซล ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ไฟฟ้าออกมา มีขนาดกำลัง ๑๑๐ KVA ๓๒ ที่ ๕๐ Hz จ่ายออกมาแทน แต่จะจ่ายเฉพาะโหลดที่จำเป็น ซึ่งสามารถแบ่งโหลดออกเป็น

๒ อย่าง คือ

๑. โหลดฉุกเฉิน

๑.๑ ระบบแสงสว่างที่จำเป็น

๑.๒ มอเตอร์ไฮดรอนท์

๒. โหลดทั่วไป

๒.๑ ระบบเสียง

๒.๒ ระบบฉายภาพยนตร์

๒.๓ ระบบขับเคลื่อนยาน ฉาก

โดยระบบจ่ายไฟสำรองจะมีหลักการทำงาน ดังนี้คือ จากวงจรจะมีรีเลย์โวลต์เตจต่ำ (Under voltage relay) รับโวลต์เตจจากระบบไฟฟ้าหลัก และเมื่อไฟดับลง โวลต์เตจจะตกลง สวิตช์สองทาง (Double-throw contactor) จะสับไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยหลังจากที่ไฟจากการไฟฟ้าดับไป เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะจ่ายไฟฟ้าสำรองภายในเวลา ๓๐ วินาที และเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาตามปกติ หน้าสัมผัสของสวิตช์ ก็จะสับเปลี่ยนกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งปกติ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหยุดทำงานอย่างอัตโนมัติหลังจากนั้นประมาณ ๔ นาที

เนื่องจากระบบนี้ใช้เครื่องยนต์ที่เซลล์ในการผลิตไฟฟ้า จึงต้องมีแบตเตอรี่เพื่อใช้ในการชาร์จเครื่องยนต์ ดังนั้นในระบบนี้จึงมีเครื่องอัดไฟกระแสตรงอัตโนมัติ (Automatic DC. charger) ให้กับแบตเตอรี่

นอกจากนี้ระบบจ่ายไฟสำรองยังมีระบบป้องกันตัวเองต่างๆ คือ

๑. ความผิดปกติใหญ่

๑.๑ น้ำระบายความร้อนผิดปกติ (Cooling water abnormal) เมื่ออุณหภูมิของน้ำเกินกว่า 55°C เครื่องจะหยุดเดิน เซอร์กิสเบรกเกอร์จะหริบ สัญญาณเตือนภัยจะดัง ไฟเตือนภัยจะสว่าง

๑.๒ ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ (Lubricating oil pressure lower) เมื่อความดันของน้ำมันหล่อลื่นลดต่ำลงกว่า 0.5 Kg/cm^2 เครื่องจะหยุดเดิน เซอร์กิส

เบรกเกอร์จะหริบ สัญญาณเตือนภัยจะดัง ไฟเตือนภัยจะสว่าง

๑.๓ความเร็วเกิน (Over speed) เมื่อความเร็วเกิน ๑๑๕ % ของที่กัก เครื่องจะหยุดเกิน เซอร์กิตเบรกเกอร์จะหริบ สัญญาณเตือนภัยจะดัง ไฟเตือนภัยจะสว่าง

๑.๔กระแสเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิน (Generator over current) เซอร์กิตเบรกเกอร์จะหริบ สัญญาณเตือนภัยจะดัง ไฟเตือนภัยจะสว่าง

๑.๕การสครัทเครื่องไม่เป็นไปตามกำหนด (Starting delay) เครื่องจะหยุดเกิน เซอร์กิตเบรกเกอร์จะหริบ สัญญาณเตือนภัยจะดัง ไฟเตือนภัยจะสว่าง

๒. ความผิดปกติเล็กน้อย

เมื่อระดับน้ำมันต่ำกว่าระดับที่ตั้งไว้ จะทำให้สัญญาณเตือนภัยส่งเสียงดัง และไฟเตือนภัยจะสว่าง

ระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับเครื่องปรับอากาศ พัดลมและปั้ม

ระบบเครื่องปรับอากาศของศูนย์วัฒนธรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ชนิดใหญ่ๆ คือ

๑. ระบบการปรับอากาศส่วนกลาง (Central air conditioning system)

๒. เครื่องปรับอากาศแบบชุด (Packaged type air conditioner)

๓. เครื่องปรับอากาศแบบห้อง (Room air conditioner)

๑. ระบบการปรับอากาศส่วนกลาง

เราสามารถพิจารณาเครื่องปรับอากาศระบบนี้โดยแบ่งตามระบบน้ำได้เป็น

๑.๑ ระบบน้ำเย็น (Chill water)

ระบบน้ำจะไหลในท่อซึ่งเมื่อไหลเข้าไปในเครื่องทำความเย็น (Refrigerator) ซึ่งเป็นชนิดเครื่องทำน้ำเย็นแบบเครื่องอัดไอน้ำแรงเหวี่ยงแบบปิดสนิท (hermetic centrifugal water chiller) น้ำจะรับความร้อนจากสารทำความเย็นซึ่งไหลวนอยู่ในส่วนของเครื่องทำความเย็น เมื่อน้ำออกจากเครื่องทำความเย็น จะมีอุณหภูมิค่าน้ำเหล่านี้จะไหลไปเข้าสู่เครื่องปรับและเป่าลม (Air handling unit) ที่นี่จะมีพัดลม (Supply fan) เป่าลมผ่านชุดท่อน้ำเย็นซึ่งจะไหลเป็นออกไปสู่โหลคที่กองการ ในกรณีที่เครื่องปรับและเป่าลมมีขนาดใหญ่ ก็จะมีพัดลมดูดอากาศ (Return fan) ช่วยดูดลมจากภายนอกเข้ามา ในการหมุนเวียนของระบบน้ำนี้ จะมีปั้มช่วยในการหมุนเวียน คือ ปั้มหมุนเวียนน้ำเย็น (Chill water circulating pump) นอกจากนี้ ยังมีเครื่องเติมสารเคมี (Chemical feeder) ใช้ในการเติมสารปรับคุณภาพน้ำ และมีถังน้ำขยายตัว - ๑ (Expansion tank-1) ซึ่งเป็นถังที่ใช้ในการขยายตัวของน้ำในระบบน้ำเย็น

๑.๒ ระบบน้ำร้อน (Hot water)

ระบบน้ำร้อนนี้จะรับความร้อนส่วนหนึ่งจากเครื่องทำความเย็น ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ระบบน้ำร้อนนี้ใช้ในการปรับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ โดยเมื่ออุณหภูมิ

เย็นไป เราสามารถนำน้ำร้อนนี้ไปผสมกับระบบน้ำเย็นในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ทำให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ ในระบบนี้จะมีปั๊มหมุนเวียนน้ำร้อน (Hot water circulating pump) ช่วยในการหมุนเวียนน้ำ นอกจากนี้ยังมีเครื่องเติมสารเคมี และถังน้ำขยายตัว (Expantion tank-2)

๑.๓ ระบบน้ำระบายความร้อน

ส่วนนี้จะเป็นส่วนระบายความร้อนจากเครื่องทำความเย็น โดยการถ่ายเทความร้อนให้น้ำ น้ำที่ได้รับความร้อนจะไหลไปยังหอทำน้ำให้เย็น (Cooling tower) และมีเครื่องเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพน้ำ และมี Makeup pump เป็นตัวเติมน้ำที่ขาดไปเนื่องจากการระบายความร้อน

ดังนั้นเราสามารถแบ่งไหลหลักๆ ของเครื่องปรับอากาศระบบนี้ได้เป็น

๑. เครื่องทำความเย็น (Refrigerator)

เป็นชนิดเครื่องทำน้ำเย็นแบบเครื่องอัดไอน์แรงเหวี่ยงแบบบิกสนิท ใช้ไฟ ๓ Ø ๓๘๐ V มีขนาด ๒๑๖ KW และขนาด ๒๔๐ KW ที่ตัวเครื่องทำความเย็นจะมีการป้องกันตนเองอย่างพร้อมมูล โดยเน้นการป้องกันที่ตัวมอเตอร์หลักของเครื่องทำความเย็นเป็นสำคัญ

๒. เครื่องปรับและเป่าลม (Air handling unit)

ใช้มอเตอร์ขนาดต่างๆ เช่น ๓.๙KW ๕.๕KW ๓๐KW ๓๗ KW ๕๕ KW โดยใช้ไฟ ๓ Ø ๓๘๐V

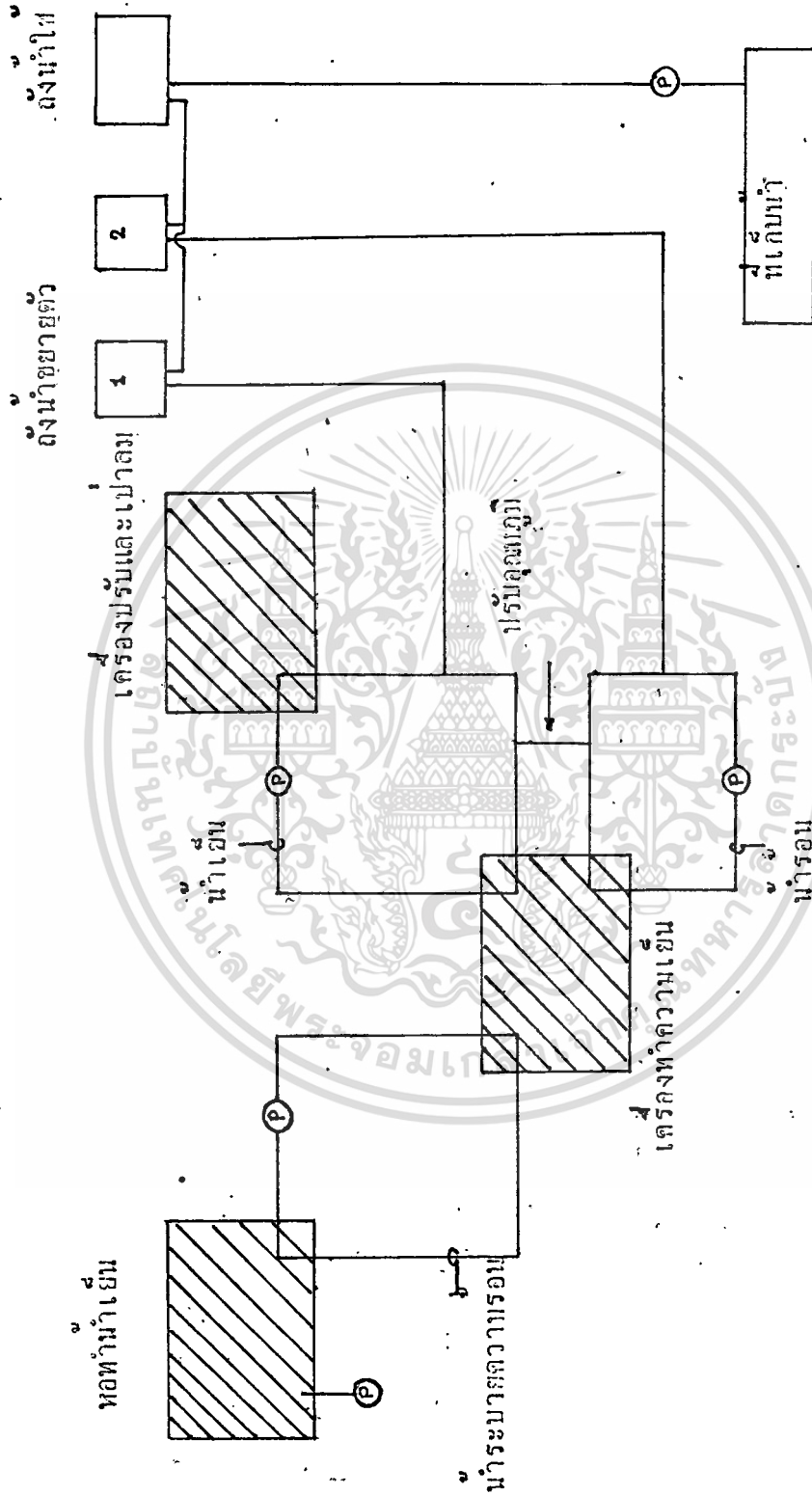
๓. หอทำน้ำให้เย็น (Cooling tower).

เป็นแบบตกขวาง (Cross flow) ใช้มอเตอร์ ๓ Ø ๓๘๐ V มีขนาด ๑.๕ KW และ ๓.๙KW

๔. ปั๊มต่างๆ

ปั๊มที่ใช้เป็นแบบปั๊มแรงเหวี่ยง ใช้มอเตอร์ ๓Ø ๓๘๐ V ขนาด ๑.๕ KW ๓.๕ KW และ ๒๒ KW

๕. เครื่องเติมสารเคมี (Chemical feeder)



รูปที่ 3.2 ระบบการปรับสภาพส่วนกลาง

ใช้มอเตอร์ขนาดเล็ก ๑ Ø ๒๒๐ V ๑.๕ W

๒. เครื่องปรับอากาศแบบชุด

เครื่องทำความเย็นชนิดนี้แบ่งออกเป็น

๒.๑ ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

๒.๒ ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศจะมีขนาดเล็กกว่าแบบระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยแบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่ใช้มีขนาด ๐.๕ KW ส่วนแบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่ใช้มีขนาด ๓.๙ KW ๕.๕ KW สำหรับแบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีปั๊มช่วยในการหมุนเวียนของน้ำในการระบายความร้อน และน้ำที่ได้รับความร้อนจะไประบายความร้อนที่หอให้น้ำให้เย็น

เครื่องปรับอากาศแบบชุดทั้ง ๒ แบบ ใช้ไฟ ๓ Ø ๓๔๐ V และเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวจะมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นตัวป้องกัน

๓. เครื่องปรับอากาศแบบห้อง

เครื่องปรับอากาศแบบห้องที่ใช้จะเป็นแบบระบบแยกส่วน (Separate type) ใช้ไฟ ๑ Ø ๒๒๐ V มีขนาด ๐.๒๙ KW ๑.๙ KW

ลักษณะการใช้งานเครื่องปรับอากาศนั้น เครื่องชนิดระบบการปรับอากาศส่วนกลาง ใช้ที่หอประชุมใหญ่ ส่วนชนิดเครื่องปรับอากาศแบบชุด มีใช้ที่หอประชุมเล็ก อาคารนิทรรศการและบริเวณการศึกษา ห้องอาหาร และห้องขนาดใหญ่อื่นๆ และชนิดแบบแยกส่วนจะใช้กระจายในห้องขนาดเล็กโดยทั่วไป

พิกัดและปั๊ม

พิกัดม ใช้ในการระบายอากาศ

ปั๊ม ทำหน้าที่ต่างๆ เช่น

๑. ทำหน้าที่ระบายน้ำทิ้ง

๒. คุบน้ำจากที่เก็บน้ำใต้ดินไปเก็บที่ถังเก็บน้ำชั้นบนเพื่อเป็นน้ำใช้

๓. ใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศ

ที่เครื่องจะมีจอภาพแสดงผล (CRT) ซึ่งแบ่งชนิดการแสดงผลออกเป็น

๑.๑.๑ แสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ แบ่งออกเป็น

— แสดงข้อมูลของกลุ่ม (Group summary display) จะแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ในกลุ่ม ได้แก่ "เบอร์อุปกรณ์ รายละเอียด ข้อมูลตัวเลข" แสดงสถานะการทำงาน (เปิด/ปิด) สถานะเตือนภัย

— แสดงข้อมูลของอุปกรณ์ (Point display), จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการต่อการควบคุมในแต่ละอุปกรณ์ เช่นการต่อสายจีพี (DGP) ตามโปรแกรม (Time program) ฯลฯ

— แสดงกลุ่มภาพ มันจะแสดงสถานที่ตั้งอุปกรณ์ วงจรขอระบบ รวมทั้งแสดงสถานะ และคำวัด

๑.๑.๒ แสดงรายละเอียดของข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกควบคุม

— แสดงรายละเอียดการเตือนภัยของอุปกรณ์

— แสดงรายการสถานะของอุปกรณ์

— แสดงรายการค่าที่วัดได้ของอุปกรณ์

๑.๑.๓ แสดงรายละเอียดของโปรแกรมต่างๆ

๑.๑.๔ แสดงกราฟแท่ง โดยค่าอนาล็อกของพวกพลังงานไฟฟ้า ฯลฯ สามารถเก็บอยู่ในรูปของข้อมูล ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นกราฟแท่งได้ โดยเทียบตัวชั่วโมง ต่อวัน ต่อเดือน หรือต่อช่วงเวลาที่ต้องการ

๑.๑.๕ แสดงเวลา โดยจะแสดงอยู่ที่มุมขวาของจอ

๑.๒ การเตือนภัยต่างๆ เช่น

๑.๒.๑ การเปิดปิดการทำงานอุปกรณ์ผิดพลาด

๑.๒.๒ คำวัดต่างๆ เกินระดับสูงสุด หรือต่ำสุดที่ตั้งไว้

ฯลฯ

๑.๓ ความสามารถในการทำงานต่างๆ

๑.๓.๑ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เป็นตัวยุ เช่นการเปิดปิดอุปกรณ์

๑.๓.๒ ความคุมการเปิดปิดอุปกรณ์เป็นกลุ่มในการกดครั้งเดียว ฯลฯ

๑.๔ ชีตความสามารถในการควบคุมที่สำคัญ เช่น

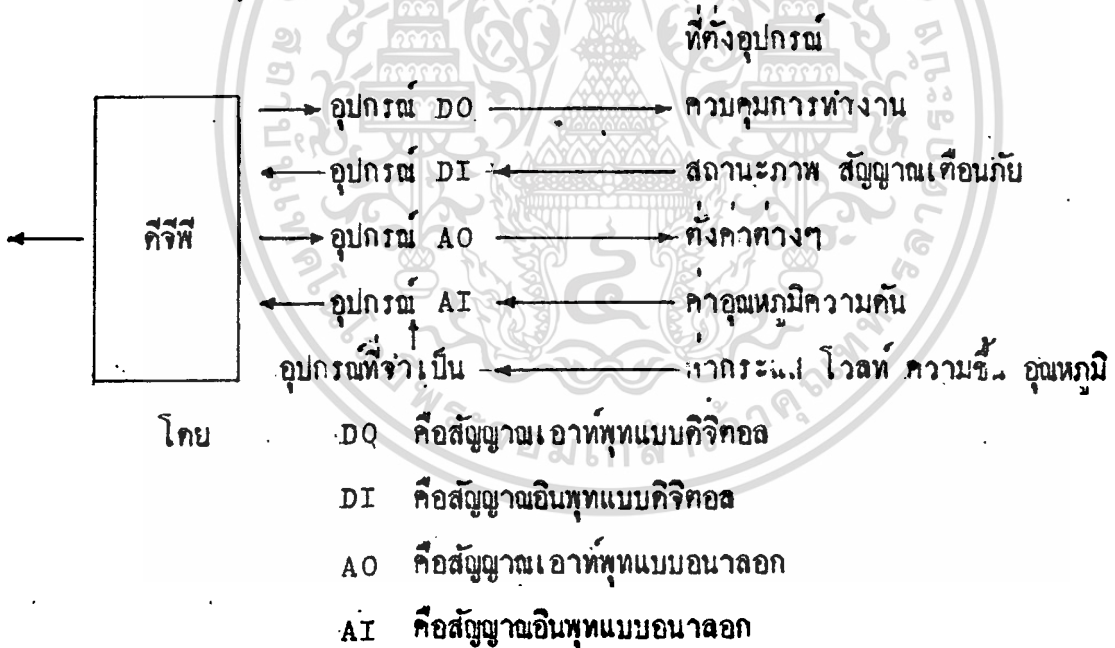
๑.๔.๑ ทามโปรแกรม (Time program) อุปกรณ์สามารถเปิดและ
ปิดได้ตามตารางเวลาที่ตั้งไว้ในทามโปรแกรม

๑.๔.๒ อีเว้นโปรแกรม (Event program) ตั้งกลุ่มอุปกรณ์ที่จะทำ
งานด้วยกัน

ฯลฯ

๒. ตู้รวบรวมข้อมูล (Data gathering panel (DGF))

ในการที่เครื่องควบคุมหลักจะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จะต้องติดต่อผ่านตู้คิจิฟิ โดย
ตัวคิจิฟิจะต่อกับอุปกรณ์รับและส่งข้อมูลแบบต่างๆอีกที ซึ่งเราสามารถเขียนแผนภาพได้เป็น



๓. เครื่องพิมพ์ข่าวสาร (Message printer)

เครื่องจะพิมพ์แจ้งข่าวต่างๆ เช่น บันทึกการทำงาน หรือความผิดปกติ ฯลฯ

สำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆของอาคารนิทรรศการและบริการ
การศึกษาจะควบคุมที่ตู้ RCP ซึ่งอยู่ที่ห้องสำนักงาน •

ระบบแสงสว่างบนเวทีและระบบขับเคลื่อนฉาก

๑. ระบบแสงสว่างบนเวที (Lighting stage)

ลักษณะการจัดไฟสำหรับบทแสดงจะมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดไฟ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีใช้สองที่ คือที่หอประชุมใหญ่ และที่หอประชุมเล็ก

๑.๑ ระบบแสงสว่างบนเวทีของหอประชุมใหญ่

ระบบของแสงสว่างจะประกอบด้วย ๕ ส่วน คือ

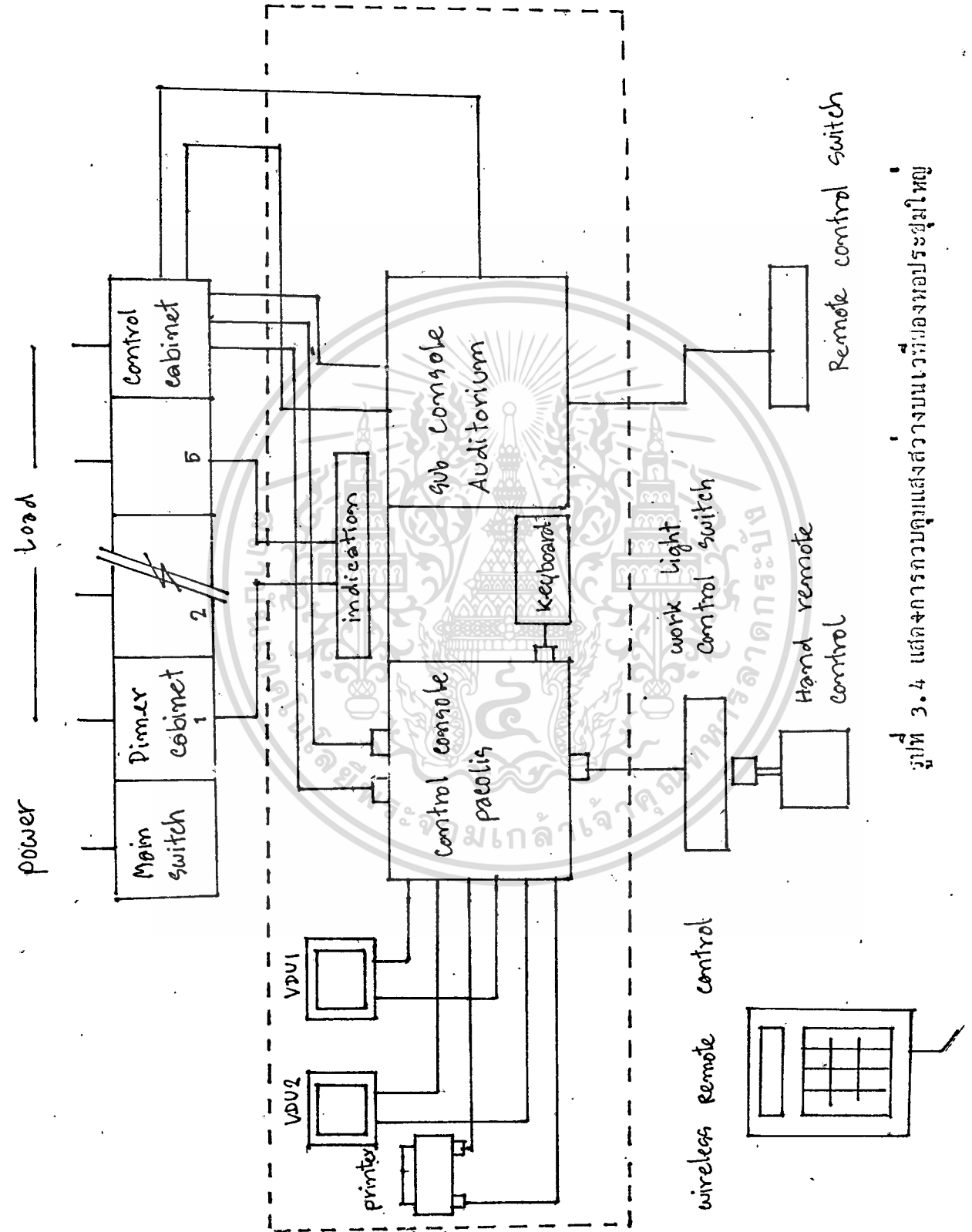
๑. Main switch cabinet
๒. Dimmer cabinet
๓. Main console
๔. Handheld remote control
๕. Remote control switch

หลักการทำงานคือ เริ่มต้นด้วยการจัดไฟให้ไค้ตำแหน่งและสีตามต้องการ จากนั้นจึงรวมไฟแต่ละชุดเข้าด้วยกันโดยโยงเข้าสู่ Dimmer cabinet ผ่านไทรสเตอร์ (SCR) แล้วต่อวงจรไปยัง Main switch cabinet ซึ่งเป็นที่รับไฟสำหรับจ่ายโหลดเข้ามา

สำหรับไทรสเตอร์จะถูกควบคุมด้วยวงจรควบคุมจากชุดคิมเมอร์ (Dimmer) ซึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด ๑๐ โวลต์ ซึ่งชุดคิมเมอร์เหล่านี้จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณต่างๆ จากชุดควบคุม (Control console) อีกที โดยที่ชุดควบคุมจะต่อสัญญาณไปยังเครื่องควบคุมซึ่งประกอบด้วย ที่ป้อนข้อมูล (Key board) สำหรับป้อนข้อมูล และจอภาพ (VDU1 + VDU2) และเครื่องพิมพ์ (Printer) สำหรับแสดงผลการทำงาน

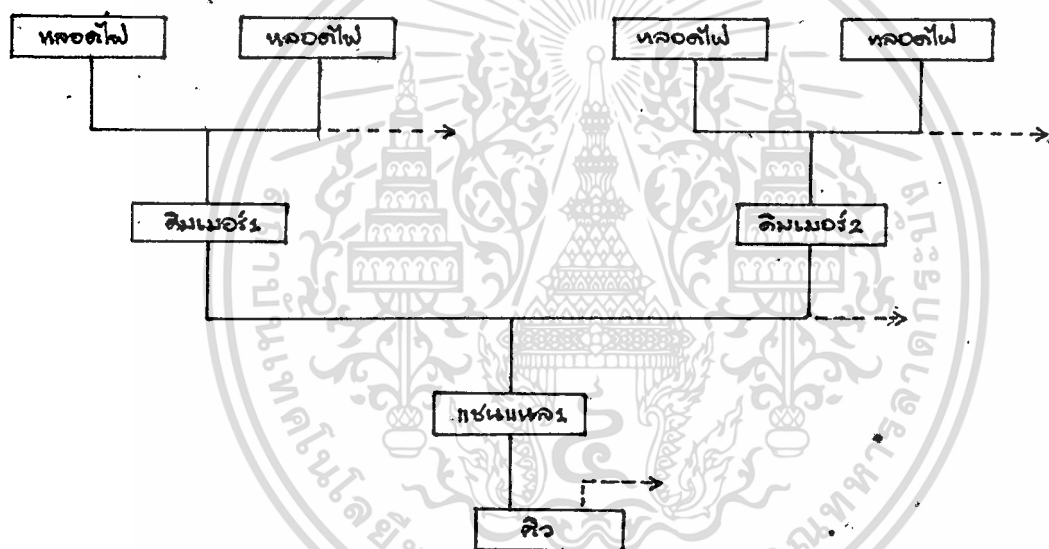
โดยทั่วไปแล้ว การควบคุมระบบไฟสำหรับการแสดงจะกระทำที่เครื่องควบคุม (Control console) ซึ่งมีลักษณะการจัดเรียงจากการรวบรวมคิมเมอร์เป็นแขนแนล

และร่วมหลายๆ แขนแนลเป็นคิว (Cue) โดยที่ ๑ คิวก็จะมีลักษณะการจัดไฟรูปแบบหนึ่ง ซึ่งในช่วงเวลานั้นอาจมีการหน่วงเวลา (Delay) การเปลี่ยนแปลงแบบช้า ๆ



รูปที่ 3.4 แสดงการควบคุมแสงสว่างบนเวทีของหอประชุมใหญ่

(Fade) ฯลฯ ในการแสดงครั้งหนึ่งๆ จะประกอบด้วยหลายๆคิว อย่างไรก็ตาม นอกจากเราจะสามารถควบคุมแสงสว่างบนเวทีด้วยเครื่องควบคุม (Control console) แล้ว เรายังสามารถควบคุมระบบแสงสว่างบนเวทีโดยโหนดควบคุมที่ Handheld remote control unit ก็ได้ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งกล่าวสามารถพกติดตัวไปใช้ควบคุมที่จุดต่างๆของหอประชุมได้ ซึ่งมีข้อก็คือ สามารถมองเห็นลักษณะของแสงสว่างบนเวทีได้ชัดเจนตามที่เป็นจริง และสามารถติดต่อกับแผนอื่น เช่น แผนกควบคุมระบบเสียง เป็นต้น ได้ง่ายยิ่งขึ้น



รูปที่ ๓.๕ แสดงลักษณะการจติไฟ

และจากรูปที่ ๓.๕ แผนภูมิระบบ (System diagram) จะสังเกตเห็นเครื่องควบคุมย่อย (Subconsole auditorium) ซึ่งจะเป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบไฟ ๓ ส่วนคือ

๑. ไฟทำงาน (Work light) & วงจร ของไฟเบอร์เกอร์ (Border light)
๒. ไฟแสงสว่างรอบๆหอประชุม (Auditorium light) บริเวณรอบๆ

วงจร

๓. ไฟฉุกเฉิน (Emergency light)

โดยที่ ๒ ส่วนแรกสามารถหนีและควบคุมความเร็วในการหนีได้ ส่วนที่ ๓จะเป็น วงจรที่ต่อจากระบบจ่ายไฟสำรอง ทำหน้าที่จ่ายไฟฉุกเฉินธรรมดา

เมื่อขณะปฏิบัติงานจริงในห้องควบคุมไฟ (Main control console) นั้น เราอาจจะมองเห็นการทำงานจริงๆ ได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงมีแผงแสดงผล (Indication panel) ติดตั้งไว้เพื่อให้เราสามารถตรวจสอบการทำงานของแต่ละแขนแขน โดยลักษณะ การต่อวงจร จะนำไฟจากโหมกแต่ละชุดไปต่อผ่านหม้อแปลง ซึ่งจะแปลงไฟฟ้าจากกระแส สลับ ๒๒๐ โวลต์ เป็น กระแสตรง ๒๔ โวลต์ แล้วนำไปต่อเข้ากับ LED บนแผงแสดงผล ซึ่งความสามารถในการควบคุมไฟสำหรับการแสดง

สำหรับหลอดไฟที่ให้แสงสว่างนั้น เป็นหลอดฮาโลเจน (Halogen) ชนิดทังสเตน ที่ใช้เลนส์คอนเดนเซอร์ (Condensor) ซึ่งเมื่อส่องสว่างจะกินบริเวณเป็นวงกลม หรือ ใช้เลนส์เฟรสเนล (Fresnel) ซึ่งเมื่อส่องสว่างแล้วจะไม่ได้เห็นขอบเขตของแสงสว่าง คือ จะค่อยๆจางแล้วมีทิศทางจากจุดศูนย์กลางออกไป ส่วนการทำให้ไฟแสงสว่างเป็นสีต่างๆ ทำได้โดยการใช้แผ่นฟิล์มสีนั้นๆมาติด เพื่อให้แสงไฟฉายผ่านแผ่นฟิล์ม

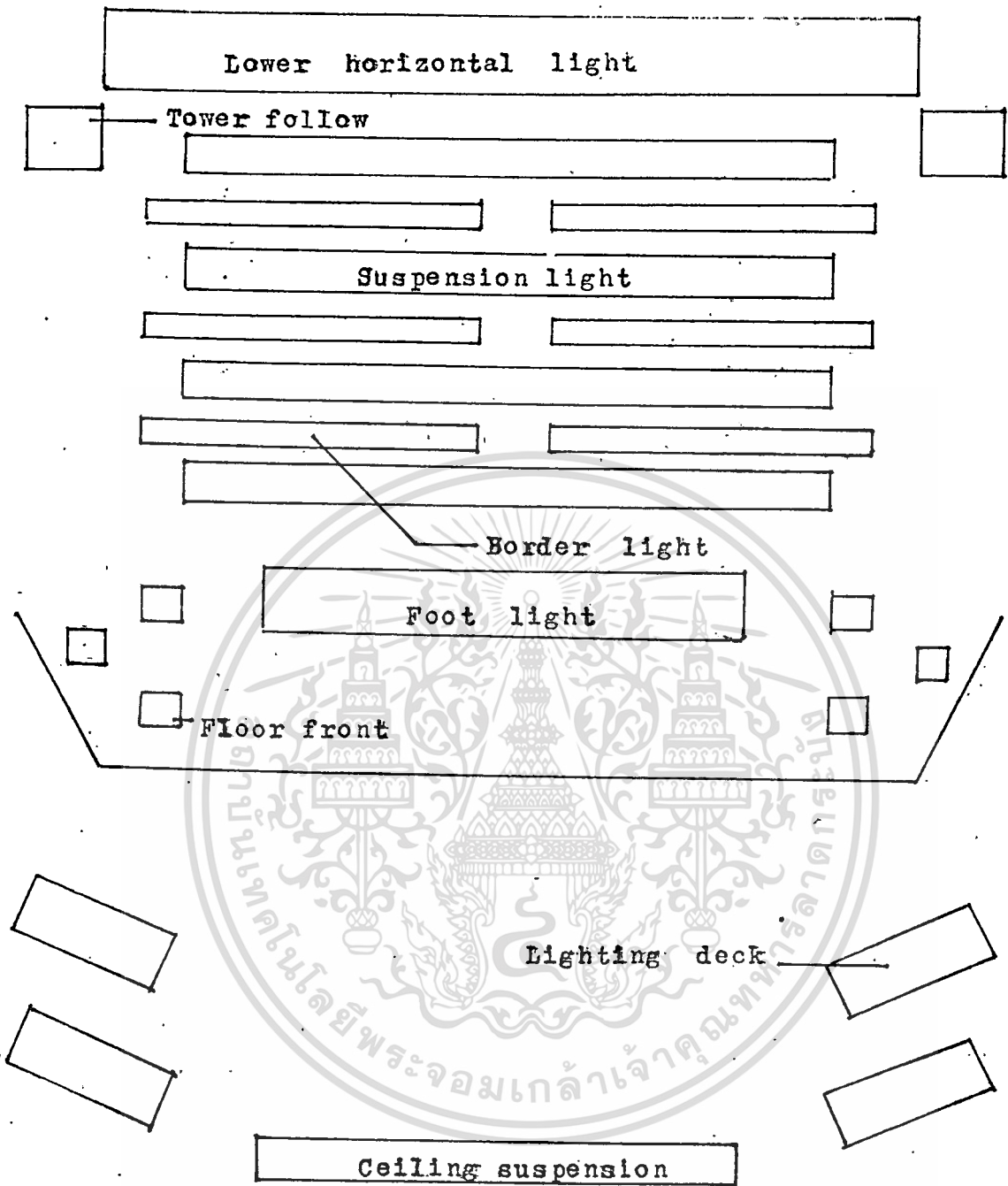
ส่วนลักษณะการติดตั้งใช้งานนั้น จะนับเป็นวงจรคิมเมอร์ โดยที่ ๑ วงจรคิมเมอร์ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย หลอดไฟขนาด ๑๐๐๐ วัตต์ ๔-๖ หลอดรวมกันขึ้นอยู่กับขนาดของ คิมเมอร์ว่าเป็นแบบ ๔ กิโลวัตต์ หรือ ๖ กิโลวัตต์ สำหรับ ๑ วงจรนี้จะแทนด้วย LED ๑ ดวง บนแผงแสดงผล

จำนวนวงจรของหอประชุมใหญ่ มีดังนี้

๑. วงจรของหอประชุม มี ๑๑ วงจร ซึ่งเป็นไฟให้แสงสว่างรอบๆภายในหอประชุม โดยจะติดตั้งอยู่ตามผาผนัง

๒. วงจรสำหรับเวที มี ๓๓๓ วงจร (สามารถขยายได้เป็น ๔๑๒ วงจร) ซึ่งเป็น ไฟที่ทำหน้าที่ต่างๆดังนี้

๒.๑ Foot light เป็นไฟซึ่งส่องจากด้านล่าง ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้า ของเวที สามารถพับเก็บเพื่อซ่อนไว้ในพื้นของเวทีได้



หมายเหตุ เฉพาะไฟ Lower horizontal light, Floor light, Foot light, Lighting deck จะเป็นไฟที่ติดตั้งที่พื้นเวที นอกนั้นจะติดตั้งบน fly duct.

รูปที่ ๓.๖ แสดงการจัดวางระบบไฟสำหรับการแสดงอย่างคร่าวๆ

๒.๒ Floor front เป็นปลั๊กซึ่งซ่อนอยู่ในพื้นสำหรับนำหลอดไฟมาติดตั้ง จะอยู่บริเวณเดียวกับ Foot light แล้วยุ่ทางคานข้างทั้ง ๒ ด้าน

๒.๓ Border light เป็นไฟให้แสงสว่างธรรมดา ไฟแสงที่สว่างครอบคลุมทั้งเวที มีบางส่วนถูกจัดให้เป็น ไฟทำงาน (Work light) สำหรับใช้ในเวลาดำเนินงาน โดย Border light นี้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้

๒.๔ Lower horizontal และ upper horizontal light เป็นไฟสำหรับส่องฉากหลัง โดยแบ่งกันเป็นครึ่งบนและครึ่งล่าง ส่วนล่างจะติดตั้งที่พื้น และส่วนบนจะติดตั้งบน Fly duct ที่ยึดไว้ด้วยสลักเคเบิลที่เลื่อนขึ้นลงได้

๒.๕ Suspension light เป็นชุดไฟที่แขวนอยู่บน Fly duct ทำหน้าที่ส่องสว่างจากด้านบนสู่เวทีด้วยมุมต่างๆ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ นอกจากนั้นยังมีติดตั้งที่เพดานคานคนดู เพื่อส่องสว่างจากมุมไกลไปที่เวที

๒.๖ Lighting deck เป็นไฟที่ให้แสงสว่างแก่เวที จากคานข้างทั้ง ๒ ด้านของเวที

๒.๗ Acoustic reflector light เป็นไฟอีกชุดหนึ่งที่ติดตั้งในฉากไม้ฉาบสำหรับการแสดงซิมโฟนี (Symphony) ซึ่งฉากดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษในการสะท้อนเสียงให้หูฟังได้ฟังเสียงที่ชัดเจน ฉากดังกล่าวเมื่อไม่ใช้จะแขวนไว้ด้านบน

สำหรับไฟในหัวข้อที่ ๒ นี้ จะมีความสำคัญมากในการจัดการแสดง และถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุมหลัก ทำให้สามารถจัดรูปแบบไฟได้มากมาย ทั้งมีคุณสมบัติพิเศษดังนี้

๑. Fade in และ Fade out คือการทำให้ หลอดค่อยๆ สว่างขึ้นหรือดับลงในช่วงเวลาที่กำหนด (จาก ๔ วินาที จนถึง ๖๐ วินาที) และสามารถเปลี่ยนมาใช้ การควบคุมด้วยมือได้ด้วย

๒. Delay เป็นการทิ้งเวลาให้มีการหน่วงเวลาตามที่กำหนดก่อน จึงจะเริ่มทำงานอย่างอื่นต่อ

๓. Effect เป็นการจัดรูปแบบของไฟ ให้มีการติดดับตามรูปแบบที่ออก

๒.๒ Floor front เป็นปลั๊กซึ่งซ่อนอยู่ในพื้นสำหรับนำหลอดไฟมาติดตั้ง จะอยู่บริเวณเดียวกับ Foot light แต่อยู่ทางข้างข้างทั้ง ๒ ด้าน

๒.๓ Border light เป็นไฟให้แสงสว่างธรรมดา ไฟแสงที่สว่างครอบคลุมทั้งเวที มีบางส่วนถูกจัดให้เป็น ไฟทำงาน (work light) สำหรับใช้ในเวลาดำเนินงาน โดย Border light นี้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้

๒.๔ Lower horizontal และ upper horizontal light เป็นไฟสำหรับส่องฉากหลัง โดยแบ่งกันเป็นครึ่งบนและครึ่งล่าง ส่วนล่างจะติดตั้งที่พื้น และส่วนบนจะติดตั้งบน Fly duct ที่ยึดไว้ด้วยสลักเคเบิลที่เลื่อนขึ้นลงได้

๒.๕ Suspension light เป็นชุดไฟที่แขวนอยู่บน Fly duct ทำหน้าที่ส่องสว่างจากด้านบนสู่เวทีด้วยมุมต่างๆ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ นอกจากนั้นยังมีติดตั้งที่เพดานด้านคนดู เพื่อส่องสว่างจากมุมไกลไปที่เวที

๒.๖ Lighting deck เป็นไฟที่ให้แสงสว่างแก่เวที จากข้างข้างทั้ง ๒ ด้านของเวที

๒.๗ Acoustic reflector light เป็นไฟอีกชุดหนึ่งที่ติดตั้งในฉากไม้ฉากรวสำหรับการแสดงซิมโฟนี (Symphony) ซึ่งฉากดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษในการสะท้อนเสียงให้ผู้ฟังได้ฟังเสียงที่ชัดเจน ฉากดังกล่าวเมื่อไม่ใช้จะแขวนไว้ด้านบน

สำหรับไฟในหัวเวที-๒ นี้ จะมีความสำคัญมากในการจัดการแสดง และถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุมหลัก ทำให้สามารถจัดรูปแบบไฟได้มากมาย ทั้งมีคุณสมบัติพิเศษดังนี้

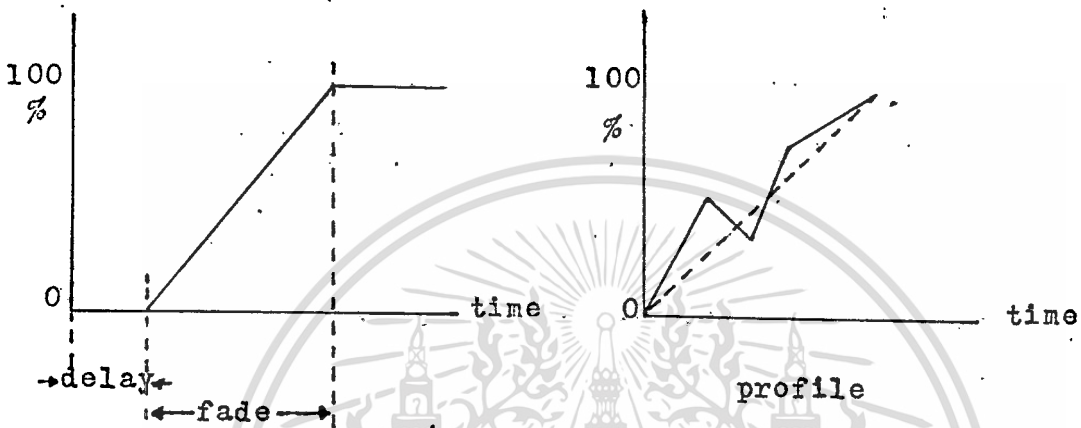
๑. Fade in และ Fade out คือการทำให้ หลอดหลอดๆ สว่างขึ้นหรือดับลงในช่วงเวลาที่กำหนด (จาก ๔ วินาที จนถึง ๒๐ วินาที) และสามารถเปลี่ยนมาใช้ การควบคุมด้วยมือได้ด้วย

๒. Delay เป็นการทิ้งเวลาให้มีการหน่วงเวลาตามที่กำหนดก่อน จึงจะเริ่มทำงานอย่างอื่นต่อ

๓ Effect เป็นการจัดรูปแบบของไฟ ให้มีการติดกับตามรูปแบบที่ออกแบบ

แบบไว้ภายในช่วงเวลาที่กำหนด

๔. profile เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการส่องสว่างในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งโดยปกติจะเป็นเชิงเส้น



รูปที่ ๓.๓. แสดงคุณสมบัติการควบคุมไฟ

๑.๒ ระบบแสงสว่างบนเวทีของหอประชุมเล็ก

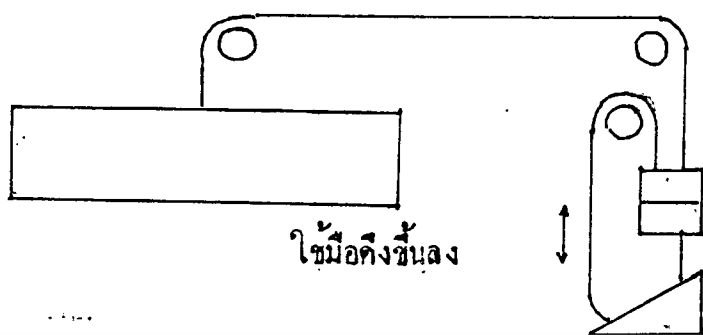
มีลักษณะคล้ายกับระบบแสงสว่างบนเวทีของหอประชุมใหญ่ แต่มีขีดความสามารถน้อยกว่าและมีข้อแตกต่างอยู่หลายส่วน เช่น ไม่มี Handheld remote control unit ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมหลักไม่มีจอภาพ เป็นต้น

๒. ระบบขับเคลื่อนฉาก

สำหรับหอประชุมใหญ่ มีฉากซึ่งสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ โดยการดึงขึ้นไปตรงๆ ไม่มีการม้วนเก็บ จึงทำให้บริเวณเพดานของหอประชุมในส่วนที่เป็นเวทีมีความสูงเป็น ๒ เท่าของความสูงปกติ ฉากทั้งหมดขับเคลื่อนด้วยระบบถ่วงน้ำหนัก กล่าวคือ มีการนำก้อนน้ำหนักไปใส่อีกด้านหนึ่งของปลายลวดสลิง เพื่อให้น้ำหนักทั้งสองข้างของ เชือกสมดุลย์ ซึ่งทำให้การเลื่อนขึ้นลงของฉากไม่ต้องใช้แรงมากนัก

ส่วนการเคลื่อนที่ของฉากนั้น แบ่งตามวิธีการได้ ๒ วิธี คือ

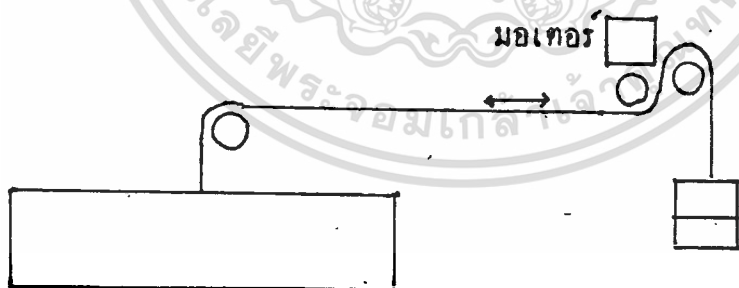
๒.๑ การเคลื่อนที่โดยใช้มือดึง จะใช้กับฉากขนาดเล็ก แรงที่ใช้เป็นเพียงแรงที่เลื่อนเชือกขึ้นลง ซึ่งลักษณะการเลื่อนแสดงไว้ดังภาพ



๒.๒ การเคลื่อนที่โดยโซ่มอเตอร์

ฉากที่ขับเคลื่อนโดยวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นฉากใหญ่ๆ หลักการทำงานก็เช่นเดียวกับแบบใช้มือดึงแต่มีมอเตอร์ช่วย โดยมอเตอร์ที่หมุนอยู่จะถูกหกรอบให้ช้าลงด้วยการทดเกียร์ จากนั้นจะใช้สายพานนำแรงจากเพลาไปยังจุดที่จะหมุนเชือก โดยที่มอเตอร์ไม่ต้องรับน้ำหนักของฉากและก้อนน้ำหนัก แรงจากมอเตอร์เป็นเพียงตัวที่ทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ ซึ่งคำสั่งจะมี ๓ อย่าง คือ ขึ้น ลง และหยุด ซึ่งทำได้โดยการ หมุนปกติ หมุนกลับทิศซึ่งทำได้โดยการกลับเฟส และเฟส และการหยุดมอเตอร์ทำได้โดยการเปิดสวิตช์แม่เหล็ก ปลดไฟออกจากวงจรโดยที่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ (ตามขนาดของศูนย์ฯ ใช้ขนาดมากกว่า ๒.๒ กิโลวัตต์) จะใช้ระบบเบรกเข้าช่วยในการหยุด ซึ่งใช้ระบบเบรกแบบไร้ไฟ

ลักษณะการเลื่อนฉากแสดง โค้งภาพ



ฉากที่เคลื่อนที่ด้วยวิธีนี้ นอกจากฉากโดยทั่วไปแล้วยังรวมถึงไฟแบบ

และหอคอย.

ที่ห้อยอยู่ทั้ง ๒ ด้านของเวที โดยปกติการขับเคลื่อน

แบบนี้จะไม่เปลี่ยนความเร็ว ยกเว้นฉากม่านกั้นระยะซึ่งปรับความเร็วได้

นอกจากนี้ยังมีฉากที่ใช้เฉพาะงานคือ ฉากรีเฟลกเตอร์

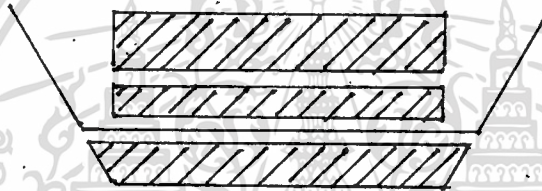
ใช้

สำหรับการแสดงชิมไฟนี้ โดยจะแบ่งเป็น ๓ แผ่น เมื่อนำมาต่อกันจะได้ลักษณะเป็นรูปตัว

ยู(๒) โดยแผ่นฉากหลังเมื่อส่งมาถึงพื้นจะมีมอเตอร์ปรับไนเอนจากแนวกิ่งไค์ และแผ่นข้างทั้ง ๒ จะมีมอเตอร์ที่ฐานใช้ในการเคลื่อนที่ ทำให้แผ่นทั้ง ๒ สามารถเคลื่อนที่ซ้ายขวาเพื่อนำมาต่อไค์

สำหรับตู้จ่ายไฟให้ระบบขับเคลื่อนฉาก จะอยู่บริเวณชั้น ๒ ซึ่งเป็นชั้นเดียวกับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนฉาก ส่วนแผงควบคุมจะอยู่ด้านล่างของเวทีใหญ่ และมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนฉากเป็นมอเตอร์เหนียวนำ ๓ เฟสทั้งหมด

นอกจากระบบขับเคลื่อนฉากแล้ว ยังมีระบบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ระบบขับเคลื่อนเวที ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนเวทีบางส่วนให้ต่ำลงหรือสูงขึ้นกว่าระดับปกติ สำหรับเวทีหอประชุมใหญ่นี้ มีส่วนของเวทีที่สามารถเคลื่อนขึ้นลงไค์ ๓ ส่วน ตามรูป



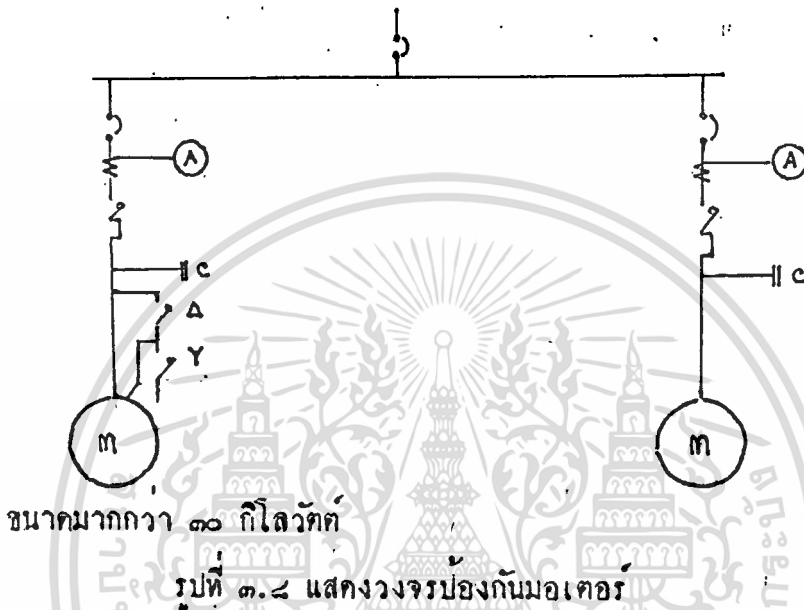
การขับเคลื่อนเวทีจะใช้วิธีการขับเคลื่อนแบบสกรู (Screw drive) ซึ่งมีข้อก็คือ การเคลื่อนที่จะราบเรียบ โดยวิธีการขับเคลื่อนอาจอธิบายคร่าวๆไค์คือ จะใช้มอเตอร์ ๑ ตัว ต่อเพลาออกไปเพื่อส่งแรงไปหมุนเสาที่เป็นเกลียวเหมือนสกรู ทั้ง ๔ มุมของพื้นที่ที่จะเคลื่อนที่ ซึ่งเมื่อเสาหมุนเนื่องจากมอเตอร์ ก็จะทำให้เวทีเคลื่อนที่ขึ้นลงไค์ด้วย และเมื่อมอเตอร์หมุนกลับทิศ เวทีก็จะเคลื่อนที่กลับทิศทางด้วย

ลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ จะมีตะแกรงป้องกันคนเดินตกเวทีในกรณีเวทีถูกเลื่อนลงไปข้างล่าง

ระบบป้องกัน

๑. ระบบป้องกันมอเตอร์

เนื่องจากมอเตอร์เป็นอุปกรณ์หลัก ที่ใช้ในงานต่างๆ เช่น บด พัดลม ฯลฯ จะมีระบบป้องกันคร่าวๆ ดังนี้



สามารถอธิบายการทำงานได้โดย

๑. เซอร์คิเบรกเกอร์ ป้องกันการลัดวงจร หรือกระแสเกินผิดปกติ

๒. สวิตช์แม่เหล็ก จะป้องกันมอเตอร์โดย

๒.๑. ตัวเทอร์โมสแตทที่ใช้ในสวิตช์แม่เหล็ก จะสามารถให้กระแสผ่านเพิ่มขึ้นหลังจากที่อุณหภูมิของมอเตอร์คงที่อยู่ และจะทำการตัดวงจรขณะกระแสไหลผ่านไม่เกิน ๑๒๕ % ของกระแสเต็มพิกัดหรือค่าตามที่ตั้งไว้

๒.๒ ป้องกันสัปดาห์ไฟฟ้าตก โดยค่าศักดาไฟฟ้าต่ำสุดของขดลวดยักหน้าสัมผัสที่ใช้ในสวิตช์แม่เหล็กจะมีค่าประมาณ ๔๕ % ของค่าพิกัดศักดา ถ้าศักดาไฟฟ้าต่ำลงกว่านี้ จะตัดวงจรอัตโนมัติ

๒.๓ ป้องกันการหายไปเฟสใดเฟสหนึ่ง เพราะเมื่อไฟฟ้าหายไปเฟสหนึ่ง มอเตอร์ยังคงหมุนอยู่ในสภาพเฟสเดียว การทำงานเช่นนี้กระแสในขดลวดจะสูงกว่าปกติ

ทำให้เทอร์โมสัททริฟไค

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าตัวรีเลย์สามารถทำงานได้ตามปกติขณะที่เริ่มสตาร์ทมอเตอร์ แต่ตัวรีเลย์ก็กลัวว่าไม่สามารถจะตัดวงจรออกได้ในขณะที่เกิดการลัดวงจรในมอเตอร์ ดังนั้นจึงต้องใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นตัวป้องกัน

๓. สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งตามขนาดที่ศูนย์วิศวกรรมใช้ ถ้ามอเตอร์มีขนาดตั้งแต่ ๓๐ กิโลวัตต์ขึ้นไป จะใช้การสตาร์ทแบบสตาร์ท - เกล้าสตาร์ท เพื่อลดกระแสสตาร์ท

๔. ที่มอเตอร์แต่ละตัวจะมีคาปาซิเตอร์ต่ออยู่เพื่อแก้เพาเวอร์ แฟกเตอร์

๕. มีแอมมิเตอร์สำหรับวัดกระแส

สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับเคลื่อนจาก จะมีการป้องกันคล้ายมอเตอร์ทั่วไป แต่ที่ระบบไฟใหญ่ที่จ่ายให้ระบบขับเคลื่อนจากจะมีหม้อแปลงกระแสรีเฟส (ZCT) และกราวด์รีเลย์ (Ground relay) ป้องกันเพิ่มขึ้น

๒. ระบบป้องกันฟ้าผ่า

ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ใช้ที่ศูนย์วิศวกรรม เป็นชนิดพรีเวนเตอร์ (Preventor) ซึ่งเป็นการป้องกันฟ้าผ่าแบบใช้สารกัมมันตภาพรังสีชนิดหนึ่ง มีรัศมีการป้องกัน ๑๐๐ เมตร โดยติดตั้งอยู่บนอาคารหอประชุมใหญ่

๓. ระบบป้องกันอัคคีภัย

อุปกรณ์เตือนภัยจากอัคคีภัยมีใช้ ๓ อย่าง คือ

๓.๑ เครื่องตรวจจับควัน (Smoke detector) ชนิดอาศัยหลักการบดบังพลังงานแสง (Photo - electric)

๓.๒ เครื่องตรวจจับค่าความร้อนคงที่ (Fixed temperature detector)

๓.๓ เครื่องตรวจจับอัตราการเพิ่มความร้อน (Rate of rise detector)

อุปกรณ์ในหัวข้อ ๒ และ ๓ รวมเรียกเป็นพวกตรวจจับความร้อน (heat detector (HD))

อุปกรณ์พวกตรวจจับควันจะทำงานในช่วงระยะเกิดควัน ส่วนอุปกรณ์พวกตรวจจับ

ความร้อนจะทำงานในช่วงระยะเวลาที่เกิดเปลวไฟและความร้อน

ลักษณะการติดตั้ง ที่อาคารนิทรรศการและบริการการศึกษาจะมีอุปกรณ์ตรวจจับ
อัตราเพิ่มความร้อนเป็นหลัก ส่วนเครื่องตรวจจับควันและเครื่องตรวจจับค่าความร้อนคงที่
จะมีใช้เป็นบางห้อง แต่สำหรับหอประชุมใหญ่และหอประชุมเล็กจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับควัน
เป็นหลัก และจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับค่าความร้อนคงที่บ้างบางส่วนเช่น ห้องครัว ห้องนั่ง
เล่น (Pantry) เป็นต้น

ลักษณะการทำงาน เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจะมีการส่งสัญญาณแจ้งไปยังตู้เตือนอัคคีภัย
(Fire alarm) ซึ่งอยู่ที่ห้องรักษาความปลอดภัยชั้น ๑ ของอาคารนิทรรศการและบริการ
การศึกษา และกระดิ่งไซเคอเมทริกในแกละตึกจะกังวขึ้นที่ตึกนั้น แต่เฉพาะที่หอประชุมใหญ่
เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น กระดิ่งไซเคอเมทริกจะกังวขึ้นเฉพาะชั้นที่เกิดไฟไหม้และชั้นที่อยู่เหนือ
กว่าอีกชั้นหนึ่ง

และเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้น จะมีสัญญาณอัตโนมัติไปเปิดปั๊มไฮดรอนท์ (Hydrant
pump) ซึ่งอยู่ที่บริเวณห้องเครื่องชั้นใต้ดินของหอประชุมใหญ่ ให้ทำงาน โดยมันจะสูบ
น้ำไปรอที่หัวฉีกตามตู้ไฮดรอนท์ เพื่อที่จะใช้ในการดับเพลิง สำหรับปั๊มไฮดรอนท์นี้จะอยู่
ในพวกอุปกรณ์ของระบบจ่ายไฟสำรองด้วย ในกรณีที่เกิดไฟไหม้ขึ้นที่บริเวณเวทีของหอประ
ชุมใหญ่ จะมีปั๊มอีกตัวหนึ่งคือ ปั๊มสปริงเกิลเลอร์ (Sprinkler pump) อยู่ที่บริเวณห้อง
เครื่องชั้นใต้ดินของหอประชุมใหญ่ ปั๊มนี้จะสูบน้ำไปรอที่เวที ซึ่งที่เวทีนี้จะมีวาล์วควบคุม
ซึ่งสามารถควบคุมการดับเพลิงบนเวทีได้โดยแบ่งเวทีออกเป็นส่วนๆ แต่ละวาล์วจะควบคุม
แต่ละส่วน ลักษณะการดับเพลิง เมื่อเปิดวาล์ว น้ำจะไหลผ่านหัวฉีดที่ติดตั้งอยู่บริเวณข้าง
บนของเวทีลงมากับไฟ

นอกจากนี้ ตู้เตือนอัคคีภัยยังมีตัวแสดงผลการตรวจสอบระดับน้ำต่ำของที่เก็บน้ำ
(Priming tank) ซึ่งเป็นที่สำหรับเก็บน้ำที่ปั๊มไฮดรอนท์และปั๊มสปริงเกิลเลอร์ สูบน้ำไปใช้
และยังมีระบบโวลต์เตจคงที่จ่ายให้กับระบบโทรศัพท์ฉุกเฉินด้วย

บทที่ ๔

การบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าและการรักษาอุปกรณ์

การบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ระบบไฟฟ้าสามารถใช้งานได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด มีข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนดำเนินการอื่นๆ ในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการช่วยให้เกิดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ อย่างถูกต้อง

ในการวางแผนการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรมนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนนโยบายอย่างแน่ชัด มีวิศวกรเป็นผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบในการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด และตัดสินใจดำเนินการต่างๆ รวมทั้งต้องมีแผนสถิติทำหน้าที่เก็บรวบรวมเอกสารและข้อมูลต่างๆ การควบคุมคลังพัสดุ รวมทั้งการประเมินผลการวางแผนบริหารพลังงานด้วย

เนื้อหาที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นเพียงแนวทางการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคร่าวๆ และเป็นการวิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีที่ยังไม่ไ้ทำการสำรวจข้อมูลการใช้งานอย่างแท้จริง เนื่องจากทางศูนย์วัฒนธรรมยังไม่มี การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์ จึงทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างแท้จริงได้ อย่างไรก็ตาม แนวทางต่างๆ ในบทนี้ จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะนำไปสู่การเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า และการนำไปดำเนินการต่อไปแนวทางในการบริหารการใช้พลังงาน

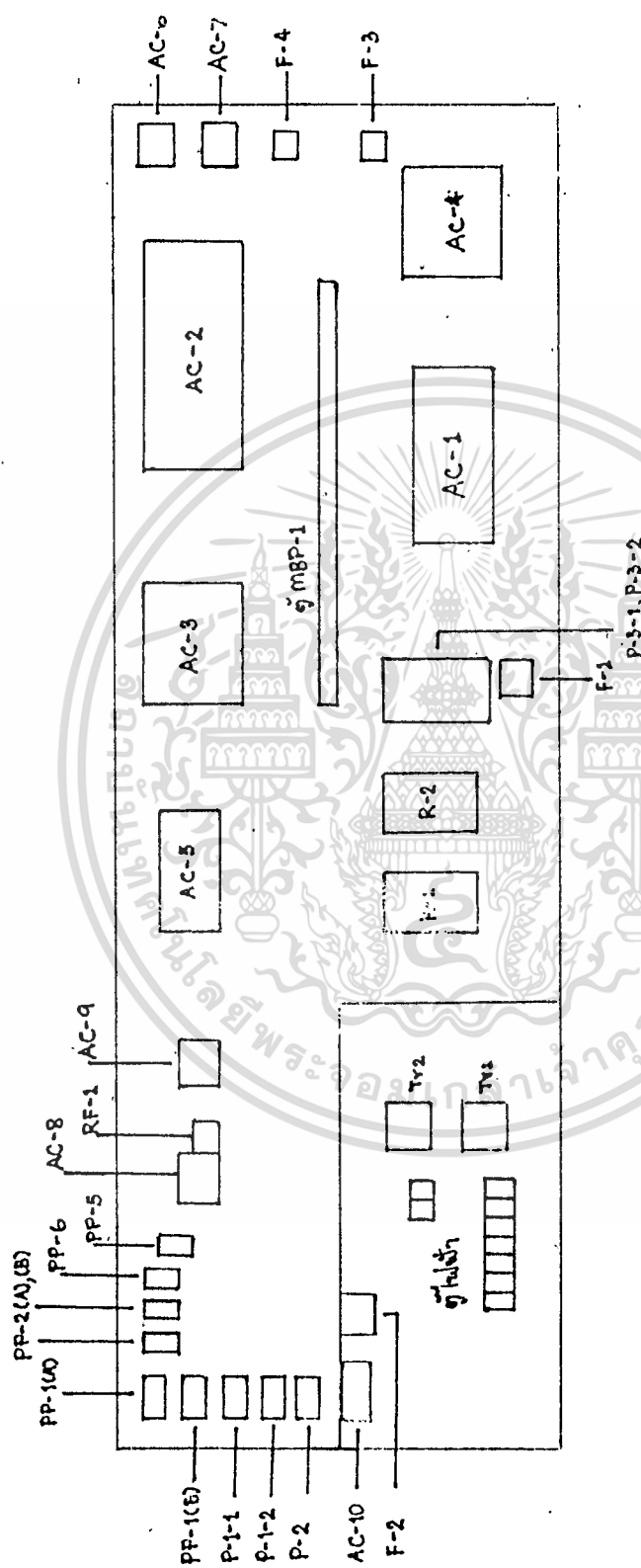
เพื่อให้การบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถจัดทำตัวบ่งชี้ในการดำเนินการได้ดังนี้

๑. **สำรวจสภาพการใช้พลังงานในปัจจุบัน**

๑.๑ **มิเตอร์ของอุปกรณ์เครื่องจักรไฟฟ้าที่สำคัญของศูนย์วัฒนธรรม**

อุปกรณ์เครื่องจักรที่สำคัญของศูนย์วัฒนธรรม จะเป็นพวกระบบเครื่องปรับอากาศ บั้ม พัดลม ฯลฯ กระจายอยู่ตามตึกหลักๆ ของศูนย์วัฒนธรรม อันได้แก่ หอประชุมใหญ่ หอประชุมเล็ก และอาคารนิทรรศการและบริการการศึกษา ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

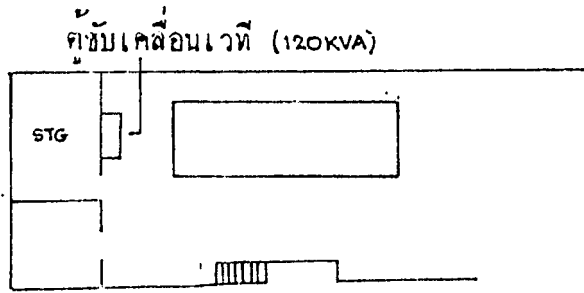


รูปที่ ๔.๑ ก บัญชีแปลนสำคัญของหอประชุมใหญ่

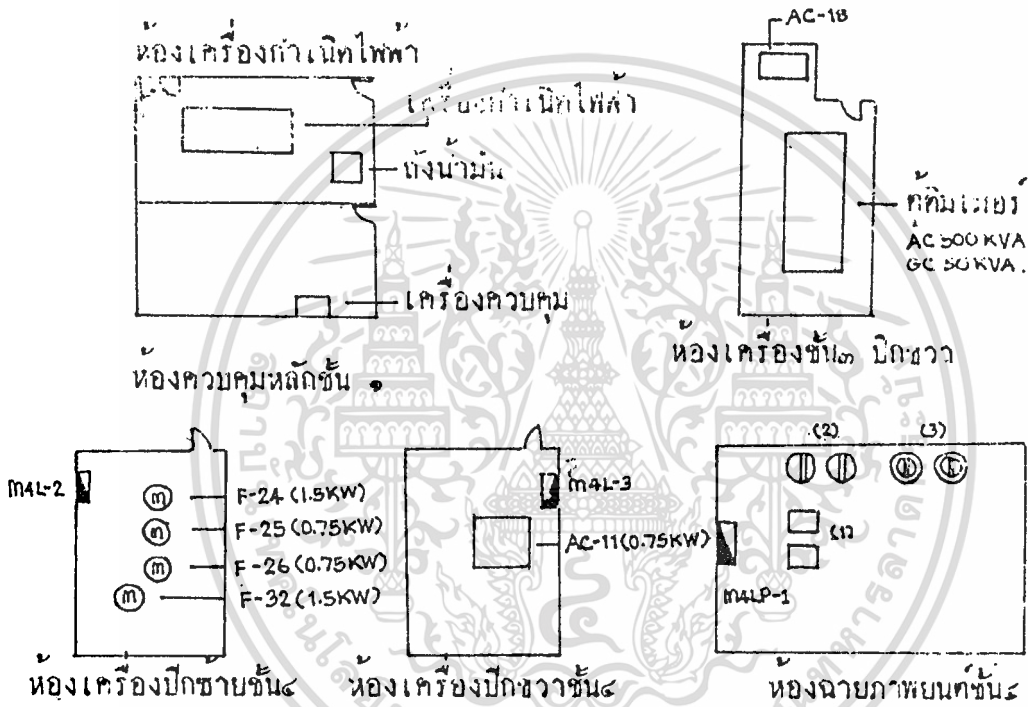
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เครื่องขึ้นไต่ดินหอยระฆังใหญ่

PP-5	ปั๊มสปริงเกอร์(กัมพู) ๑๑๐ kW		
PP-6	ปั๊มไฮดรอนท์(กัมพู) ๑๑ kW		
PP-1(A),(B)	ปั๊ม lift ๓.๕ kW		
P-1-1,P-1-2	ปั๊มคอนเทนนิ่ง๑ ๒๒ kW		
P-2	ปั๊มคอนเทนนิ่ง๒ ๓.๕ kW		
P-3-1,P-3-2	ปั๊มน้ำเย็น ๒๑ kW		
P-4	ปั๊มน้ำร้อน ๓.๕ kW		
PP-2(A),(B)	ปั๊ม make up สำหรับหอทำน้ำเย็น ๒.๑ kW		
RF-1	พัดลมดูดกลับของ AC8 ๓.๗ kW		
F-1	พัดลม ๓.๕ kW	F-2	พัดลม ๕.๕ kW
F-3	พัดลม ๑.๕ kW	F-4	พัดลม ๑.๕ kW
R-1	เครื่องทำความเย็น๑ ๒๔๐ kW		
R-2	เครื่องทำความเย็น๒ ๒๑๓.๕ kW		
AC-1	เครื่องปรับอากาศ ๓๓ kW		
AC-2	ขนาด ๓๓ kW		
AC-3	ขนาด ๓๐ kW		
AC-4	ขนาด ๕๕ kW		
AC-5	ขนาด ๓.๕ kW	AC-8	ขนาด ๑๔.๓ kW
AC-6	ขนาด ๑๔.๓ kW	AC-9	ขนาด ๑๗.๒ kW
AC-7	ขนาด ๑๔.๓ kW	AC-10	ขนาด ๑๔.๓ kW



ชั้นใต้ดินบริเวณใต้เวที



(1) คือ เวิร์คคิฟาร์บี ขนาด 7.7KW.

(2) คือ เครื่องฉาย 35m/m (200VA)

(3) คือ เครื่องฉาย 16m/m (4.6KVA)

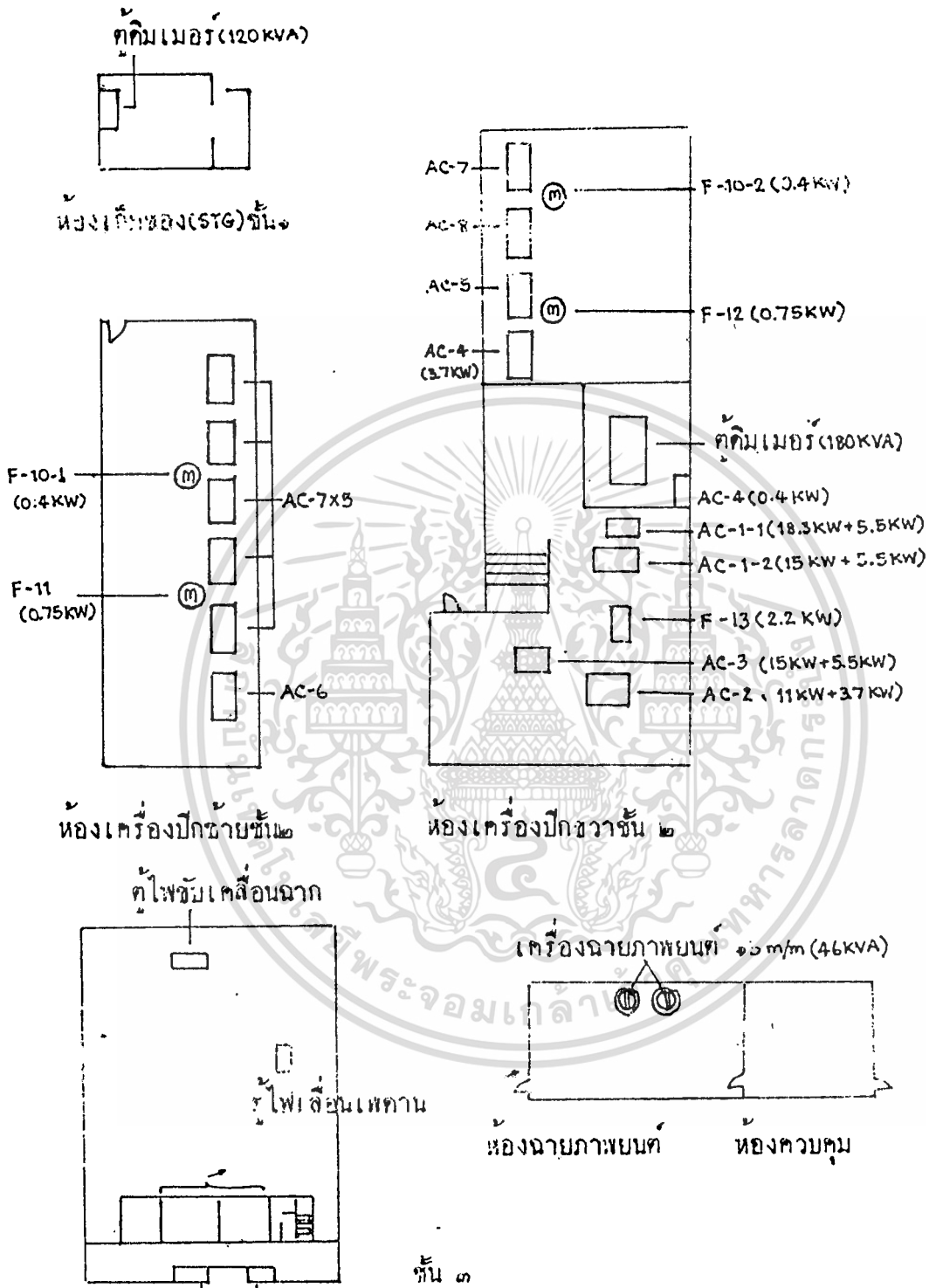
AC คือ เครื่องปรับอากาศ

F คือ พัดลม

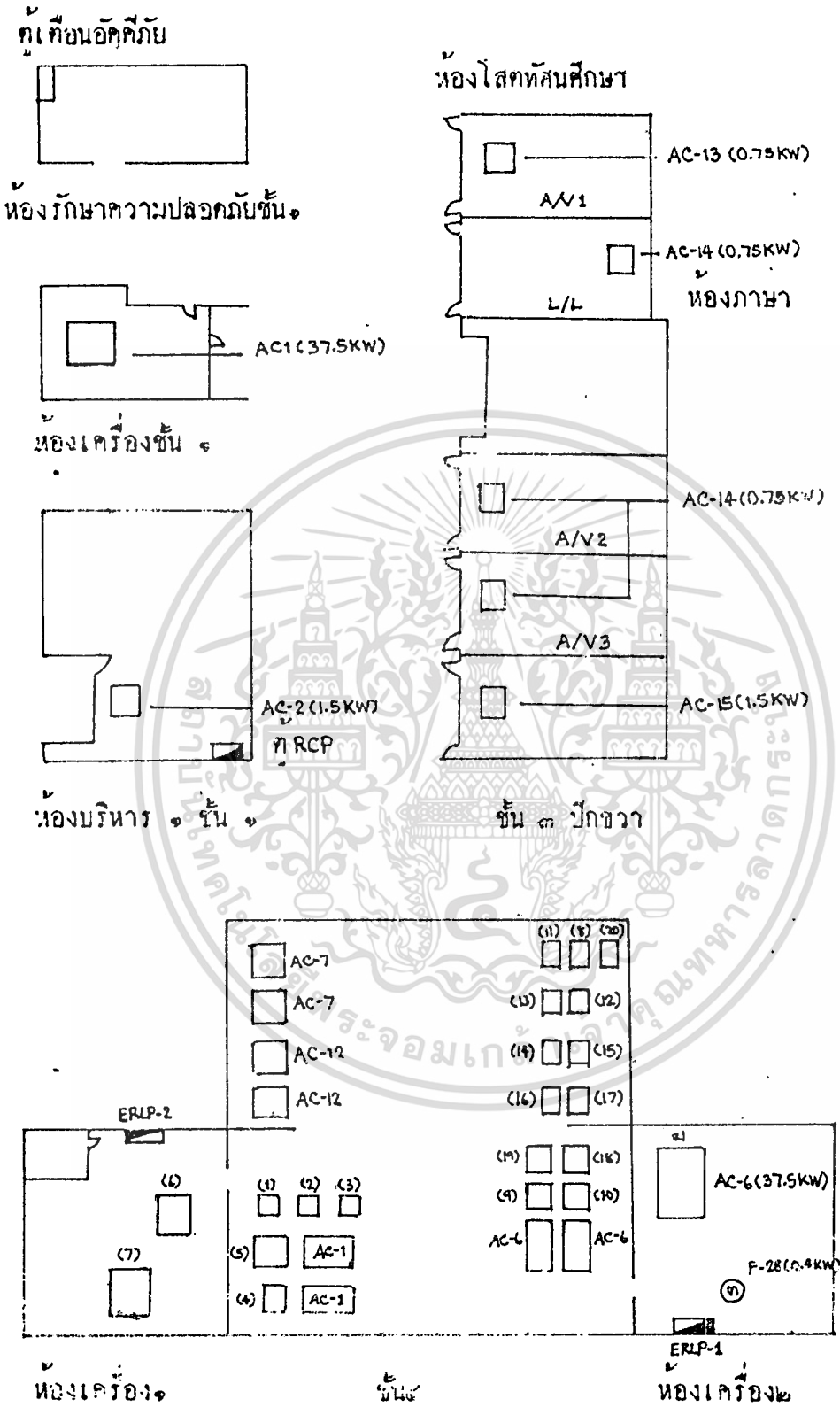
รูปที่ ๔.๑ (ข)

ผังอุปกรณ์สำคัญหอประชุมใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๒
ผังหอประชุมเล็ก



รูปที่ ๔.๓ แผนผังที่ติดตั้งอุปกรณ์สำคัญของอาคารนิทรรศการ

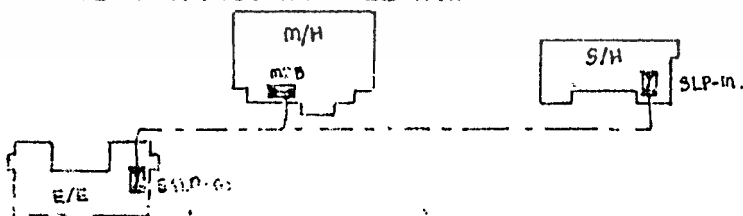
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปผังชั้น ๔ ห้องเครื่อง ๑ และ ๒

- AC คือ เครื่องปรับอากาศ
- (๑) (๒) (๓) คือ AC-8 ขนาด ๓.๘๓ kW
- (๔) คือ AC-4 ขนาด ๒.๐๖ kW
- (๕) คือ AC-2 ขนาด ๑.๑๑ kW
- (๖) คือ AC-7 ขนาด ๓.๖๒ kW
- (๗) คือ AC-12 ขนาด ๕.๕๖ kW
- (๘) (๙) (๑๐) คือ AC-14 ขนาด ๖.๓๖ kW
- (๑๑) คือ AC-13 ขนาด ๕.๓๕ kW
- (๑๒) คือ AC-19 ขนาด ๕.๐๖ kW
- (๑๓) คือ AC-11 ขนาด ๑.๖๒ kW
- (๑๔) (๑๕) คือ AC-9 ขนาด ๓.๘๓ kW
- (๑๖) (๑๗) คือ AC-10 ขนาด ๓.๘๓ kW
- (๑๘) คือ AC-3 ขนาด ๕.๖๓ kW
- (๑๙) คือ AC-15 ขนาด ๑.๑๑ kW
- (๒๐) คือ AC-5 ขนาด ๔.๑๖ kW
- (๒๑) คือ AC-6 ขนาด ๓.๖๒ kW

๑.๒ ลักษณะการจ่ายไฟฟ้าให้โหลด

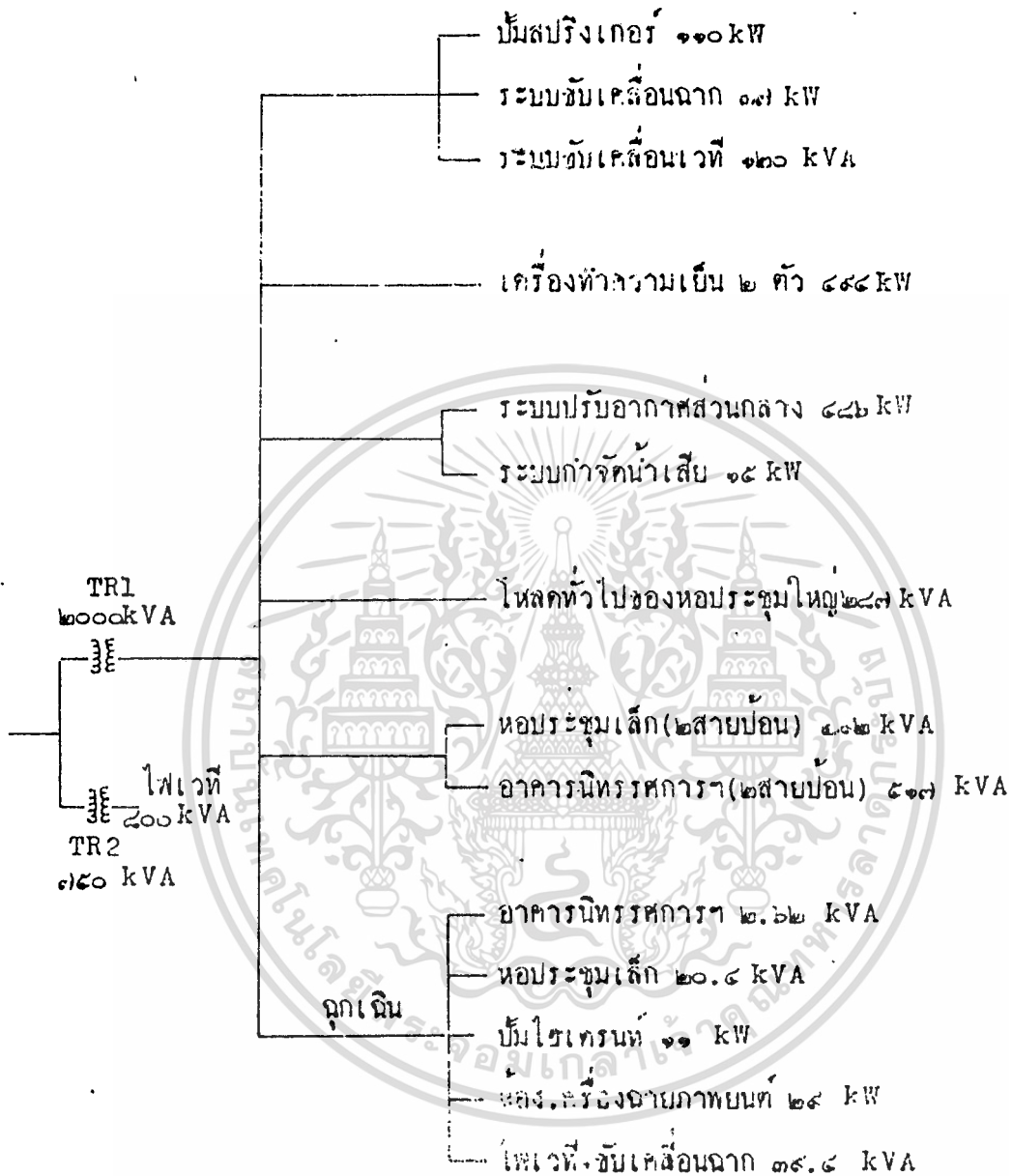
สำหรับผังการจ่ายไฟฟ้ามีลักษณะดังนี้



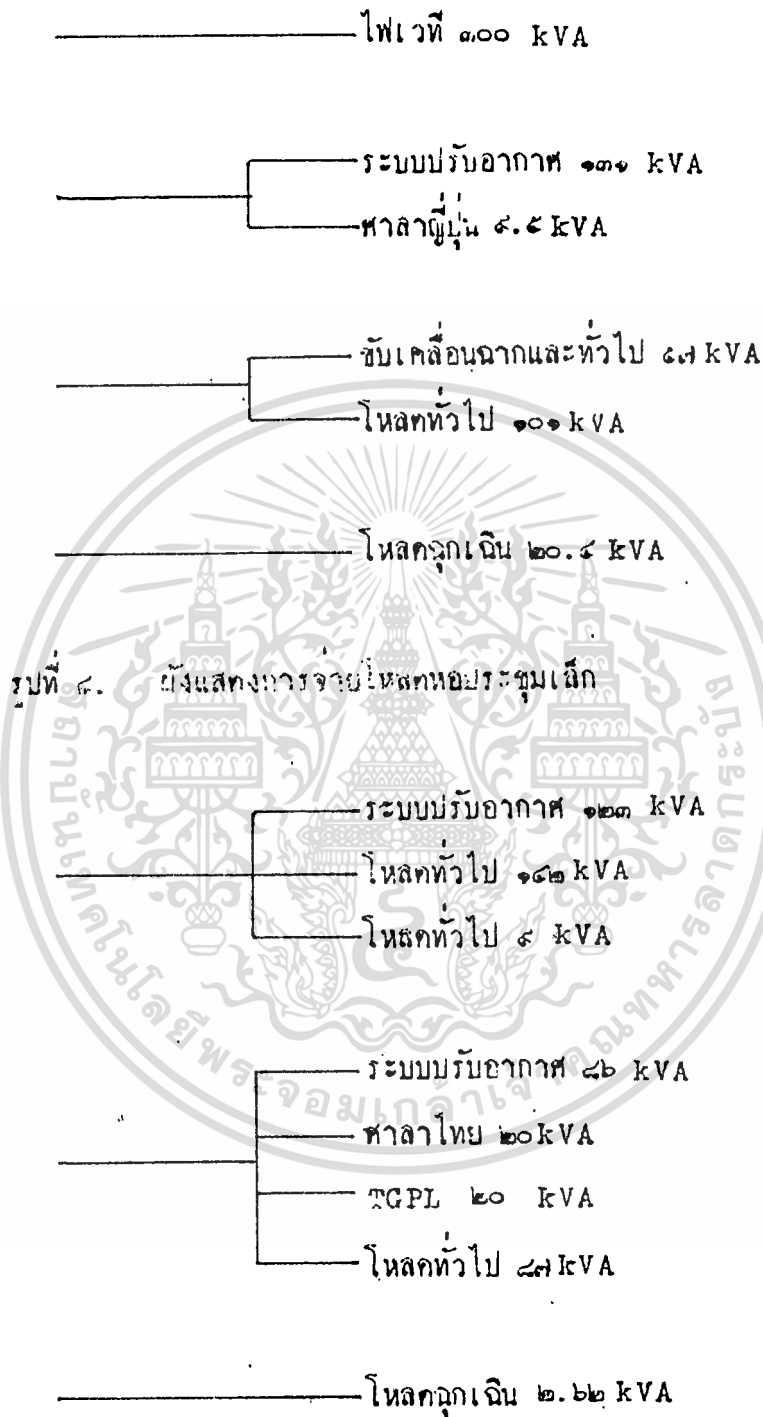
รูปที่ ๔.๔ แสดงการจ่ายไฟ

ลักษณะการจ่ายไฟ ไฟจากกรงเหล็กเข้ามาเข้าที่หอประชุมใหญ่ แล้วจึงแยกจ่ายไปยังหอประชุมเล็ก และอาคารนิทรรศการฯ ซึ่งแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔๕ การจ่ายโหลดของศูนย์วัฒนธรรม
จ่ายโหลทออกจากหอประชุมใหญ่

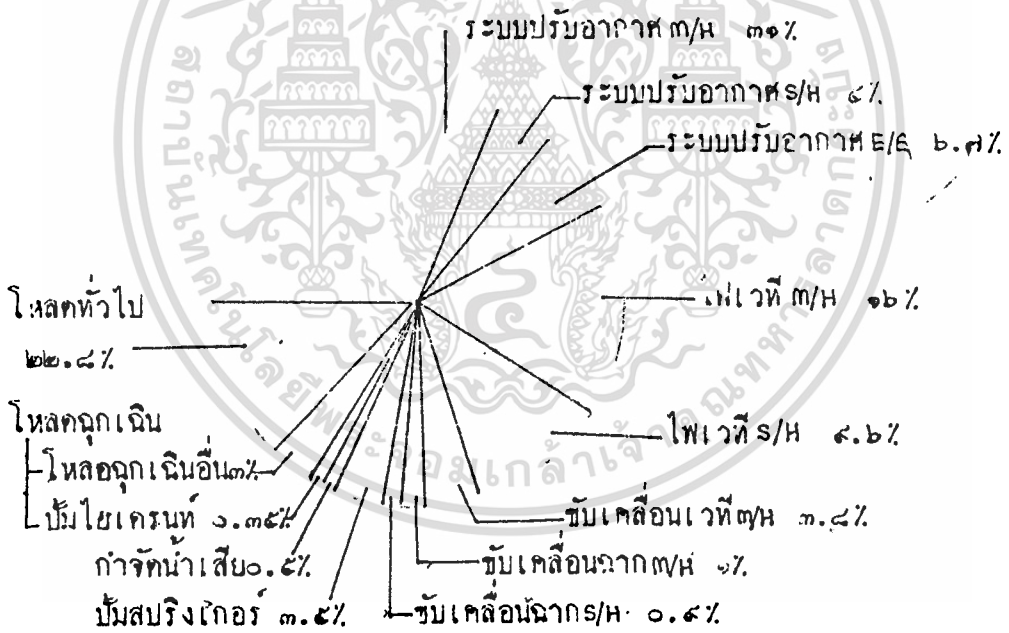


รูปที่ ๔.๖ แผนผังการจ่ายโหลทอาคารนิทรรศการฯ

๑.๓ **ผังการแบ่งกลุ่มอุปกรณ์**

การวิเคราะห์แบ่งผังการใช้โหลคนี้เป็นการจัดแบ่งชั้นกัน โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์โหลคนี้ได้จากข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบของระบบซึ่งเป็นค่าโหลสูงสุดของอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการใช้งานจริงจะมีการใช้เป็นสัดส่วนลดลงไป และถ้าต้องการวิเคราะห์ให้ละเอียดขึ้น จะต้องใช้ข้อมูลในการใช้งานจริง ซึ่งจะต้องดิกทั้งวัดค่าวมิเตอร์เพื่อวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลแต่ละส่วนเพิ่มขึ้น และจดบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อย่างละเอียดต่อไป

สำหรับการพิจารณาใกล้ในที่นี้ โยสมิเพาเวอร์แฟกเตอร์เกือบเท่าหนึ่ง เพราะโหลส่วนใหญ่มีการแก๊สเพาเวอร์แฟกเตอร์แล้ว ดังนั้นเราจะประมาณให้ มีค่าเทียบเท่า เราสามารถเขียนผังการแบ่งโหลของหน่วยวัฒนธรรมได้เป็น



รูปที่ ๔.๓ ผังแสดงการแบ่งโหลทของศูนย์วัฒนธรรม

จากที่เราสามารถพิจารณาได้ของเครื่องทุนปัจจัยการผลิตนั้นออกเป็น

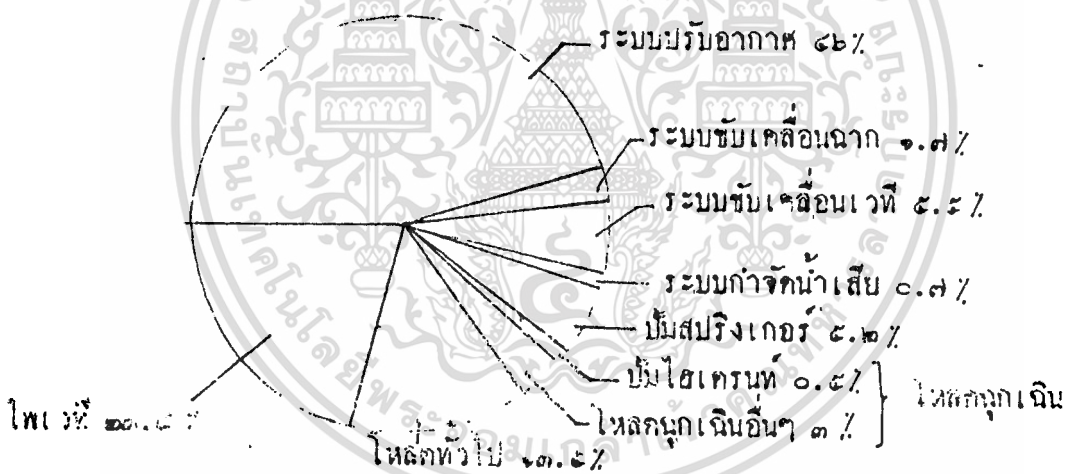
๑. ระบบปรับอากาศ ๔๒

๒. ระบบไฟบนเวที ๒๕.๕

๓. ระบบขับเคลื่อนฉากและเวที	๕.๔
๔. โหลททั่วไป	๒๒.๗
๕. บั้มสปริงเกอร์	๑.๒๗
๖. บั้มไฮเทรนท์	๑.๓๔
๗. โหลทฉกเงินอื่นๆ	๓.๐

โดยโหลทในข้อ (๒) และ (๗) คือกั้มระบบจ่ายไฟสารอง และสำหรับการใช้
งานปกติโหลทในข้อ (๕) (๖) และ (๗) จะไม่มีการใช้งาน และเมื่อไม่มีการแสดงจะ
เหลือโหลทเพียงโหลททั่วไปและระบบปรับอากาศบางส่วนเท่านั้น

นั้คือการแบ่งโหลทของหอบระชมใหม่แสดงไ้เป็น



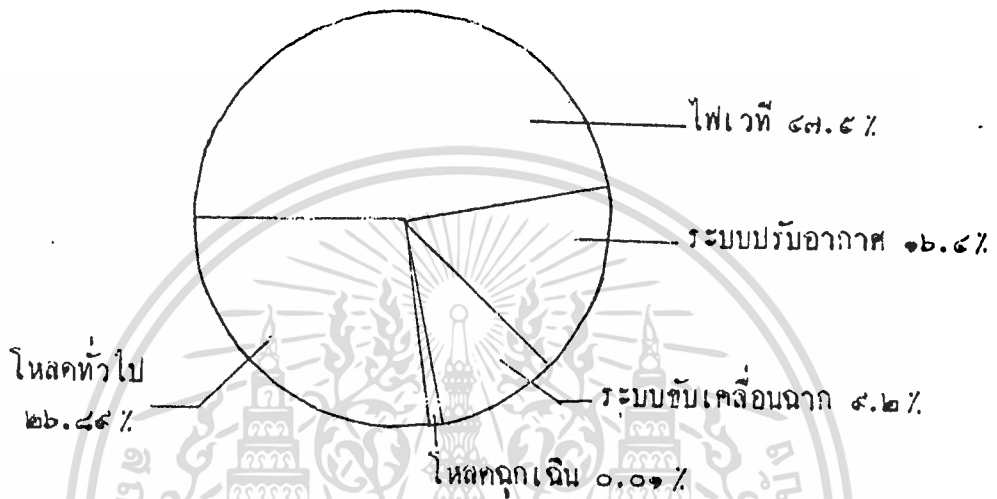
รูปที่ ๔.๔ นั้แสดงการแบ่งโหลทของหอบระชมใหญ่

จากรูปเราสามารถพิจารณาโหลทของหอบระชมใหญ่ของกเป็น

๑. ระบบปรับอากาศ	๔๖.๐
๒. ระบบไฟเวที	๒๓.๔
๓. ระบบขับเคลื่อนฉากและเวที	๗.๒
๔. โหลททั่วไปและจ่ายน้ำเสีย	๑๔.๒
๕. บั้มสปริงเกอร์และโหลทฉกเงิน	๔.๗

จะเห็นได้ว่าเมื่อไม่มีการแสดงโหลการใช้งานจะเหลือเพียง ๑๐กว่าเปอร์เซ็นต์เท่านั้น คือโหลส่วนที่เป็นโหลทั่วไปและราคารับน้ำเสีย

มีการแบ่งโหลของหอประชุมเล็กแสดงให้เป็น

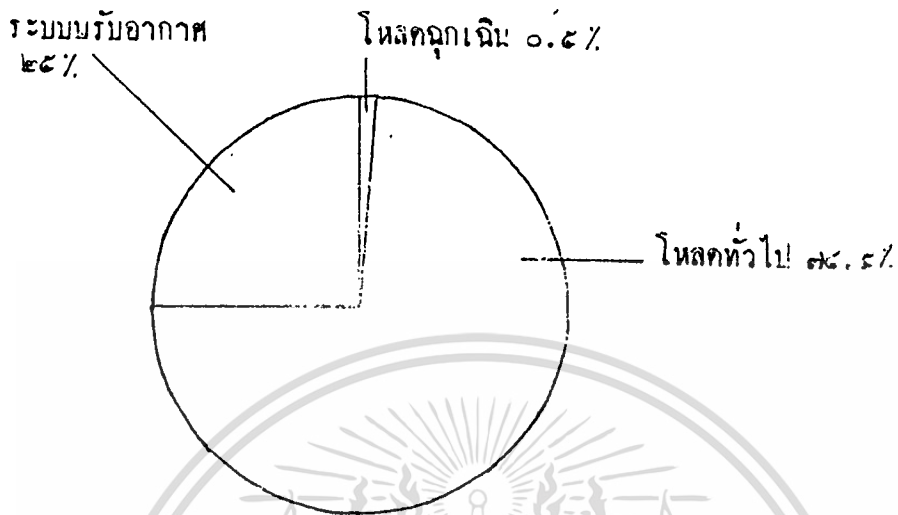


รูปที่ ๔.๕ แสดงการแบ่งโหลของหอประชุมเล็ก

จากรูปเราสามารถพิจารณาโหลของหอประชุมเล็กออกเป็น

- | | |
|-----------------------|------|
| ๑. ระบบปรับอากาศ | ๑๖.๔ |
| ๒. ระบบไฟเวท | ๔๗.๕ |
| ๓. ระบบขับเคลื่อนฉลาก | ๕.๒ |
| ๔. โหลทั่วไป | ๒๖.๔ |
| ๕. โหลฉุกเฉิน | ๐.๐ |

มีการแบ่งโหลอาคารบริหารการฯแสดงให้เป็น



รูปที่ ๔.๑๐ แสดงการแบ่งโหลคอาคารนิทรรศการฯ

จากรูปเราสามารถพิจารณาโหลคของอาคารนิทรรศการฯ ออกเป็น

๑. ระบบปรับอากาศ

๒๔

๒. โหลคทั่วไป

๗๔.๕

๓. โหลคฉุกเฉิน

๐.๕

๕. หัวข้อมูลและดำเนินการจัดเก็บข้อมูล

๕.๑ การทำประวัติอุปกรณ์สำคัญ สิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องมีในประวัติอุปกรณ์ก็คือ ประวัติการซ่อมบำรุง ค่าใช้จ่ายในการซ่อม ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจดำเนินการต่างๆของวิศวกรผู้รับผิดชอบ และเพื่อให้การค้นหาอุปกรณ์แต่ละตัวง่ายขึ้น จึงควรมีรหัสประจำตัวของอุปกรณ์แต่ละตัวด้วย ซึ่งรูปที่ ๔.๑๑ ถึงรูปที่ ๔.๑๓ เป็นตัวอย่างการจัดทำประวัติอุปกรณ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมอเตอร์

สำหรับประวัติอุปกรณ์สำคัญนั้น สามารถนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดเก็บเพื่อให้เกิดความสะดวกและคล่องตัวยิ่งขึ้น โดยที่โปรแกรมดังกล่าวจะต้องทันสมัยอยู่ตลอดเวลา โปรแกรมที่ได้เสนอไว้ท้ายเล่มนี้ก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของการทำโปรแกรมประวัติอุปกรณ์สำคัญ ซึ่งสามารถขอหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพื่อให้ข้อมูลทันสมัยตลอดเวลาได้

๕.๒ การทำสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการทำสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องมีฝ่ายสถิติเป็นผู้รับผิดชอบในการจดบันทึกและทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นระยะๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการบันทึกสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีผลต่อการพิจารณาเรื่องต่างๆเกี่ยวกับพลังงาน ได้แก่

๑. วัน เดือน ปี ชั่วโมงการทำงาน

๒. อุณหภูมิ ความชื้นของอาคาร

๓. แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้าของระบบโดยบันทึกทุกชั่วโมง

๔. กำลังไฟฟ้าของกลุ่มอุปกรณ์ที่ได้แบ่งไว้เป็นพวกๆ เช่น หลอดแสง

สว่าง ระบบเครื่องทำความเย็น เป็นต้น โดยบันทึกทุกชั่วโมง

๕. กำลังไฟฟ้าสูงสุด

๖. ช่วงเวลาที่มีการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด

๗. โหลดแพคเตอร์

หมายเหตุ

๑. โหลดแพคเตอร์ คือ อัตราส่วนของค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วงเวลาที่แน่นอนช่วงหนึ่ง คือกำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะเป็นค่าที่แสดงสภาพการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักร

ชื่อแผนงาน	ชนิด	จำนวนเฟส	
สถานที่ติดตั้ง	รูปแบบ	จำนวนวัน	
เลขที่รหัส	ขนาด	กระแส	
เลขที่ทะเบียน	บริษัทผู้ผลิต	แรงดัน	
หน้าที่ใช้งาน	เลขที่ผลิต	ความถี่	
วันเดือนปีที่ขอ	เดือนปีที่ผลิต	PS	
ราคา	น้ำหนัก	ระบบ - EXCEL	
รูปแบบ			
จำนวนรอบหมุน			
ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า			
ระบบควบคุม			
น้ำหนักของลิ้น			
จำนวนลูกสูบ			
ความถี่การกระโดด			
รูปแบบ			
ข้อกำหนดพิเศษ			
รูปถ่าย			

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างแผนบันทึกเพื่อควบคุมบริหารเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างแผนบันทึกเพื่อควบคุมบริหารมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างตารางการจับบันทึกการใช้ไฟฟ้า

วัน เดือน

ปี

เวลา	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลัง ไฟฟ้า (kW)	P.F	พลังงานไฟฟ้า (kWh)			
					รวม	แอม	ชั่วโมง	แสงสว่าง
๘.๐๐-๙.๐๐ น.								
๙.๐๐-๑๐.๐๐ น.								
๑๐.๐๐-๑๑.๐๐ น.								
๑๑.๐๐-๑๒.๐๐ น.								
๑๒.๐๐-๑๓.๐๐ น.								
๑๓.๐๐-๑๔.๐๐ น.								
๑๔.๐๐-๑๕.๐๐ น.								
๑๕.๐๐-๑๖.๐๐ น.								
๑๖.๐๐-๑๗.๐๐ น.								
๑๗.๐๐-๑๘.๐๐ น.								
๑๘.๐๐-๑๙.๐๐ น.								
รวม								

กำลังไฟฟ้าสูงสุด	KW	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย	KW
ช่วงเวลาที่มีการใช้กำลังไฟสูงสุด		โหลดพิเศษ	
กิจกรรมที่ทางศูนย์วัฒนธรรมฯ รับผิดชอบ		ช่วงเวลาที่มีการใช้กิจกรรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{โหลทแพคเตอร์} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุด}}$$

๒. ค่ากำลังไฟฟ้าของกลุ่มอุปกรณ์ที่แบ่งไว้เป็นพหุๆ จะกระทำไค้ก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งวัดค่าอามิเตอร์ (WH) ที่กลุ่มอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ บั้ม พัดลม ระบบไฟเวที ระบบขับเคลื่อนฉากและเวที เป็นต้น

๓. พิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสม

๓.๑ ลักษณะกิจกรรมของศูนย์วัฒนธรรมฯ

ศูนย์วัฒนธรรมฯ ได้ถูกจัดตั้งขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ใหญ่ๆ ๒ ประการ คือ

๑. เป็นแหล่งกลางในการจัดกิจกรรมทางศิลปวัฒนธรรมต่างๆ
๒. เป็นสถานที่สำหรับให้ประชาชนได้แสดงออกซึ่งกิจกรรมด้านศิลปวัฒนธรรม

ทั้งนี้บทบาทของศูนย์วัฒนธรรมฯ จึงมีแนวทางในการดำเนินการกิจกรรมต่างๆ

ดังนี้

๑. กิจกรรมด้านการศึกษาแก่สังคม เช่น การจัดนิทรรศการ การจัดตั้งศูนย์ภาษา ห้องสมุด ห้องเด็กเล่น เป็นต้น
๒. กิจกรรมด้านการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ซึ่งได้แก่การผลิตเอกสารเผยแพร่ แลกเปลี่ยนข้อมูลทางวัฒนธรรม เป็นต้น
๓. กิจกรรมด้านบริการสถานที่และอุปกรณ์ เช่น เป็นสถานที่จัดอบรม สัมมนาต่างๆ หรือแม้แต่การเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจเพื่อเ็นประชาชนได้เข้าชม เป็นต้น
๔. กิจกรรมด้านศิลปกรรมแสดง ซึ่งปัจจุบันนี้ประชาชนจะรู้จักศูนย์วัฒนธรรมฯ จากกิจกรรมด้านนี้มาก ได้แก่ การแสดงนาฏศิลป์ไทย ละคร คอนเสิร์ต เป็นต้น

๓.๒ ลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากข้อมูลเราจะพบว่า เครื่องปรับอากาศสำหรับหอประชุมใหญ่ ซึ่งเป็นแบบระบบปรับอากาศส่วนกลางนั้น จัดไ้ถือว่าเป็นโหลทสำคัญที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด จึงเป็นข้อสังเกตได้ประการหนึ่งว่า ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของกลุ่มวัฒนธรรมฯ แห่งนี้ ขึ้นอยู่กับการใช้เครื่องปรับอากาศสำหรับหอประชุมใหญ่นี้เอง

ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งก็คือ โหลด แฟลคเตอร์ ของศูนย์วัฒนธรรมแห่งนี้จะมีค่าต่ำมาก เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับโปรแกรมการแสดงที่จะมีขึ้น ซึ่งไม่เหมือนกับกรณีโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถควบคุมขั้นตอนการผลิตได้ - สามารถใช้ไฟฟ้าได้ทั้งกลางวันกลางคืน ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อวันสูง ในขณะที่ทางศูนย์ไม่จำเป็นต้องมีการจัดกิจกรรมทุกวัน และส่วนใหญ่ก็มักไม่มีการใช้วันในเวลากลางคืน ดังนั้นจึงมักมีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียโดยไม่ก่อให้เกิดงานอะไรเสียเกิดขึ้น เช่น พลังงานที่สูญเสียไปในหม้อแปลงไฟฟ้าที่ไม่มีอุปกรณ์ไทด่างานอยู่เลย เป็นต้น

สำหรับเพาเวอร์แฟคเตอร์นั้น ทางศูนย์มีการติดตั้ง คาปาซิเตอร์ แบงค์ สำหรับอุปกรณ์บางตัวที่ต้องการเพิ่มเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้น โดยเฉพาะมอเตอร์ ซึ่งจากข้อมูลพบว่าค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของศูนย์นี้ จัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีค่าสูงจนเกือบถึง ๑ (อยู่ในช่วง ๐.๘๘-๐.๘๙)

กิจกรรมที่จัดขึ้นที่ศูนย์วัฒนธรรมนั้น ต้องการความเชื่อถือใ้มากพอสมควร จึงต้องมีระบบจ่ายไฟสำรองเพิ่มขึ้น และเนื่องจากว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด ๑๑๐ กิโลวัตต์ที่ใช้อยู่ นั้น มีขีดความสามารถจำกัด ที่ไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบเก็บใ้มากนัก กล่าวคือ สามารถจ่ายไฟฟ้าสำรองใ้กับอุปกรณ์ใ้เพียงบางตัวเท่านั้น คือ ไฟแสงสว่างฉุกเฉิน อุปกรณ์คัมเพลิ่ง และเฉพาะอุปกรณ์ที่สำคัญบางตัว อย่างไรก็ตาม เมื่อต้องการความเชื่อถือใ้สูงจริงๆ เช่น กรณีที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จฯ เป็นต้น ก็จะมีการเพิ่มเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจากการไฟฟ้านครหลวงใ้ไป

ในการจัดกิจกรรมการแสดงครั้งหนึ่งๆ จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเวลาปกติมาก ซึ่งการจัดการแสดงที่ศูนย์นี้ มีจุดเด่นที่ระบบแสงสว่างบนเวทีเป็นระบบที่ทันสมัยมาก มีขีดความสามารถสูงและใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมใ้ การจ่ายพลังงานไฟฟ้าใ้กับอุปกรณ์แสงสว่างบนเวทีนั้นจะเป็นวงจรเฉพาะที่แยกออกจากอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อป้องกันการเกิดแรงดันกระชาก หรือสัญญาณรบกวนอื่นๆ ที่เกิดจากอุปกรณ์ใ้ไปรบกวนอุปกรณ์จัดแสงสว่างบนเวที ซึ่งทำใ้ใ้โดยใ้หม้อแปลงขนาด ๕๕๐ kVA จ่ายไฟฟ้าใ้ชุดวงจรทิมเมอร์นี้โดยเฉพาะ อย่างไรก็ตาม ก็มีหลายครั้งที่พลังงานไฟฟ้าจากวงจรทิมเมอร์ นี้ไม่เพียงพอ

การจัดระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่สมบูรณ์แบบสำหรับการแสดงที่ใหญ่ๆ จึงมีการแก้ปัญหาพลังงานไฟฟ้าที่ไม่พอนี้โดยการปลดวงจรสำหรับปั๊มสปริงเกอร์ที่ใช้ในการป้องกันอัคคีภัยออก แล้วนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ชั่วคราว

๓.๓ แนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการประหยัดที่อาจเป็นไปได้

๓.๓.๑ การปรับปรุงโหลดแพคเตอร์เพื่อลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งทำให้ช่วยการจกบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกๆ ชั่วโมงในแต่ละวัน แล้วเขียนเป็นกราฟขึ้นกึ่งตัวอย่างในรูปที่ ๔.๑๕ และรูปที่ ๔.๑๖ ทำเช่นนั้นหลายวัน แล้วลองวิเคราะห์ว่าจุดที่เกิดค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงในแต่ละวัน เกิดมาจากสาเหตุใดและใช้อุปกรณ์ใดบ้าง และมีแนวทางที่จะหลีกเลี่ยงได้บ้างไหม สำหรับการขึ้นยวชันธรรมชาติจะพบว่าจะเกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงที่มีการจัดการแสดงที่หอประชุมใหญ่ ซึ่งเกิดจากการใช้อุปกรณ์ปรับอากาศ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์อื่นที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากๆ พร้อมกับเครื่องปรับอากาศ และดับไฟสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นเสีย มิฉะนั้นจะทำให้ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นมาก

เมื่อเราพบข้อเท็จจริงและดำเนินการจัดกำหนดการใช้อุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ควรทำการกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดค่าหนึ่งที่เหมาะสม แล้วพยายามควบคุมให้อยู่ในค่านั้น

๓.๓.๒ การปลดหม้อแปลงทางคานแรงสูงเมื่อไม่ใช้งาน เนื่องจากในการใช้หม้อแปลงไฟฟ้านั้น แม้ว่าจะใช้งานในช่วงที่ไม่มีการต่อโหลดอยู่เลย ก็ยังเกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า (No load loss) ขึ้น โดยที่สำหรับหม้อแปลงของศูนย์วัฒนธรรมจะมีค่าการสูญเสีย ๓.๐๒ KW และ ๑.๕๕ KW สำหรับหม้อแปลงขนาด ๒๐๐๐ KVA และ ๘๕๐ KVA ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีค่าไม่น้อยเลย

โดยเฉพาะถ้าพิจารณาหม้อแปลงขนาด ๘๕๐ KVA ซึ่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจรไฟแสงสว่างบนเวทีทั้งหมดนั้น จะพบว่าโหลดไฟฟ้าแสงสว่างบนเวทีนี้ จะมีการใช้งานเป็นช่วงๆ ขึ้นอยู่กับโปรแกรมการแสดง ดังนั้นในช่วงที่ว่างจากโปรแกรมการแสดง

จึงไม่มีการใช้ไฟฟ้าในหม้อแปลงขนาด ๘๕๐ KVA นี้เลย จึงเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในหม้อแปลงขึ้นเป็นประจำ

แนวทางแก้ไขก็คือ การปลดสวิตช์ของโวลต์เบรคสวิตช์ทางคานแรงสูง หรือก็คือการปลดหม้อแปลงตัวนี้ออกจากระบบนั่นเอง อย่างไรก็ตามในการดำเนินการปลดโวลต์เบรคสวิตช์มายนั้น อาจมีผลทำให้อายุการใช้งานของมันลดลง ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มภาระในการเปลี่ยนโวลต์เบรคสวิตช์อีก ดังนั้น ในการปลดหม้อแปลงออกจากระบบนั้น จึงควรทำการศึกษาในแง่ความคุ้มค่าของอายุการใช้งานของโวลต์เบรคสวิตช์ที่จะลดลง กับพลังงานไฟฟ้าที่จะประหยัดได้ ว่ามีความเหมาะสมที่จะดำเนินการเพียงใด

๓.๓.๓ วิธีการนำเอาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาช่วยในการลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ในการจัดการแสดงที่หอประชุมใหญ่นั้น เนื่องจากบางครั้งเป็นการแสดงที่ใหญ่มาก พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายมาในวงจรไฟฟ้าแสงสว่างบนเวทีนั้นไม่เพียงพอ จึงมีการดึงไฟฟ้าจากวงจรปั๊มสปริงเกอร์ ซึ่งใช้กับระบบป้องกันอัคคีภัย การกระทำดังกล่าวนอกจากจะทำให้ความปลอดภัยยังคงอยู่ยังเป็นการเพิ่มค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วย จึงมีแนวทางแก้ไข โดยการนำเครื่องจ่ายไฟสำรองมาช่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าในส่วนที่ขาดแทน ซึ่งจะได้ผลดีหลายประการคือ

๑. ประหยัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า และลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

๒. เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมของศูนย์วัฒนธรรมฯ

๓. ได้ใช้ประโยชน์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่มากขึ้น

๔. การใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนจากเครื่องยนต์ดีเซล

อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินการจริงจะต้องคำนึงถึง ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่ ซึ่งการลงทุนในเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จะคุ้มค่าเมื่อ

๑. ยอดสูงสุดของความต้องการกำลังไฟฟ้าเกิน ๓ เท่าของโหลดปกติ

๒. ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๕ % ของความต้องการ

การกักังไฟฟ้าสูงสุด ถ้าสูงกว่านี้จะไม่คุ้มค่า

ระยะเวลาที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควรจะต่ำกว่าวันละ ๑๐ ชั่วโมง

๔. นำพลังงานความร้อนจากเครื่องยนต์ดีเซลไปใช้ประโยชน์อื่นต่อไป

๕. ในการนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมาลงทุนเพิ่มแล้วใช้กับงานนี้นั้น

จะต้องคำนึงว่า ไม่ทำให้คุณสมบัติในการเป็นแหล่งจ่ายไฟสำรองหมดไป โดยเฉพาะการ

สำรองพลังงานไฟฟ้าในค่านความปลอดภัย ซึ่งเราสามารถทำได้โดยการนำสวิทช์สับ

เปลี่ยนเพิ่มเข้ามา เพื่อให้สามารถทำงานได้ทั้ง ๒ วัตถุประสงค์ตามสภาพการณ์ที่เกิด

ขึ้น

ซึ่งจากข้อมูลการใช้และออกแบบพลังงานไฟฟ้าที่ได้เสนอไว้แล้วในตอนต้น พบว่าโหลดปกติคิดเป็น ๑๕.๓% ของโหลดเมื่อมีการจัดการแสดง และขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้อยู่เป็นขนาด ๑๑๐ KVA ซึ่งค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะมีค่าประมาณ ๑๐๐๐ KW จึงสรุปได้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขข้อ ๑ และ ๒ ข้างต้น ส่วนเงื่อนไขที่เหลือเราสามารถสร้างและควบคุมให้สอดคล้องได้

๓.๓.๔ การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไม่ให้เกินเกินไป

โดยเฉพาะในฤดูร้อนอุณหภูมิไม่ควรต่ำกว่า ๒๕°C เนื่องจากอุณหภูมิกายนอกมีค่าสูงมาก

ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักจนเกินไป และสิ้นเปลืองพลังงาน

๓.๓.๕ การพิจารณาโหลดของมอเตอร์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาว่า

โหลดของมอเตอร์เป็นแบบใด สำหรับมอเตอร์นั้น กำลังงานขาออกที่เพลามีค่า

$$P = \frac{NT}{974}$$

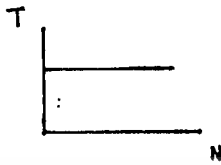
P กำลังขาออกที่เพล

N ความเร็วรอบ

T แรงบิด

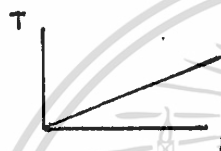
ซึ่งจะเห็นว่า ถ้า N ลด P ก็ลดลงด้วย แต่เนื่องจากโหลต
โหลตสำหรับมอเตอร์นั้นมีคุณสมบัติต่างกันไป ซึ่งเราสามารถแบ่งได้เป็น ๔ แบบคือ

๑. แรงบิดคงที่



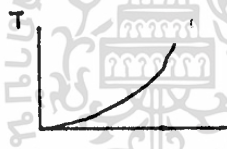
$$P = \frac{TN}{9.55} \propto N$$

๒. แรงบิดเป็นเส้นตรง



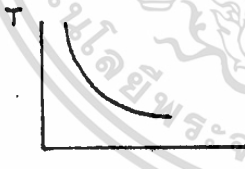
$$P = \frac{TN}{9.55} \propto N^2$$

๓. แรงบิดเป็นรูปกำลังสอง



$$P = \frac{TN}{9.55} \propto N^3$$

๔. กำลังขาออกคงที่ ($T \propto \frac{1}{N}$)



$$P = \frac{TN}{9.55} = \text{คงที่}$$

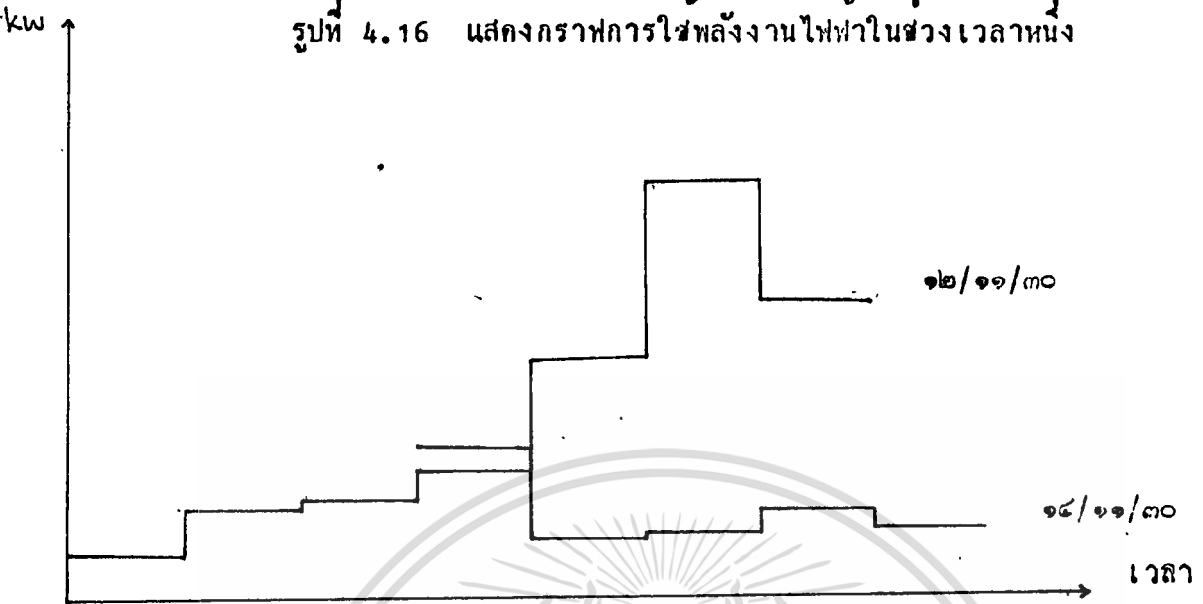
ซึ่งถ้าเราเลือกใช้มอเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานของโหลต
ก็จะเป็นการประหยัดพลังงานได้

นอกจากนี้ยังมีแนวความคิดเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานอีกหลายประการ เช่น
การเปลี่ยนจากการใช้วาล์วหรือแคมเบอร์ในการควบคุมโหลตเป็นการเดินเครื่องมอเตอร์
แบบเปลี่ยนความเร็ว การใช้แสงสว่างตามธรรมชาติเข้าช่วยในการใช้โหลตแสงสว่าง
การใช้โคมที่สะท้อนแสงได้ดี เป็นต้น

ช่วงเวลา	หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๒๐๐๐ วัตต์			หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๑๕๐ วัตต์		
	Volt	Amp	Watt	Volt	Amp	Watt
วันที่ ๒๒/๒๒/๓๐						
๕.๐๐-๑๐.๐๐	395	205	248	396	-8	12
๑๐.๐๐-๑๑.๐๐	390	315	388	392	6	21
๑๑.๐๐-๑๒.๐๐	393	306	381	395	-7	23
๑๒.๐๐-๑๓.๐๐	389	319	943	393	11	30
๑๓.๐๐-๑๔.๐๐	389	870	1080	394	124	61
๑๔.๐๐-๑๕.๐๐	391	867	1065	394	218	106
๑๕.๐๐-๑๖.๐๐	391	874	1076	393	189	74
วันที่ ๒๔/๒๔/๓๐						
๕.๐๐-๑๐.๐๐						
๑๐.๐๐-๑๑.๐๐						
๑๑.๐๐-๑๒.๐๐	398	284	356	400	31	12
๑๒.๐๐-๑๓.๐๐	395	277	342	396	40	36
๑๓.๐๐-๑๔.๐๐	403	255	314	404	-8	13
๑๔.๐๐-๑๕.๐๐	401	244	291	402	-8	15
๑๕.๐๐-๑๖.๐๐	401	241	306	403	-8	11
๑๖.๐๐-๑๗.๐๐	401	219	277	403	-8	17

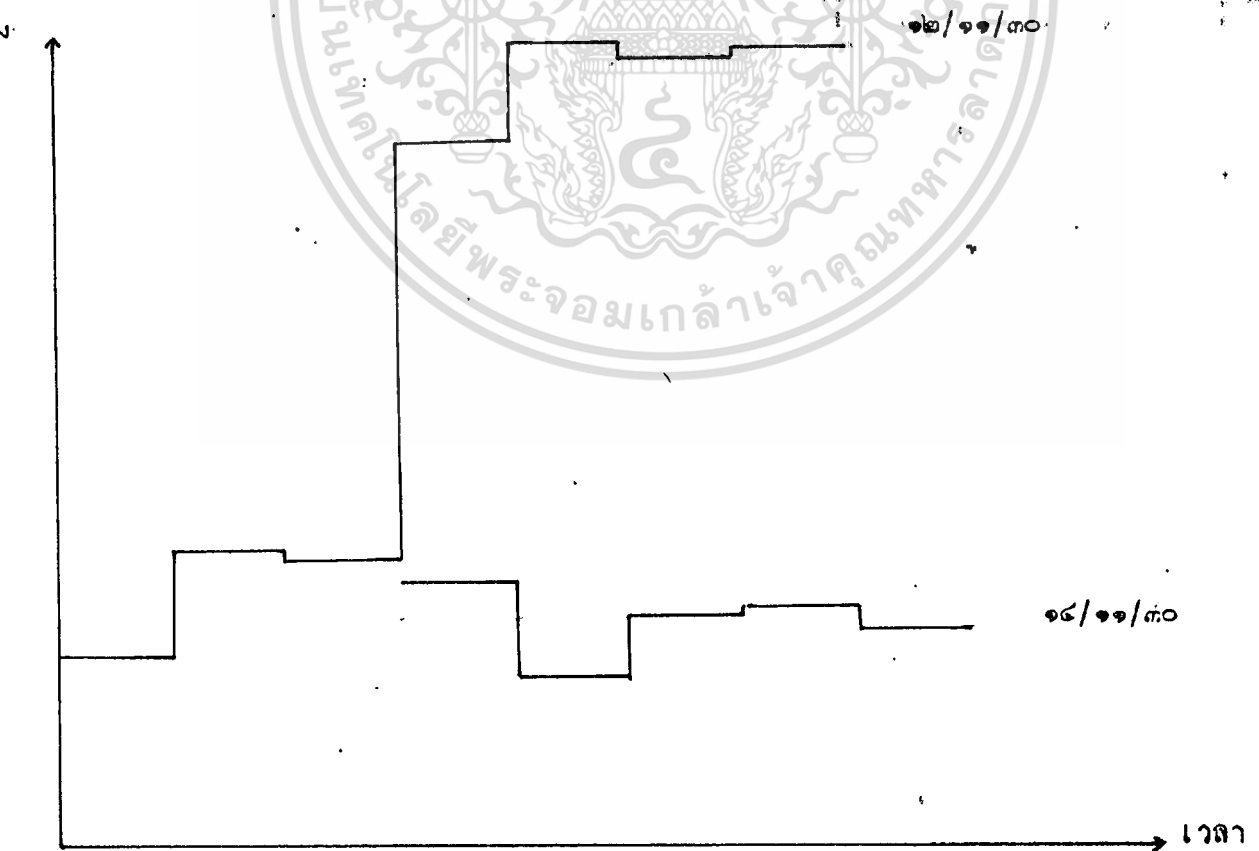
รูปที่ ๔.๖ ตัวอย่างข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 4.16 แสดงกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่ง



กราฟแสดงความสัมพันธ์ kw-เวลา ของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๗๕๐ kVA

หมายเหตุ วันที่ 12/11/30 มีการจัดการแสดง
วันที่ 14/11/30 ปกติ ไม่มีการจัดการแสดง



กราฟแสดงความสัมพันธ์ kw-เวลา ของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๒๐๐๐ kVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ในทางราชการซึ่งให้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ให้ผู้ใดที่นำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๔. การวางแผนซ่อมบำรุงอุปกรณ์สำคัญ

การวางแผนซ่อมบำรุงนั้น นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งก็คือการตรวจตราและทดสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ดี ใช้การได้อายุตลอดเวลา การวางแผนสามารถแบ่งออกได้เป็น

๔.๑ การจัดแบ่งบุคลากร เพื่อรับผิดชอบการบำรุงรักษา

เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการแบ่งฝ่ายความรับผิดชอบออกเป็นส่วนๆ ซึ่งพอจะจำแนกได้เป็น



โดย	ฝ่ายซ่อมบำรุง	จะทำหน้าที่ตรวจเช็ค ซ่อมแซม และรักษาอุปกรณ์ต่างๆ
	ฝ่ายควบคุมอุปกรณ์	จะทำหน้าที่ควบคุม และใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ
	ฝ่ายสถิติ	จะทำหน้าที่ต่างๆ คือ
		๑. วิเคราะห์ค่าใช้จ่าย
		๒. วางแผนและกำหนดากำหนดการ
		๓. ติดตามผลงาน
		๔. งานเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๕. ความคุ้มครองพัสดุ

หมายเหตุ สำหรับแผนภูมินี้จะอ้างถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าเป็นหลัก

สำหรับการทำงานจริง ก็จะต้องขึ้นอยู่กับทางศูนย์พัฒนาว่า มีนโยบายในการซ่อมบำรุงระดับใด เช่น ต้องการมีโรงซ่อมอุปกรณ์ต่างๆ เป็นของตนเอง หรือเพียงแค่มิการตรวจเช็คอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งถ้าเป็นกรณีหลังนี้อาจใช้ เจ้าหน้าที่เพียงคนเดียวสำหรับงานควบคุมอุปกรณ์และซ่อมบำรุงได้

๕.๒ การตรวจสอบและจัดทำหมายกำหนดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า

๕.๒.๑ ชนิดการตรวจตราและการบำรุงรักษา

๑. การเดินตรวจตราตามปกติ

เป็นการเดินตรวจตราประจำวัน ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการดูแลความเรียบร้อยของอุปกรณ์ไฟฟ้า อาปริมาณไฟฟ้าที่ได้จากมิเตอร์ต่างๆ และดูสภาพที่ตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเรียบร้อยหรือไม่

จำนวนคนที่ใช้ในการตรวจตราก็ต้องแล้วแต่ขนาดของอุปกรณ์ อาจแบ่งเป็นหลายกลุ่มก็ได้ และผลของการเดินตรวจตราก็ต้องจดบันทึกไว้ในรายงานประจำวัน หากพบสิ่งผิดปกติไม่ว่าใหญ่หรือเล็กต้องจดบันทึกไว้ เพื่อติดตามสังเกตต่อไป

๒. การตรวจตราประจำ

เป็นการตรวจสอบประจำรายปี รายเดือน หรืออาจจะรายวันด้วย โดยมีหัวหน้าวิศวกรรับผิดชอบ

การตรวจสอบประจำรายเดือน โดยทั่วไปจะไม่ใช้เครื่องมือวัด ส่วนใหญ่จะใช้การสังเกตตรวจสอบสภาพภายนอกของอุปกรณ์ให้หาที่เดินเครื่องอยู่

การตรวจสอบประจำรายปีนั้น จะกระทำโดยเปิดวงจรของสวิตช์ที่กั้นทางเข้าแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ถ้าหากพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดปกติ ต้องรีบทำการตรวจสอบฉุกเฉินโดยด่วน

๓. การตรวจตราฉุกเฉิน

การตรวจตราฉุกเฉินเป็นการตรวจสอบพิเศษในกรณีที่พบว่ามีความผิดปกติ หรือ

คิดว่าอาจเกิดความผิดปกติขึ้นได้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า และในกรณีที่ค้นพบบางอย่าง

๔.๒.๒ การตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

๑. เครื่องป้องกันฟ้าผ่า

๑.๑ การตรวจสอบปลอกนำสาย

๑.๑.๑ ความเป็นปลอกนำสายมีรอยร้าวแตกหัก หรือสกปรกหรือไม่

๑.๑.๒ ทำความสะอาดปลอกนำสาย (รายปี)

๑.๑.๓ ความเป็นคราบเกลือเกาะอยู่หรือไม่

๑.๑.๔ มีเสียงหรือกลิ่นผิดปกติหรือไม่

การทำความสะอาดด้วย ห้ามใช้ไม้ขีดจี้หรือจี้เป็นรอย แต่ให้ใช้ผ้าเช็ดออก

๑.๒ การทดสอบความต้านทานฉนวน

๑.๒.๑ วัดความต้านทานของฉนวน(รายปี) โดยใช้เมกเกอร์ขนาด ๑๐๐๐ V. วัดระหว่างสายไฟและสายดิน ถ้ามีความต้านทานเกิน ๑๐๐๐ M Ω ก็ใช้ได้ แต่ถ้ามีของปลอกนำสายสกปรกหรือขึ้นก็อาจทำให้ความต้านทานลดได้ ดังนั้นก่อนวัดต้องเช็ดให้แห้ง

๑.๓ การตรวจการต่อลงดิน

๑.๓.๑ คุ้งข้อสายดินหลวมหรือไม่ โทบให้จับโยกดู

๑.๓.๒ สายดินขาด หรือเปื่อยหรือไม่

๑.๔ การตรวจสอบการต่อลงดิน

๑.๔.๑ วัดค่าความต้านทานต่อลงดิน (รายปี)

๒. พิวส์ไฟฟ้ากำลัง

๒.๑ การตรวจสอบฟิวส์ลิงค์ (Fuse link)

๒.๑.๑ ความเป็นรอยแตกร้าวหรือไม่

๒.๑.๒ ความเป็นรอยนอกเปลี่ยนสี หรือสกปรกหรือไม่

๒.๑.๓ เครื่องหมายแสดงการรั่วของฟิวส์ลิงค์ผิดปกติหรือไม่

๒.๑.๔ แผ่นป้ายชื่อบอกขนาดของฟิวส์ลิงค์ยังอ่านได้หรือไม่

๒.๑.๕ ส่วนสัมผัสระหว่างฟิวส์ลิงค์กับที่ยึดมีความเสียหายหรือไม่

๒.๒ การตรวจสอบลูกถ้วยที่ปีก

๒.๒.๑ ลูกถ้วยมีรอยร้าวหรือบิ่นหรือไม่

๒.๒.๒ มีฝุ่นหรือคราบเกลือจับอยู่บนลูกถ้วยหรือไม่

๒.๓ วิดีโอเปลี่ยนฟิวส์ไฟฟ้ากำลัง

๒.๓.๑ ในขณะที่เปลี่ยนฟิวส์ จะต้องศึกษารายละเอียดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางตำแหน่งไฟต้นกำลังเสียก่อนให้อยู่ในสภาพไม่มีแรงดันไฟฟ้า แล้วจึงทำการเปลี่ยนฟิวส์

๓ ทวิเก็บประจุ

๓.๑ ตรวจสอบปลอกนำสาย

๓.๑.๑ มีรอยแตกเสียหาย หรือมีฝุ่นคราบเกลือติดอยู่หรือไม่

๓.๑.๒ ทำความสะอาดผิวปลอกนำสาย (รายปี)

๓.๒ การทดสอบความต้านทานฉนวน

๓.๒.๑ วัดความต้านทานของฉนวนระหว่างขั้วต่อต่างๆ กับทาว์ดิง (กราวด์) (รายปี)

๓.๓ การทดสอบความต้านทานต่อสิ่งกิน

๓.๓.๑ วัดค่าความต้านทานต่อสิ่งกิน (รายปี)

๓.๔ การตรวจสอบสภาพภายนอกถัง

๓.๔.๑ ทวิถังบิกเบี้ยวเสียหาย หรือเป็นสนิมหรือไม่

๓.๔.๒ ทวิถังป่องออกมาผิดปกติหรือไม่

๓.๔.๓ ทวิถังร้อนเกินปกติหรือไม่

๓.๔.๔ มีเสียงหรือกลิ่นผิดปกติหรือไม่

๓.๔.๕ ขั้วต่อสายร้อนเกินไปหรือไม่

๓.๔.๖ สายกินขาด หรือหลุดหรือไม่

๓.๔.๗ ขั้วสายกินหลวมหรือไม่

สภาพทวิถังร้อนเกินไปเกิดจาก รอยบิกเบี้ยวหรือสีที่เปลี่ยนไป และสภาพรั่ว
ต่อร้อนเกิน เกิดจาก รอยไหม้ หรือสีที่เปลี่ยนไป

๔. หม้อแปลงแรงดัน (PT)

๔.๑ การตรวจสอบสภาพภายนอก

๔.๑.๑ เป็นสนิม สกปรก หรือมีคืบเยี่ยวเสียหายหรือไม่

๔.๑.๒ มีฝุ่นจับหรือไม่ โดยเฉพาะทางค้ำานปฐมภูมิของ PT เพราะเป็นค้ำาน
ไฟแรงสูง

๔.๑.๓ ซกคลวกและแกนเหล็กร้อนเกินไปหรือไม่ ถ้าซกคลวกร้อนเกินไปอาจจะ
เปลี่ยนสีหรือส่งกลิ่นได้

๔.๑.๔ พิวส์ของ PT ซากหรือไม่ โดยดูได้จากโวลต์มิเตอร์

๔.๑.๕ มีเสียงหรือกลิ่นผิดปกติหรือไม่

๔.๑.๖ กระบุงเกลียวที่ขั้วต่อสายไฟหลวมหรือไม่ และเพิ่มการขันตะบุงเกลียวให้
แน่นขึ้น (รายปี)

๔.๑.๗ ทำความสะอาดผิวภายนอก (รายปี)

๔.๒ การตรวจสอบสายดิน

๔.๒.๑ ตรวจสอบสายดินจาก มดกร หรือหัวขั้วสายดินหลวมหรือไม่

๔.๓ การวัดความต้านทานของฉนวน

๔.๓.๑ วัดความต้านทานของฉนวนทางค้ำานทุติยภูมิ (รายปี) โดยให้เตาสาย
ดินค้ำานทุติยภูมิออกก่อนทำการวัด

๔.๔ การวัดความต้านทานต่อลงดิน

๔.๔.๑ วัดค่าความต้านทานต่อลงดิน (รายปี)

๕. เซอร์กิกเบรคเกอร์

๕.๑ การทดสอบการตัดวงจร

๕.๑.๑ การตัดท่วงจรเป็นไปอย่างราบรื่นหรือไม่ (โดยไม่ใส่แรงค้ำาน)

๕.๑.๒ ตรวจสอบการทำงานประสานกับรีเลย์ กระแสเกิน และรีเลย์อื่นๆว่าเป็น
ไปค้ำานดินหรือไม่ (รายปี)

๕.๒ การตรวจสอบปลอกนำสาย (Bushing)

๕.๒.๑ มีรอยแตกเสียหายหรือไม่

๕.๒.๒ มีฝุ่นหรือคราบเกสือจับที่ผิวหรือไม่

๕.๒.๓ ทำความสะอาดผิว(รายปี)

๕.๓ การตรวจสอบส่วนที่วงจร

๕.๓.๑ ชั่วใบมีกและชั่วรับใบมีกเสียหายหรือไม่

๕.๓.๒ ชั่วทั้งสองแตะกันสนิทหรือไม่

๕.๓.๔ ทุกๆ ชั่วเปิดปิดพร้อมกันหรือไม่

๕.๔ การทดสอบความต้านทานฉนวน(รายปี) โดยมีความมากกว่า ๕๐ ขึ้นไป

๕.๕ การทดสอบความต้านทานต่อลงดิน

๕.๕.๑ วัดความต้านทานต่อลงดิน (รายปี)

๕.๖ ตรวจสอบสภาพภายนอก

๕.๖.๑ เกิดสนิม รอยสกปรก หรือรอยบิ่นเปื้อนหรือไม่

๕.๖.๒ ร้อนหรือไม่

๕.๖.๓ ไฟสัญญาณเปิดปิดผิดปกติหรือไม่

๕.๖.๔ มีเสียงผิดปกติ กลิ่นผิดปกติหรือไม่

๕.๖.๕ ชั่วท่อสายไฟร้อนเกินไปหรือไม่

๕.๖.๖ ตะปูเกลียวตามข้อต่างๆ หลวมหรือไม่

๕.๖.๗ ฉันทะปูเกลียวให้แน่น (รายปี)

๕.๖.๘ ทำความสะอาดภายนอก

๖. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ยี่ห้อศูนย์อินทรมณีน มี ๒ ตัวคือ ขนาด ๒๐๐๐ KVA และ ๙๕๐ KVA โดยแบ่งกันจ่ายไฟไปยังโหนดต่างๆของระบบ ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง ๒ ตัวเป็นแบบ ระบบใช้น้ำมันเป็นตัวระบายความร้อน(Oil immerse type) และม็อกกันถึงน้ำมันระเบิดเนื่องจากน้ำมันขยายตัวเพราะความร้อนในถังปิดสนิทด้วยการเติมก๊าซไนโตรเจนเพิ่มเข้าไป (Nitrogen gas sealed) เป็นแบบระบบปิด ระบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนด้วยอากาศแบบธรรมชาติ ไม่มีพัดลมระบายความร้อน (FAN) ซึ่งรายละเอียดสามารถดูได้ท้ายเล่ม

การบำรุงรักษาที่สมบูรณ์แบบนั้น ก็คือหม้อแปลงต้องอยู่ในสภาพใหม่อยู่ตลอดเวลา และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ หลีกเลี่ยงอุบัติเหตุที่ไม่พึงปรารถนา จึงต้องทำการวางแผนการบำรุงรักษาล่วงหน้าอย่างเหมาะสม

๖.๑ ชนิดต่างๆของความผิดปกติของหม้อแปลง

๖.๑.๑. การลัดวงจรของขดลวด (Interturn fault) เป็นความผิดปกติที่เกิดจากการลัดวงจรของกระแสระหว่างขดลวด สาเหตุอาจเกิดจากความชื้นของน้ำมัน ความเสื่อมของฉนวนในขดลวด หรือเกิดจากแรงกระทำต่อขดลวด (Mechanical fault) ทำให้กระแสลัดวงจรไหลเป็นจำนวนมาก กระแสทางต้านปฐมภูมิมีค่าต่ำมากจนไม่อาจตรวจจับความผิดปกติได้ การตรวจจับความผิดปกตินี้อาจอาศัยความร้อนหรือตรวจจับทางก๊าซที่เกิดขึ้น เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด จากสถิติที่ตรวจพบความเสียหายอย่างรุนแรงของหม้อแปลงไฟฟ้าประมาณ ๙๐-๙๕ % เริ่มต้นจากการลัดวงจรของขดลวด

๖.๑.๒. กระแสรั่วในแกนเหล็ก แกนเหล็กของหม้อแปลงที่ทำจากเหล็กแผ่นบางๆประกอบกัน สามารถทนกระแสเอ็ดดี้ (Eddy current) ได้ระดับหนึ่ง ถ้ากระแสนี้มากผิดปกติอันอาจเกิดจากการเสื่อมของฉนวน ทำให้เกิดความร้อนขึ้นมากผิดปกติ กระแสรั่วในแกนเหล็กจะมากขึ้น แต่ก็ยังไม่สามารถตรวจจับความผิดปกตินี้ได้ กรณีที่เป็นหม้อแปลงแบบน้ำมัน น้ำมันจะเกิดก๊าซขึ้น เราอาจตรวจจับความผิดปกติจากก๊าซนี้ได้

๖.๑.๓. กระแสรั่วไหลลงดิน (Earth fault) ในกรณีที่ขดลวดต่อแบบ Y โคมที่มีสายนิวทรัล เมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน กระแสลัดวงจรจะไหลผ่านสายนิวทรัลนี้

๖.๑.๔. ความผิดปกติของบushing ของแกน (Bushing failure) เกิดเพราะ เชม่า ลม สัตว์ สิ่งสกปรกแปลกปลอม การแตกหัก เป็นต้น

๖.๑.๕. ความผิดปกติของอุปกรณ์การเปลี่ยนแทป (Load tap changer

failure) เกิดเพราะคุณสมบัติทางกลไม่ดี ปัญหาเนื่องจากหน้าสัมผัส ฉนวนน้ำมันสกรปรก การสันสะเทือน

๖.๑.๖. สาเหตุอื่นๆ เช่น ของเหลวรั่ว เนื่องจากรอยต่อไม่ดี ฟ้าผ่าลงไปถึงสายจ่ายกำลังไฟฟ้า ไชเวอร์โวลต์ ฉนวนของแกนหลักเบรคคาวน์ เป็นต้น

๖.๒. การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

๖.๒.๑. การตรวจสอบภายนอก ควรมีการตรวจสอบภายนอกปีละ ๒ ครั้ง และในการตรวจสอบแต่ละครั้งควรมีตารางแสดงรายชื่อของชิ้นส่วนทั้งหมดที่จะทำการตรวจเช็ค เพื่อมิให้มองข้ามชิ้นส่วนหนึ่งชิ้นส่วนใดไป โดยมีรายการในการตรวจสอบหลักๆดังนี้

๑. ตัวถังมีรอยบิ่นเบี้ยวหรือเกิดสนิมเสียหายหรือไม่

๒. ตัวถังร้อนเกินไหมหรือไม่

๓. น้ำมันรั่วหรือไม่

๔. มีเสียงหรือกลิ่นผิดปกติหรือไม่

๕. ข้อต่อลงดินหลวมหรือไม่ โดยเฉพาะข้อนี้ควรมีการตรวจเช็คทุกเดือน

๖.๒.๒. การตรวจสอบภายใน สำหรับหม้อแปลงที่มีของเหลวเป็นฉนวนในการระบายความร้อน ควรได้รับการตรวจสอบภายในปีละครั้ง และทุกครั้งที่มีการเปิดฝาดังเพื่อตรวจเช็คดูนั้น ควรระบายความดันภายในออกให้หมดก่อน สิ่งที่จะต้องตรวจเช็คก็คือ รอยสนิมที่อาจปรากฏขึ้นที่ฝาด้านใน และหัวหัวจูนปลอกกรองแกน

รอยสนิมนี้เกิดจากความชื้นภายใน และควรได้รับการตรวจสอบทันที สำหรับการรีน้ำมันออกเพื่อตรวจสอบส่วนบนของแกน และส่วนประกอบของชุดลวดนั้น ควรกระทำทุกๆ ๕ ปี สิ่งที่ต้องตรวจเช็คก็คือ มุสน้ำมัน (sludge) ซึ่งอาจปรากฏขึ้นที่แกน ข้อต่ออาจหลวม สภาพของฉนวนเสื่อม หรือส่วนอื่นส่วนใดบกพร่อง เป็นต้น หากเช็คแล้วปรากฏเกินขีดให้เทน้ำมันออกและซ่อมทันที

๖.๒.๒.๑ การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหม้อแปลง สำหรับหม้อแปลงแบบใช้น้ำมันเป็นตัวระบายความร้อน จะเห็นว่าความผิดปกติเนื่องจากคุณภาพน้ำมันฉนวนของหม้อแปลงจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายทั้งแก่ระบบไฟฟ้าและหม้อแปลงเอง จึง

การวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันหม้อแปลงอย่างถูกต้องเป็นประจำ

ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านมีความเห็นว่า การตรวจสอบและบำรุงรักษาน้ำมันฉนวนของหม้อแปลง เป็นวิธีการรักษาม้อแปลงให้ทำงานได้ตามปกติ และยืดอายุการใช้งานของหม้อแปลงให้ดีที่สุด

หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อใช้งานจะเกิดความร้อน และเมื่อนำเขาไปอาจมีความชื้นและออกไซด์เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลง ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้จะเป็นสาเหตุให้จุดติดไฟของน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลดต่ำลง ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำมันที่ใช้จะต้องมีจุดติดไฟสูงมาก ประมาณ $300-350^{\circ}\text{C}$ มีความต้านทานไฟฟ้าสูงมาก ไม่รวมตัวกับความชื้นได้ง่ายๆ ไม่เป็นกรด ก้าง มีความหนืดต่ำ ตกตะกอนยาก ทั้งนี้ในการบำรุงรักษาม้อแปลงไฟฟ้าจึงควรทำดังนี้

๑. ตรวจสอบความชื้นของน้ำมันหม้อแปลง พร้อมกับทำการบันทึกผลการตรวจสอบไว้ด้วย ซึ่งตามปกติจะต้องมีน้ำในน้ำมันหม้อแปลงไม่เกิน ๕๐ ppm การตรวจสอบทำได้โดยการใส่หลอดแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ๑/๒ นิ้ว ยาว ๕-๖ นิ้ว ใส่ในน้ำมันหม้อแปลงที่มีอุณหภูมิ $35-45^{\circ}\text{C}$ ลงไปประมาณ ๓๐ % ของหลอดแก้ว แล้วนำไปสนไฟให้ร้อน ถ้าได้ยินเสียงดังเกิดขึ้น แสดงว่าน้ำมันมีความชื้นสมอยู่

๒. ตรวจสอบความทนต่อน้ำมันไฟฟ้า (dielectric strength) ทดสอบได้โดยนำน้ำมันบรรจุลงในอุปกรณ์ทดสอบมาตรฐานจนความอิมัลซิโตรกทั้งสองอันซึ่งวางห่างกัน ๒.๕ มิลลิเมตร (หรือ ๐.๑ นิ้ว) ที่อุณหภูมิ $35-45^{\circ}\text{C}$ จากนั้นเริ่มป้อนแรงดันเข้าที่อิมัลซิโตรกทั้งสอง ตั้งแต่ ๑๐ KV ไปจนถึง ๓๐ KV โดยปรับเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอภายในเวลาประมาณ ๑๕ วินาที แล้วหยุดนิ่งเป็นเวลา ๑ วินาที และจะต้องปฏิบัติซ้ำเช่นนี้อีก ๕ ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ ๕ นาที ถ้าไม่เกิดสปาร์กขึ้นระหว่างอิมัลซิโตรกทั้งสอง แสดงว่าน้ำมันยังใช้ได้

๓. ตรวจสอบความเป็นกรด (Acidity test) ซึ่งถ้าพบว่ามีสารละลายกรด KOH เกิน ๐.๕ mg KOH/g แสดงว่าน้ำมันนั้นใช้ไม่ได้

๔. การทดสอบหาค่าความต้านทานของฉนวน ซึ่งค่านี้จะแปรผันกับ

อุณหภูมิและโวลต์ตรงกับควมชื้น การวัดจึงต้องคำนึงถึงค่าของแรงดันไฟฟ้าที่มาทดสอบ และ ช่วงเวลาที่ใส่ค่าแรงดันไฟฟ้า ทุกครั้งที่ทดสอบให้บันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้นและสัมประสิทธิ์อื่นๆ ค่าเหล่านี้มีประโยชน์มากสำหรับเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ในโอกาสต่อไป เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าดังกล่าวเรียกว่า เมกเกอร์ (Megger) ซึ่งจะวัดความต้านทานฉนวนระหว่างขั้วลวดต่างๆของหม้อแปลงและระหว่างขั้วลวดกับดิน

โดยทั่วไปถ้าใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด ๑๐๐๐ โวลต์ในการทดสอบ ควรจะหาค่าความต้านทานระหว่างขั้วลวดกับแรงสูงกับสายดินไม่ควรต่ำกว่า ๕๐๐ เมกกะโห์ม และระหว่างขั้วลวดกับแรงต่ำไม่ควรต่ำกว่า ๒๕๐ เมกกะโห์ม

๕. การวิเคราะห์หาก๊าซในน้ำมัน เมื่อเกิดความล้มเหลวอันเนื่องมาจาก กระแสสูงมาก หรือการปล่อยประจุไฟฟ้าสปาร์ก (spark discharge) หรือการปล่อยประจุไฟฟ้าเฉพาะส่วน (Partial discharge) หรือความร้อนเกิน ปกติการนำผลเหล่านี้จะหาปฏิสัมพันธ์กับน้ำมัน ทำให้เกิดก๊าซละลายอยู่ในน้ำมันซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของพลังงาน และชนิดของฉนวนที่ได้รับการเสียหาย

นอกจากการตรวจคุณภาพของฉนวนวิธีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันได้จากการทดสอบน้ำมันฉนวน ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามค่าความตึงผิวของน้ำมัน และค่าความเป็นกรดของน้ำมัน ทั้งสามการทดสอบนี้

$$M.I.N. = \frac{IFT}{NN}$$

$$= \frac{45.0 \text{ (typical new oil)}}{0.03 \text{ (typical new oil)}} = 1500$$

ซึ่ง	IFT	คือ ค่าความตึงผิวของน้ำมันฉนวน (Interfacial Tension)
	NN	คือ ค่าความเป็นกรดของน้ำมัน (Neutralization number)
และ	M.I.N.	คือ คุณภาพของน้ำมัน (Myers Index Number)

ซึ่งเราสามารถนำค่า M.I.N. มาเปรียบเทียบกับตารางคุณภาพและสีของน้ำมันหม้อแปลงทั้ง ตารางข้างล่างนี้ได้

TRANSFORMER OIL CLASSIFICATIONS			
1. Good Oils	NN	0.00 - 0.10	
	IFT	30.0 - 45.0	
			(Pale yellow) M.I.N. 300-1500
2. Proposition A Oils	NN	0.05 - 0.10	
	IFT	27.1 - 29.9	
			(Yellow) M.I.N. 271 - 600
3. Marginal Oils	NN	0.11 - 0.15	
	IFT	24.0 - 27.0	
			(Bright yellow) M.I.N. 160-318
4. Bad Oils	NN	0.16 - 0.40	
	IFT	18.0 - 23.9	
			(Amber) M.I.N. 45 - 159
5. Very Bad Oils	NN	0.41 - 0.65	
	IFT	14.0 - 17.9	
			(Brown) M.I.N. 22 - 44
6. Extremely Bad Oils	NN	0.66 - 1.50	
	IFT	9.0 - 13.9	
			(Dark brown) M.I.N. 6-21
7. Oils in Disastrous Condition	NN	1.51 or more	
			(Black)

รูปที่ ๔.๑๗ การคุณภาพของน้ำมันฉนวนจากสีของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตารางข้างล่าง แสดงการจัดแบ่งน้ำมันหม้อแปลงเป็น ๔ พวก ตามคุณภาพ ซึ่งมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่ต่างกันไป

รูปที่ ๔.๑๔ ตารางคุณสมบัติของน้ำมันฉนวน

คุณสมบัติ	ค่าคุณสมบัติมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม			
	กลุ่มที่ ๑	กลุ่มที่ ๒	กลุ่มที่ ๓	กลุ่มที่ ๔
ความทนต่อแรงดันไฟฟ้าค่าสูง KV	๒๑	๒๔	๒๓	๑๔
ค่าความเป็นกรดของน้ำมัน mg KOH/gm oil	๐.๐๓๐	๐.๐๓๒	๐.๐๔๕	๐.๐๕๕
ค่าแรงตึงผิวของน้ำมันบนวุ้นค่าสูง dynes/cm	๒๔	๒๓	๒๐	๑๔
ค่าความชื้นสูงที่สุด PPM	๓๔	๕๐	๖๖	๘๑

หมายเหตุ กลุ่มที่ ๑ คือ น้ำมันที่มีคุณภาพดี
 กลุ่มที่ ๒ คือ น้ำมันที่มีคุณภาพพอใช้ได้
 กลุ่มที่ ๓ คือ น้ำมันที่ต้องการการปรับปรุง
 กลุ่มที่ ๔ คือ น้ำมันที่มีผลสภาพ

๖.๕.๓ การตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบของหม้อแปลง

๖.๕.๓.๑ อุปกรณ์ป้องกันและรักษาความชื้นภายในโครงเจน

๗. การดูแลประจำวัน

๗.๑ ตรวจสอบความดันในแท็งค์ ทดความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

แปลง โดยตรวจสอบจากเกรความดัน ซึ่งต้องสอดคล้องกับกราฟอุณหภูมิ-ความดันของเครื่อง

๑.๒ ตรวจสอบน้ำมันรั่วซึม

๒. การตรวจสอบเป็นระยะๆ

๒.๑ ถ้าความดันไม่สอดคล้องกับกราฟอุณหภูมิความดัน ให้ปรับบุงความดันภายในเครื่อง

๒.๒ ถ้าเข็มไม่กระตักเลย แม้ว่าเราจะเติมแก๊สเข้าไป ให้เปลี่ยนเกรวท์ความดันใหม่

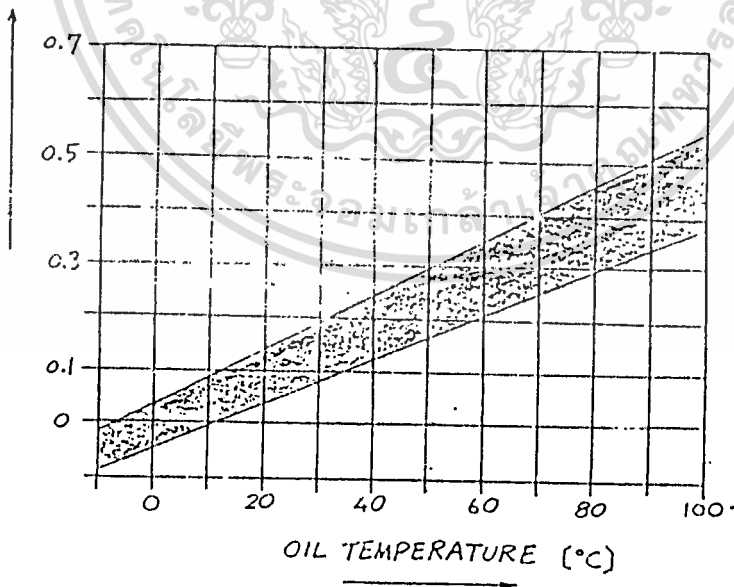
๒.๓ ในกรณีที่เข็มแสดงว่าความดันตกหลังจากที่เติมแก๊สเข้าไป แสดงว่าต้องมีการรั่วอยู่ ให้ตรวจสอบต่อหัวน้ำสับแสงจากใส่แก๊สเข้าไป 0.3 kg/cm^2

๒.๔ ถ้าพบรอยรั่วให้ขันรอยต่อที่โบลท์ให้แน่น แต่อย่าขันโบลท์ที่บูชชิง แก้วที่ให้เป็นเกลน้ำมันให้แน่นจนเกินไป มิฉะนั้นจะทำให้แก้วแตก

๒.๕ ถ้วยยังรั่วอยู่อีก ให้เปลี่ยนประเก็น (Gasket) ใหม่

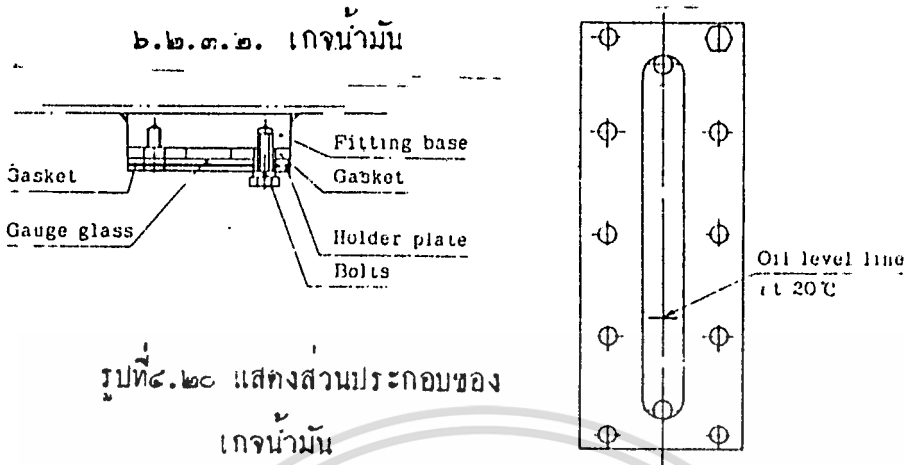
TRANSFORMER
INTERNAL PRESSURE

(kg/cm^2)



รูปที่ ๔.๑๔ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความดัน
ภายในหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

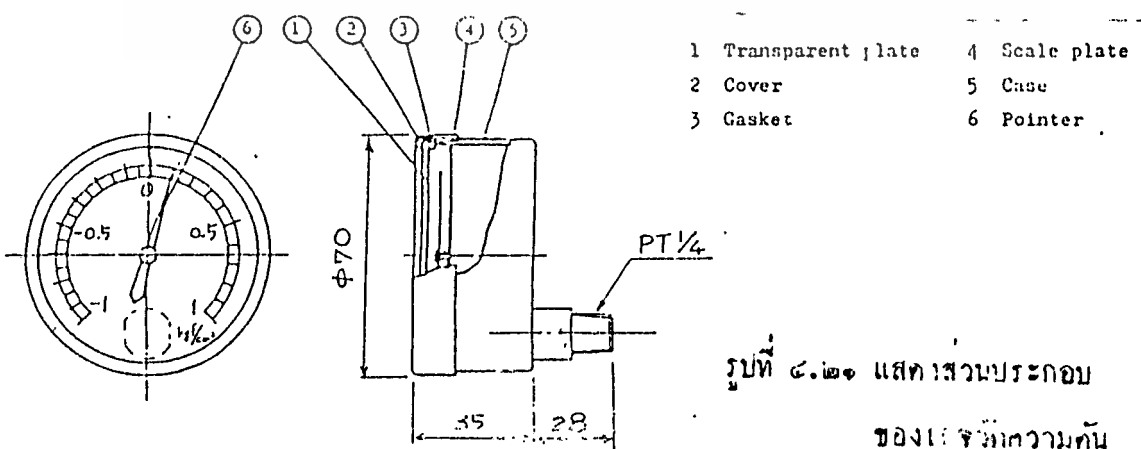


๑. ตรวจดูไม่ให้มีรอยร้าวหรือแตกที่เกจแก้ว (Gauge glass) และทวงไม่ให้สารพวกทินเนอร์ทำความสะอาดเกจแก้วนี้ มิฉะนั้นจะทำให้แตกร้าวได้ ให้ใช้น้ำสะอาดหรือสารละลายที่เป็นกลางในการทำความสะอาด

๒. ตรวจดูว่ามีน้ำมันรั่วหรือเ็น้ำ ถ้ามีรอยร้าวให้ขันโบลท์ให้แน่นทันทีที่พบ โดยจะต้องขันให้แน่นทุกตัวอย่างสม่ำเสมอ มิฉะนั้นจะทำให้เกจแก้วเสียหายได้

๓. ตรวจระดับน้ำมัน เกจแก้วแสดงระดับน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงตามระดับน้ำมันในถังตลอดเวลา โดยที่เกจน้ำมันมีขนาดใหญ่มากพอที่จะเห็นค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำมันได้ แต่อย่างไรก็ตาม เกจวัดระดับน้ำมันก็ไม่สามารถสังเกตค่าความผิดปกติบางอย่างได้ เช่น น้ำมันรั่ว เป็นต้น

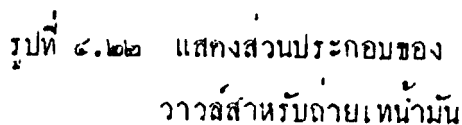
บ.๒.๓.๓. เกจวัดความดัน



๕. ถ้าเข้มแสงคงอุณหภูมิเฉลี่ย: ค่าเข้มแสงความถี่ถึง ๑๐ อยู่ตลอดเวลา ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าระบบการควบคุมความถี่ของหม้อแปลงอาจผิดปกติบางอย่าง ให้ตรวจสอบน้ำมันรั่ว ตรวจสอบว่าโบลต์ที่ประเก็นหลวมหรือเปล่า ถ้าจำเป็นอาจเปลี่ยนประเก็นใหม่

๒.๒.๓.๔ ทัวเปลี่ยนแท้

๒.๒.๓.๕. วาวล้ำารับถายเพ่น้ำัน



ในขณะปฏิบัติงานอยู่ ก็ไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาเวลานี้ แต่เมื่อถึงช่วงเวลาที่จะทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ ก็ควรตรวจวาล์วนี้นด้วย

๑. การตรวจประจำทุกวัน

ตรวจว่ามีน้ำมันรั่วออกจากที่ตั้งของวาล์วนี้นหรือไม่

๒. การตรวจตามช่วงเวลา

๒.๑ ตรวจสวมมือหมุนว่า เครื่องไม่ติดขัดเนื่องจากความฝืด

๒.๒ ตรวจการไหลของน้ำมัน โดยการหมุนมือหมุนแล้วดูการไหลของน้ำมัน

๒.๓ ตรวจดูจุ๊ตบีกกัน (Disc) ของน้ำมัน

๒.๒.๓.๖ ตัวแสดงอุณหภูมิ

๑. ตรวจดูว่าเกจวัดอุณหภูมิทำงานที่สภาวะปกติหรือไม่

๑. ตรวจดูให้แน่ใจว่า เครื่องมีสัมผัสเตือนภัย (Warning contact) ทำ

งานถูกต้อง

๓. ทำความสะอาดโดยใช้น้ำมัน ห้ามใช้น้ำเดือดหรือทินเนอร์

๒.๒.๔ ข้อเสนอแนะสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลง

๑. ทุกครั้งก่อนเข้าทำการบำรุงรักษา ให้ตรวจเช็คสายที่ห้อยจากตัวถังหม้อแปลงก่อน

๒. ควรปลดแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่มอเตอร์หม้อแปลงก่อนทั้งทางก้านปฐมภูมิและ

ทุติยภูมิ

๓. ไม่ควรให้พลังงานไฟฟ้าแก่มอเตอร์หม้อแปลง จนกว่าจะเติมน้ำมันถึงระดับหนึ่ง

แล้ว

๔. หลีกเลี่ยงการกระแทกซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อโครงสร้างภายใน

๕. ในการกรองความบริสุทธิ์สำหรับหม้อแปลงโดยไม่ต้องไขน้ำมันออกมา ทำได้โดยไขก๊อกเพื่อเอาบางส่วนของน้ำมันกันดั้งออก และเติมน้ำมันข้างบนถึงจนเต็ม ทำให้สามารถเอาน้ำมันที่นอนก้นและความชื้นปลอมปนออกไปได้

๖. เวลาคุ้ยของเหลวออกจากถังหม้อแปลง ควรใช้หลอดดูดที่หุ้มด้วยถุง

หรือโพลีเอथิลีน (Polyethylene) เพื่อหลีกเลี่ยงสารจำพวกกำมะถันที่มีอยู่ในสาย
ยางซึ่งอาจจะละลายในฉนวนของเหลวและทำปฏิกิริยากับขลวาทองแดงได้

๗. ทุกครั้งที่มีการเปิดฝาดอกเพื่อตรวจสอบ เวลาปิดฝาดังต้องปิดได้แน่น
ทราวจะเช็คความสมบูรณ์ของประกัน

๗. คู่อุปกรณ์ไฟฟ้า (Cubicle)

๗.๑ การตรวจสอบตู้โลหะ

- ๗.๑.๑ เป็นสนิมหรือเสียหายหรือไม่
- ๗.๑.๒ ประตูเปิดปิดได้เหมือนปกติหรือไม่
- ๗.๑.๓ มีรอยน้ำซึมที่พื้นตู้หรือไม่
- ๗.๑.๔ อุณหภูมิในตู้ร้อนเกินไปหรือไม่
- ๗.๑.๕ รอยชำรุดตู้โลหะเป็นระเบียบเรียบร้อยหรือไม่

๗.๒ การตรวจสอบตู้รับไฟและตู้จ่ายไฟ

๗.๒.๑ ไฟสัญญาณ (Pilot lamp) ของอุปกรณ์รับไฟและอุปกรณ์ จ่ายไฟ
อยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่

- ๗.๒.๒ ไฟสัญญาณของเซอร์กิตเบรกเกอร์ปกติหรือไม่
- ๗.๒.๓ ไวลท์มิเตอร์ปกติหรือไม่
- ๗.๒.๔ แอมมิเตอร์ปกติหรือไม่
- ๗.๒.๕ สวิตช์สับเปลี่ยนของอุปกรณ์วัดปกติหรือไม่
- ๗.๒.๖ ขั้วต่อสายไฟของตู้จ่ายไฟหลวมหรือไม่

๗.๓ การตรวจสอบเครื่องป้องกัน

- ๗.๓.๑ รั้วป้องกันเรียบร้อยหรือไม่
- ๗.๓.๒ แผ่นป้าย"ห้ามเข้า"และ"อันตราย" แตกเสียหายหรือไม่
- ๗.๓.๓ มีเครื่องกั้นเข็งอยู่ในบริเวณใกล้หรือไม่

นอกจากนี้ยังควร เช็คอยู่เสมอว่ามีแผนผังการต่ออุปกรณ์แต่ละตู้หรือไม่ด้วย

๕. เครื่องจ่ายไฟสำรอง

ลักษณะเครื่องจ่ายไฟสำรองของศูนย์วัฒนธรรม เป็นเครื่องยนต์คีเซลซึ่งนำไปหมุน เจนเนอเรเตอร์ จ่ายให้ไฟฟ้าขนาด ๑๐๐ kVA ออกมา ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจ่ายไฟสำรองจะเน้นการบำรุงรักษา เครื่องยนต์คีเซล เจนเนอเรเตอร์ และแบตเตอรี่เป็นหลัก

เราสามารถวางหลักการบำรุงรักษาเครื่องจ่ายไฟสำรอง ได้ดังนี้

๕.๑ การตรวจเช็คก่อนการทำงาน

๑. ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่น (Lubrication oil)

โดยตรวจดูที่ตัวกระบอก ให้น้ำมันอยู่ระดับระหว่างขีดระดับบน และขีดระดับล่าง ให้เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ ๑๐๐ ชั่วโมงทำงาน โดยทิ้งน้ำมันเก่าออกไปทาง Drain cock และสำหรับการทำงานครั้งแรก ให้เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นที่ ๕๐ ชั่วโมงทำงานแรก

๒. ตรวจสอบระดับน้ำมันในถังน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันในถังสามารถทำงานได้นานประมาณ ๒ ชั่วโมง ถ้าเครื่องทำงานนานจะต้องมีการเติมน้ำมัน

๓. ตรวจสอบไส้กรอง

๓.๑ ไส้กรองน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ต้องเปลี่ยนและทำความสะอาดทุกๆ ๓๐๐ ชั่วโมง

๓.๒ ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง ทำความสะอาดทุก ๓๐๐ ชั่วโมง และต้องเปลี่ยนทุก ๖๐๐ ชั่วโมง

๕.๒ การตรวจสอบระหว่างการทำงาน

๑. ตัววัดความดันน้ำมัน

ตรวจดูให้อยู่ระหว่าง ๓-๔ kg/cm²

๒. มิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิจะอยู่ที่ระดับประมาณ ๕๐°C ในขณะทำงาน

๓. มิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำมัน

อุณหภูมิจะอยู่ที่ระดับประมาณ ๗๕ - ๘๕ °C

๔. เทชโคมิเตอร์ (Tachometer)

จะแสดงค่าความเร็วรอบระหว่างการทำงาน

๕. มิเตอร์วัดกระแสไฟตรง

เป็นมิเตอร์ที่อยู่ตู้ชาร์จไฟ โดยเป็นตัวบอกว่าจะเกิดการชาร์จแบตเตอรี่หรือไม่ ถ้าแบตเตอรี่เต็ม มิเตอร์จะแสดงค่าเป็น ๐

๖. โวลท์มิเตอร์

แสดงค่าโวลท์เตจ ถ้าค่าที่วัดได้ไม่จาก ค่าพิกัดโวลท์เตจ เราสามารถทำการปรับได้ที่ โวลท์เตจเรกกูเลเตอร์

๗. แอมป์มิเตอร์

แสดงค่ากระแส จะต้องมีการปรับโวลต์ให้เหมาะสมเพื่อให้ไม่เกินค่าของพิกัดกระแส

๘. มิเตอร์วัดความถี่

แสดงค่าความถี่ สามารถเลือกปรับความถี่ได้ที่ Governor handle โดย มีสองค่าให้เลือก คือ ความถี่ ๕๐ Hz ที่ความเร็วรอบ ๑๕๐๐ R.P.M. และ ความถี่ ๖๐ Hz ที่ความเร็วรอบ ๑๘๐๐ R.P.M.

๘.๑ ข้อควรระวังในการบำรุงรักษาอุปกรณ์จ่ายไฟ

๘.๑. แบตเตอรี่

แบตเตอรี่จะใช้จ่ายไฟให้กับ สเตเตอร์ และคัสตาร์ทเจนเนอเรเตอร์อัตโนมัติ ทั้งนี้ควรมีการระวัง

๑.๑ ไม่ต่อสายกราวด์เมื่อไม่ได้ออกสายไฟเข้ากับสเตเตอร์ และ เครื่องยนต์

๑.๒ แบตเตอรี่ต้องจ่ายไฟซึ่งมีขนาดกระแสสูง ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบความลึกของขั้วต่างๆ

สำหรับรายละเอียดในการบำรุงรักษาจะกล่าวถึงอีกทีหนึ่ง

๒. เจนเนอเรเตอร์

มีข้อควรตรวจสอบดังนี้

๒.๑ ตรวจสอบสิ่งห้ามปราม

ตรวจสอบความชื้น ความหลวม และการผูกพัน

๒.๒ แปรงถ่าน (Brushes)

จะต้องทำการเปลี่ยนแปรงถ่าน เมื่อแปรงถ่านสึกจนตลอดครึ่งหนึ่งจากเริ่มต้น และควรจกบันทึกอายุการใช้งาน เพื่อใช้ในการบำรุงรักษาครั้งต่อไป

๒.๓ สลิปริง (Slip ring)

กำจัด น้ำมัน ผุ่น หรืออะไรก็ตามที่เป็นสาเหตุให้ สลิปริงเกิดการฉีกปกติ
ขึ้น

๒.๔ ร่องล้อ (Bearing)

เนื่องจากร่องล้อที่ใช้เป็นแบบปิด (enclosed) ดังนั้นการตรวจสอบทำได้จากการตรวจความร้อนอันผิดปกติ หรือมีเสียงผิดปกติเกิดขึ้น ระหว่างการทำงาน

๒.๕ การระบายความร้อน (Cooling)

การระบายความร้อนหาโดยใช้ใบพัดของมันเอง ถ้ามีฝุ่นเข้ามากับอากาศมาก ก็จะทำให้อุณหภูมิเพิ่มได้

๒.๖ ฉนวน (Insulation)

ถ้าตัวเจนเนอเรเตอร์ไม่ถูกใช้เป็นเวลานานในสถานที่เปียกชื้น นีวของขลุวค หรือส่วนต่างๆ จะเกิดความชื้นขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้ค่าความเป็นฉนวนลดลง ดังนั้นควรจะมีการเดินเครื่องอย่างน้อยทุกเดือน โดยเฉพาะในฤดูฝน และด้วยเหตุนี้ ที่ตัวเครื่องจะมีการบำรุงรักษาโดยอัตโนมัติ โดยการเชื่อมสวิตซ์ Auto-Test ไปที่ตำแหน่งอัตโนมัติ เครื่องจักรจะทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อที่จะบำรุงรักษาทุกๆ อาทิตย์(ประมาณ ๑๐ นาที)

๓. การบำรุงรักษาตู้สตาร์ทเจนเนอเรเตอร์อัตโนมัติ (Automatic starting generator panel)

จะต้องทำการตรวจสอบ ขั้วต่างๆ ความชื้น ผุ่น สายกราวท์ ฯลฯ และจะต้อง

ตรวจ

๓.๑ โวลท์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ มิเตอร์วัดความถี่
ต้องปรับให้อยู่ที่จุดศูนย์ (Zero point)

๓.๒ สวิตช์เลือก (Selector switch)

ตรวจสอบสวิตช์ สังเกตพวกหน้าสัมผัส ฯลฯ

๓.๓ โวลท์เตจเรกกูเลเตอร์ (Voltage regulator)

ตรวจสอบดูช่วงโวลท์เตจเรกกูเลเตอร์ให้อยู่ในช่วง $\pm 10\%$ ระหว่าง

การทำงานไรโนลท

๓.๔ เอกไซเตอร์ (Excitor)

ตรวจดู พวกขั้วต่างๆ หน้าสัมผัส สายไฟ ฯลฯ

๓.๕ ไฟแสดงผล (Indicator lamp)

ตรวจสอบหลอดไฟ

๓.๖ ค่าความต้านทานฉนวน

ค่าความต้านทานฉนวนจะต้องมีค่ามากกว่า ๓ MΩ โดยวัดระหว่างวง

จรหลักกับกราวท์

๔. การบำรุงรักษาเครื่องบันทึก

การบำรุงรักษาเครื่องบันทึกสามารถสรุปรวมเป็นตารางได้ดังต่อไปนี้

รูปที่ 4.23 ตารางบำรุงรักษาเครื่องขุดดิน

ชนิด	งานปฏิบัติ	ทุกวัน	100 ชม.	300 ชม.	600 ชม.	1200 ชม.
ตัวถังเครื่องขุด	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมัน น้ำ เชื้อเพลิง ในแต่ละส่วน	0				
	ตรวจสอบการต่อในแต่ละส่วน		0			0
อุปกรณ์เชื้อเพลิง	เปลี่ยนที่กรองน้ำมันเชื้อเพลิง				0	
	ทำความสะอาดเครื่องกรองของน้ำมัน				0	
	ทำความสะอาดเครื่องกรองทางเข้าของประตูป้อนน้ำมัน					0
อุปกรณ์เลื่อย	ตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง	0				
	เปลี่ยนที่กรองน้ำมัน			0		
	ทำความสะอาดที่กรองแรงเหวี่ยง				0	
	ทำความสะอาดและตรวจเช็คและเครื่องกรองของน้ำมัน			0		
	เปลี่ยนน้ำมันเครื่องของเครื่อง		0			
	ระบายน้ำมันทิ้งจากที่กรองน้ำมัน		0			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบัญชีรายการ (ต่อ)						
ชนิด	งานปฏิบัติ	บัญชี	100 ชม.	300 ชม.	600 ชม.	1200 ชม.
อุปกรณ์ระบบ	ตรวจสอบความถี่และระบอบการของสายพาส	0				
	การ					
	ตรวจสอบการไหลของน้ำและความร้อนและเค็ม	0				
	ตรวจสอบและเปลี่ยน			0		
	ทำความสะอาดภายในหม้อน้ำ				0	
การหล่อลื่น	ทำความสะอาดภายนอกหม้อน้ำ			0		
	เติมน้ำมันให้กับหม้อ	0				
แบตเตอรี่	ทำการหล่อลื่นให้กับ engine control links	0				
	ตรวจสอบสายพานในแบตเตอรี่	0				
	ตรวจสอบความถี่เฉพาะของสาย (ค่าความถี่เฉพาะ 1.26)		0			
เทอร์โบชาร์จ	ตรวจสอบการไหลในแต่ละส่วน					
	เปลี่ยนเครื่องน้ำมันเทอร์โบ		0			

๔.๔ การบำรุงรักษาแบตเตอรี่

จะต้องมีการตรวจสอบต่างๆ คือ

๑. ระดับสารละลาย (Electrolyte)

จะต้องให้อยู่ระดับระหว่างระดับสูงสุดและต่ำสุดของการใช้งาน ถ้าระดับอยู่ต่ำกว่าต่ำสุด ให้เติมน้ำกลั่นลงไป

๒. ตรวจสอบจุดขั้วต่างๆ

๓. ค่าความสะอาดส่วนบนของแบตเตอรี่

ความชื้นหรือฝุ่นที่ส่วนบนของแบตเตอรี่ จะเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสรั่วขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายเสียหายขึ้นได้

๔. ตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของสารละลาย

จะต้องทำการตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะ ทุกๆ ๖ เดือน ไทย

๔.๑ เมื่อค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าต่ำ (ที่ ๒๐ °C)

จะต้องใส่สารละลายกรดซัลฟิวริกที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ อยู่ระหว่าง ๑.๔๐ - ๑.๔๕ ที่อัตราส่วนประมาณ ๖ ซีซี. ต่อลิตร ของสารละลาย สำหรับความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ ๐.๐๐๑

๔.๒ เมื่อค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าสูงเกินไป (ที่ ๒๐ °C)

จะต้องใส่น้ำกลั่น ประมาณ ๔ ซีซี. ต่อลิตรของสารละลาย สำหรับค่าความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ ๐.๐๐๑

๔.๓ การคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะจะคำนวณเทียบกับค่ามาตรฐานที่ ๒๐ °C ทั้งสมการดังนี้

$$S_{20} = S_t + 0.0007 (t - 20)$$

$$S_{20} = \text{ค่าความถ่วงจำเพาะที่ } 20^{\circ}$$

$$S_t = \text{ค่าความถ่วงจำเพาะที่ } t$$

$$t = \text{อุณหภูมิของสารละลาย}$$

๕. ตรวจเช็ค คะตะไลท์ ปลั๊ก

กะตะไลท์ ปลั๊ก นี้ใช้สำหรับลัดก๊าชไฮโดรเจนและออกซิเจนที่เกิดจากแบทเทอรี
ภายในน้ำ และทำให้มันกลับไปสู่สารละลาย

๕.๑ จะต้องตีกะตะไลท์ ปลั๊ก ให้มันคง

๕.๒ จะต้องไม่โยกย้ายปลั๊กนี้ นอกจากจะวัดค่าความถ่วงจำเพาะ วัตถุหนุมิ
หรือจะต้องเติมน้ำกลั่น

๕.๓ จะต้องรักษาปลั๊กให้สะอาด

๕. เครื่องปรับอากาศ

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีเป็นโหนดที่สำคัญของศูนย์ที่จะต้องมีการบำรุง
รักษา ซึ่งเราสามารถเขียนตารางแสดงภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ได้
ทั้งรูปที่ ๕.๒๔ และแสดงจุดที่จะต้องตรวจสอบเมื่อเครื่องปรับอากาศกำลังทำงาน ทั้งรูปที่
๕.๒๕

๕.๑ การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็น

๕.๑.๑ การติดตั้งจะต้องให้แข็งแรงทนทานต่อความกั่นไอน้ำ และต้านทานการ
กัดกร่อนเป็นสนิม

๕.๑.๒ การติดตั้งจะต้องปราศจากการรั่วไหลของไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนและความ
ความกั่นของบรรยากาศ อากาศก็ไม่สามารถรั่วเข้าไปในระบบได้

๕.๑.๓ ในระบบปรับอากาศจะต้องปราศจากความชื้น โดยเฉพาะในระบบที่
ใช้ฟรียอน

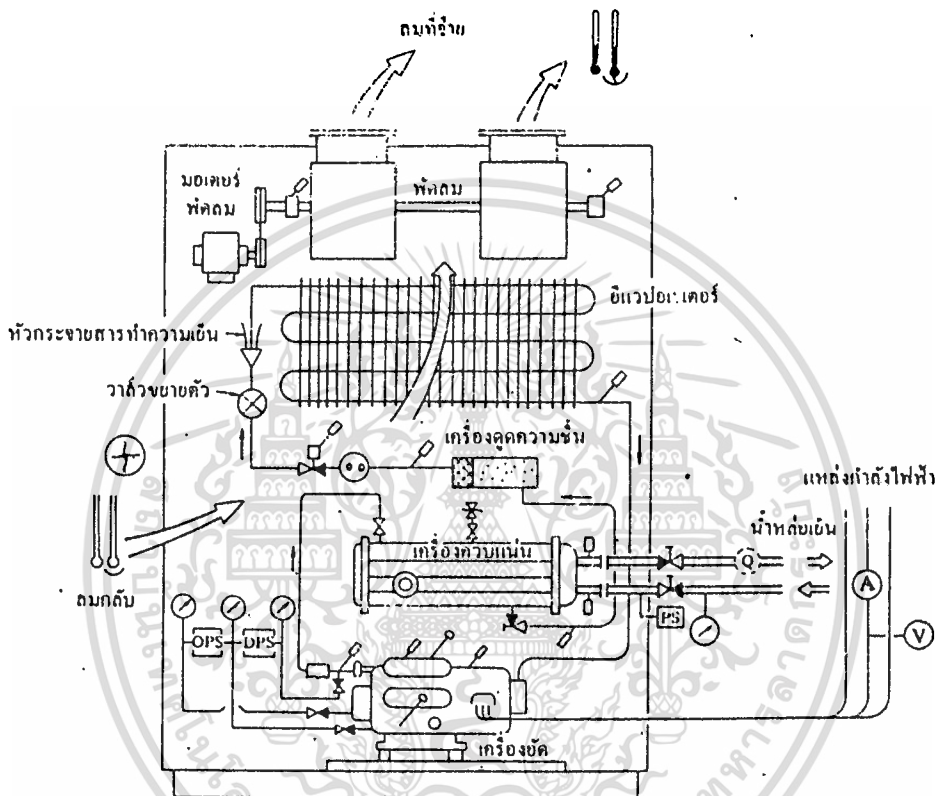
๕.๑.๔ ระบบปรับอากาศจะต้องปราศจากฝุ่นละอองและสิ่งสกปรก

๕.๑.๕ น้ำที่ใช้ในระบบปรับอากาศจะต้องสะอาดและมีคุณภาพดี เพื่อป้องกันการ
กัดกร่อนและการเกิดตะกอน

๕.๑.๖ น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดี สะอาด

๕.๑.๗ ผิวของท่อถ่ายเทความร้อนจะต้องสะอาดเสมอ เพื่อให้การถ่ายเทความร้อน
ร้อนที่

๔.๑.๔ อุปกรณ์ที่รักษจะต้องตั้งให้ถูกต้องเหมาะสมอยู่เสมอ



	เทอร์โมมิเตอร์		ก้านวัดเสียง (acoustic rod)		วาฬนิรภัย
	เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก		มาตรวัดระดับ มาตรวัดความดันน้ำ		วาฬจะยังคงเป็นระหว่างการทำงาน
	มาตรวัดความดัน		กระบอกมอง (sight glass)		วาฬจะยังคงเป็นระหว่างการทำงาน
	มาตรวัดความเร็วลม		มาตรวัดทิศทางลม		มาตรวัดการไหล

รูปที่ ๔.๒๔ ตำแหน่งที่ควรตรวจสอบเมื่อใช้งานเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ ๔.๒๔ ตำแหน่งที่ต้องคอยตรวจสอบระหว่างการทำงานปกติของเครื่องปรับอากาศ

	ตำแหน่งที่ตรวจสอบ	การวัด	ภาวะการทำงานปกติ
เครื่องอัด	ท่อดูดแก๊สเข้าเครื่องอัด	ความดันของแก๊สที่ดูด	(ความดันอิ่มตัวที่อุณหภูมิระเหยของสารทำความเย็น) - (ความดันที่ตกในท่อดูดแก๊ส)
		อุณหภูมิของแก๊สที่ดูด	[(อุณหภูมิระเหย) + (องศาร้อนยวดยิ่ง) องศาเย็นยวดยิ่งเป็น 10°C หรือต่ำกว่า]
	ท่อส่งแก๊สจากเครื่องอัด	ความดันของแก๊สที่ส่ง	(ความดันอิ่มตัวที่อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็น) + (ความดันที่ตกในท่อส่งแก๊ส)
		อุณหภูมิของแก๊สที่ส่ง	[100°C หรือต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำความเย็นและภาวะการใช้งาน]
	ปั๊มไอน้ำหล่อลื่น	ความดันไอน้ำ	เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของไอน้ำ จะต้องคอยปรับให้อยู่ในเกณฑ์ (ความดันทางดูด) + $1.2 \sim 3.0 \text{ kg/cm}^2$
		อุณหภูมิไอน้ำ	50°C หรือต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับภาวะการใช้งาน
	มาตรไอน้ำ	ปริมาณไอน้ำ	ถึงระดับที่กำหนด
		ความสะอาดของไอน้ำ	จะต้องใส (ปราศจากความขุ่นมัว)
	หัวกระบอกสูบ	อุณหภูมิหัวกระบอกสูบ	120°C หรือต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของสารทำความเย็นและภาวะการใช้งาน
		เสียงวาล์ว	จะต้องเป็นจังหวะปราศจากเสียงผิดปกติ
	ห้องข้อเหวี่ยง	อุณหภูมิของห้องข้อเหวี่ยง	จะเกิดการอัดเบี่ยงถ้าถึง 60°C
		เสียง	จะต้องปราศจากเสียงผิดปกติหรือเสียงเกาะ
	ประกับรับเพล (Bearing)	อุณหภูมิ	จะต้องปราศจากเสียงผิดปกติหรือเสียงเกาะ
มอเตอร์ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้าที่จ่าย	โวลท์	อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ภายใน $\pm 10\%$)
		แอมแปร์	อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ภายในค่าที่กำหนดให้มอเตอร์ใช้งาน)
	ประกับรับเพล	อุณหภูมิ	จะต้องมีอุณหภูมิที่เมื่อเอามือจับด้านนอกของประกับเพลารู้สึกอุ่น
	เปลือกหุ้ม	อุณหภูมิ	จะต้องไม่สูงเกินไป
	ขดลวด	อุณหภูมิเพิ่ม	อุณหภูมิที่เพิ่มจะต้องอยู่ในเกณฑ์ขึ้นอยู่กับชนิดของขดลวด (ขึ้น A 85°C ขึ้น B 100°C)
พัดลม	ประกับรับเพล	อุณหภูมิ	จะต้องมีอุณหภูมิที่เมื่อเอามือจับด้านนอกของประกับเพลารู้สึกอุ่น
	สายพาน	ความตึง	ความตึงพอเหมาะเมื่อเอามือกดจะบุบเล็กน้อย
เครื่องควบแน่น	น้ำหล่อเย็น	อุณหภูมิที่ช่องทางเข้า	จะต้องไม่สูงเกินไป (เมื่อเทียบกับค่าที่ออกแบบ)
		อุณหภูมิที่ช่องทางออก	จะต้องพอเหมาะ สูงกว่าอุณหภูมิน้ำเข้า $6 - 10^{\circ}\text{C}$
		อัตราการไหล	จะต้องเท่าที่กำหนด
		ความดันน้ำ	จะต้องสูงพอที่จะเอาชนะความดันต้านทานในเครื่องควบแน่นและท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๔.๒๖ ตำแหน่งที่ติดตั้งยกยวตรวจสอบระหว่างการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (ต่อ)

	ตำแหน่งที่ตรวจสอบ	การวัด	ภาระการทำงานปกติ
	มาตรวัดระดับ	ระดับสารทำความเย็น	จะต้องมีระดับสารทำความเย็นเหลวอยู่เล็กน้อย
	ท่อส่งสารทำความเย็นเหลว	อุณหภูมิของของเหลวที่ทางออก	ให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอิมตัวที่ความดันความแน่น 5°C
หัวจ่ายสารทำความเย็น	ช่องทางออกของเครื่องดูดความชื้น	อุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลว	จะต้องไม่มีการลดต่ำของอุณหภูมิมากผิดปกติ
	แกว้มองการไหลของสารทำความเย็นเหลว	ฟอง	จะต้องปราศจากฟอง
	ขดลวดของวาล์วโซลินอยด์	การเพิ่มอุณหภูมิ	จะต้องอยู่ในเกณฑ์การเพิ่มที่ขอมให้ ขึ้นอยู่กับชนิดของฉนวน (สำหรับชั้น A 65°C)
	ช่องทางเข้าของวาล์วขยายตัว	อุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลว	จะต้องไม่มีการลดต่ำหรือเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากผิดปกติ
ตัวแปรเสริม	อากาศ	อุณหภูมิที่ช่องทางเข้า อุณหภูมิที่ช่องทางออก	การคำนวณความสามารถในการทำความเย็นควรพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิและปริมาตรอากาศ แล้วจึงตรวจสอบกับค่าในการออกแบบปริมาตรอากาศ
		ปริมาณอากาศ	จะต้องเป็น 100% ของค่าที่กำหนด หรือมากกว่า
	แรงดันไฟฟ้าแรงดัน	การหาคะแนน	การควบคุมจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ
	ช่องระบายของสารทำความเย็น	อุณหภูมิระเหย	เมื่อตรวจสอบกับค่าอุณหภูมิอิมตัวที่ความดันการระบายแล้วมีค่าสูงกว่าพอสมควร
		ความดันระเหย	เท่ากับความดันที่กำหนด (+ ความดันสุด)

หมายเหตุ : 1. ความดันสูง (ความดันที่ช่องทางออก)

แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ : ความดันอิมตัวของสารทำความเย็นจะให้อุณหภูมิอิมตัวที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ช่องทางออก 3 ถึง 6°C

แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ : ความดันอิมตัวของสารทำความเย็นจะให้อุณหภูมิอิมตัวที่สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก 12 ถึง 17°C

2. ความดันต่ำ (ความดันระเหย)

ฟรีออน 12 : 2.1 ถึง 2.9 kg/cm²g

ฟรีออน 22 : 4.0 ถึง 5.5 kg/cm²g

3. ความแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศออกและอากาศเข้า

ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกและปริมาตรอากาศ สำหรับการทำความเย็นทั่ว ๆ ไป จะมีค่า 8 ถึง 14°C

4. อุณหภูมิร้อนยิ่งยวดของวาล์วขยายตัวเทอร์โมสแตติก

อุณหภูมิของท่อดูดใกล้กับกระเปาะความร้อนของวาล์วขยายตัวเทอร์โมสแตติกจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอิมตัวที่ความดันระเหย 4 ถึง 10°C

5. การสันตะทอนและเสียง

ควรดูว่าเครื่องปรับอากาศมีการสันตะทอนและเสียงดังกว่าเมื่อเริ่มแรกใช้หรือไม่ โดยเฉพาะควรตรวจสอบภาระการทำงานของพัดลมและสายพานของพัดลมว่าทำงานปกติหรือไม่

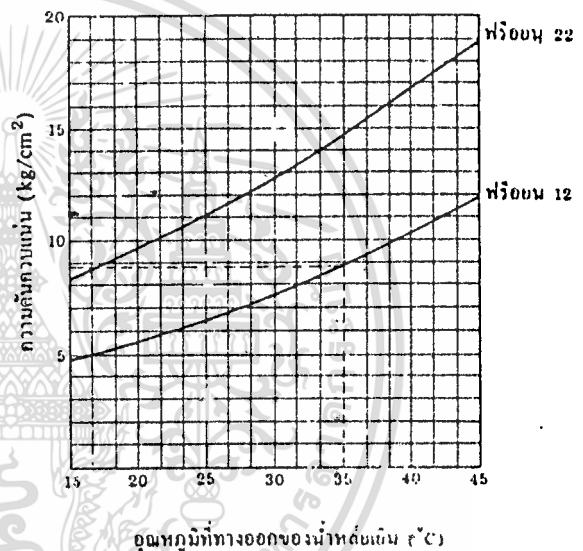
๔.๒ การตรวจสอบน้ำหล่อเย็น

โดยทั่วไปถ้าหoses เครื่องควมแน่นมีตะกอนก็จะมีผลให้สมบัติการถ่ายเทความร้อนลดลง และทำให้ความต้านทานการไหลเพิ่มขึ้น อัตราการไหลของน้ำจะลดลง และกำลังที่จะต้องใช้จะเพิ่มขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากเหล่านี้ จึงต้องมีการตรวจสอบน้ำหล่อเย็น และทำความสะอาดของเครื่องควมแน่นตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม

โดยการทำความสะอาดของเครื่องควมแน่นสามารถพิจารณาจากรูปที่ ๔.๒๓

1. เมื่อความดันความแน่น (มาตร) ในระหว่างการทำงานปกติสูงเกินค่าที่ได้จากแผนภูมินี้ ให้ตรวจสอบว่าเครื่องควมแน่นสกปรกหรือน้ำมันค้างอยู่ หรือมีไอที่มากเกินไปค้างอยู่
2. แผนภูมินี้อยู่บนพื้นฐานอุณหภูมิที่ทางออกของน้ำหล่อเย็นบวก 5°C

รูปที่ ๔.๒๓ อุณหภูมิที่ทางออกของน้ำหล่อเย็นและความดันความแน่นในเครื่องปรับอากาศ (การตรวจว่ามีแก๊สไม่ควมแน่นอยู่ในระบบหรือไม่)



และรูปที่ ๔.๒๔ แสดงการเสื่อมสภาพของน้ำหล่อเย็นและแนวโน้มน้ำ รูปที่ ๔.๒๕ แสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำและรูปที่ ๔.๓๐ แสดงเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เติม

๔.๓ การตรวจและบำรุงรักษาประจำวัน

๔.๓.๑ การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ ซึ่งจะท้อทุแลให้สะอาดอยู่

ตลอดเวลา

๔.๓.๒ ควรขันข้อต่อของระบบไฟฟ้าให้แน่น โดยมีจุดที่ต้องคอยเอาใจใส่เสมอ

รูปที่ ๔.๒๔

การเสื่อมสภาพของน้ำหล่อเย็นและแนวโน้มน้ำ

ความไม่บริสุทธิ์	รายละเอียด	แนวโน้มน้ำ
pH	เป็นเศษส่วนผกผันของลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ เป็นกรด : pH < 7 เป็นกลาง : pH = 7 เป็นด่าง : pH > 7 (น้ำธรรมดา : pH = 8 - 8.5)	pH ต่ำกว่า 4.3 แนวโน้มน้ำในการกัดกร่อนสูง
สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)	เป็นองค์ประกอบการแยกแยะเป็นไอออนของของแข็งในน้ำ	ถ้าสภาพการนำไฟฟ้าสูงจะมีผลให้การกัดกร่อนเพิ่มสูงขึ้น
ความเป็นด่าง (ppm)	เป็นส่วนประกอบความกระด้างที่อยู่ในน้ำ	ตะกอนจะเกิดขึ้น
Cl ⁻ (ppm)	เป็นส่วนประกอบของคลอไรด์ในน้ำ	แนวโน้มน้ำในการกัดกร่อนจะมากขึ้น
SO ₄ ²⁻ (ppm)	เป็นส่วนประกอบของซัลเฟตในน้ำ	แคลเซียมซัลเฟตที่เกิดจะทำให้เกิดตะกอน แนวโน้มน้ำการกัดกร่อนมากขึ้น
Silica	เป็นส่วนประกอบของซิลิกาในน้ำ	จะเกิดมีตะกอนแข็งจับ ยากที่จะขจัดเอาออก
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบของเหล็กในน้ำ	จะเกิดมีตะกอนและการกัดกร่อน
กากหรือส่วนที่เหลือจากการระเหย (Distillate)	เป็นส่วนประกอบที่เหลือในน้ำนอกเหนือจากสารที่กล่าวข้างต้น	จะเกิดมีตะกอน

รูปที่ ๔.๒๕

เกณฑ์คุณภาพของน้ำหล่อเย็น*1

รายการ	เกณฑ์	แนวโน้มน้ำ*2	
		การกัดกร่อน	การเกิดตะกอน
pH (25°C)	8.0 - 8.0	o	o
สภาพการนำไฟฟ้า (25°C) (μΩ/cm)	500 และต่ำกว่า	o	
Cl ⁻ (ppm)	200 และต่ำกว่า	o	
SO ₄ ²⁻ (ppm)	200 และต่ำกว่า	o	
Fe (ppm)	1.0 (0.5)** และต่ำกว่า		o
ความเป็นด่าง M เทียบเท่า CaCO ₃ (ppm)	100 และต่ำกว่า		o
ความกระด้างรวมทั้งสิ้นเทียบเท่า CaCO ₃ (ppm)	100 และต่ำกว่า		o
รายการอ้างอิง	S ²⁻ (ppm)	ตรวจไม่พบ	o
	NH ₄ ⁺ (ppm)	ตรวจไม่พบ	o
	SiO ₂ (ppm)	50 และต่ำกว่า	o

*1 น้ำหล่อเย็นที่ไหลผ่านเครื่องควบแน่นทั้งในระบบไหลผ่านเลยและระบบไหลวน

*2 เครื่องหมาย o แทนตัวประกอบที่มีอิทธิพลต่อการกัดกร่อนหรือแนวโน้มน้ำการเกิดตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๔.๓๐ เกณฑ์คุณภาพของน้ำดื่ม (สำหรับอ้างอิง)

รายการ		เกณฑ์
pH (25°C)		6.0 - 8.0
สภาพการนำ (25°C) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		200 และต่ำกว่า
Cl^- (ppm)		50
SO_4^{2-} (ppm)		50
Fe (ppm)		๐.3
ความเป็นด่าง M เทียบเท่า CaCO_3 (ppm)		50
ความกระด้างรวมทั้งสิ้นเทียบเท่า CaCO_3 (ppm)		50
รายการอ้างอิง	S^{2-} (ppm)	ตรวจไม่พบ
	NH_4^+ (ppm)	ตรวจไม่พบ
	SiO_2 (ppm)	30 และต่ำกว่า

คือ ช่วงของสวิตช์ความดัน สวิตช์แม่เหล็ก และตัวลัดของสายไฟฟ้ากำลัง

๔.๓.๓ การปรับสายพานให้ตึงพอเหมาะ เพราะเมื่อสายพานหย่อน สายพานก็จะสั่น มีผลให้ปริมาณการไหลลดลง มีความร้อนเกิดขึ้นจากการเสียดสี และการสึกหรอ การสั่นสะเทือนของสายพานและทำให้เกิดเสียงรบกวน

สายพานใหม่ๆ เมื่อใช้ไปนานๆ เข้ามักจะฉีกออกทำให้หย่อนได้ จึงต้องคอยตรวจดูและปรับให้ตึงเป็นประจำ

๔.๓.๔ ควรมีการปรับตั้งความดันของสวิตช์ความดันให้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อสวิตช์ความดันทำงานจริง จะต้องหาสาเหตุในการรั่วของสวิตช์ให้ทราบและตรวจดูว่าสวิตช์ความดันทำงานถูกต้องหรือไม่

รูปที่ แสดงรายการการตั้งความดันสำหรับสวิตช์ความดันของเครื่องปรับอากาศชนิดต่างๆ

๔.๓.๕ ปรับสวิตช์ป้องกันความดันน้ำมันหล่อลื่นให้ถูกต้อง โดยปกติความดันของน้ำมันหล่อลื่นปกติจะสูงกว่าความดันไอทางดูด ๐.๒-๓.๐ kg/cm^2 ฉะนั้นจึงควรปรับสวิตช์ให้ทำงานเมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำจนสูงกว่าความดันไอทางดูด ๐ kg/cm^2 ทั้งนี้ต้อง

ไว้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทยุติลิกภัย

๔.๓.๖ สลักเกลียวที่บีบขึ้นส่วนต่างๆของเครื่องปรับอากาศอาจหลวมได้
ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดรอยรั่ว ทำให้สารทำความเย็นรั่วและเกิดเสียงดังขึ้น

๔.๓.๗ เพื่อให้มีหลักฐานสำหรับการบำรุงรักษาและสำหรับการตรวจสอบสาเหตุ
ข้อบกพร่อง ฯลฯ จึงควรทำบันทึกเกี่ยวกับค่าต่างๆ เช่น กำลังส่งกระแสไฟฟ้า กระแส
ไฟฟ้า ความต้านทานของเครื่องปรับอากาศ ภาวะของน้ำหล่อเย็นทั้งปริมาณและคุณภาพ
การเติมสารทำความเย็น ฯลฯ

๑๐. นอเทอรัไบนีเยว่น่า

๑๐.๑ การตรวจสอบสเกเตอร์

- ๑๐.๑.๑ ตะปูเกลียวที่ฝาปิดหลวมหรือไม่
- ๑๐.๑.๒ มีรอยเสียหาย สกปรก หรือบิกเบี้ยวหรือไม่
- ๑๐.๑.๓ สีที่ทาไว้เป็นรอยหรือเปลี่ยนสีไปหรือไม่
- ๑๐.๑.๔ ขดลวดบนสเกเตอร์ชำรุดเสียหายหรือไม่ (รายปี)
- ๑๐.๑.๕ ท่ออากาศในแกนเหล็กของสเกเตอร์อุดตันหรือไม่
- ๑๐.๑.๖ ใช้สารหล่อเย็นรุ่นรองและระบายน้ำมันออก (รายปี)

๑๐.๒ การตรวจสอบโรเตอร์

- ๑๐.๒.๑ ท่ออากาศในแกนเหล็กของโรเตอร์อุดตันหรือไม่ (รายปี)
- ๑๐.๒.๒ ส่วนต่อระหว่างโลหะก้านในโรเตอร์และห่วงลัดวงจร

ของโรเตอร์ชำรุดเสียหายหรือไม่

๑๐.๒.๓ ใช้ผ้าสะอาดเช็ดฝุ่นและระบายน้ำมันออก โดยเฉพาะฝุ่นที่อาจไปอุดท่อ
อากาศ ทำให้อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้

๑๐.๓ การตรวจสอบขั้วต่อ

- ๑๐.๓.๑ ขั้วต่อหลวมหรือไม่
- ๑๐.๓.๒ ฉนวนของสายไฟที่ห่อหุ้มชำรุดเสียหายหรือไม่

๑๐.๓.๓ การตรวจสอบแบรจ

๑๐.๓.๑ น้ำมันรั่วหรือไม่

๑๐.๓.๒ ขากรรไกรเสียหายหรือไม่

๑๐.๔ การตรวจสอบแรงควบคุมมอเตอร์

๑๐.๔.๑ โวลต์และแอมป์เตอร์อ่านค่าได้ปกติหรือไม่

๑๐.๔.๒ สายไฟของหลอดไฟสัญญาณขาดหรือไม่

๑๐.๕ การตรวจสอบเสียงของมอเตอร์เวลาเดินเครื่อง

๑๐.๕.๑ เสียงดังเปลี่ยนแปลงไปจากปกติหรือไม่

๑๐.๕.๒ มีเสียงผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่

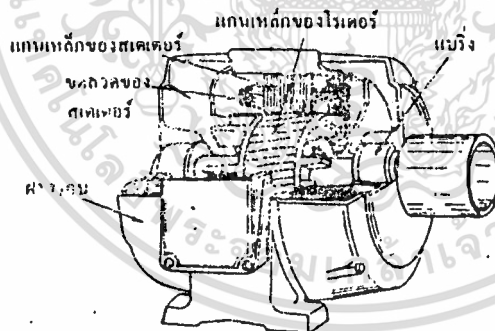
๑๐.๖ การตรวจสอบการเพิ่มอุณหภูมิ

๑๐.๖.๑ ให้ใช้มือทองแตะแกนเหล็กหรือเบร้งของมอเตอร์ถ้าร้อนผิดปกติหรือไม่

๑๐.๖.๒ มีกลิ่นผิดปกติหรือไม่

๑๐.๗ การตรวจสอบการสั่นสะเทือน

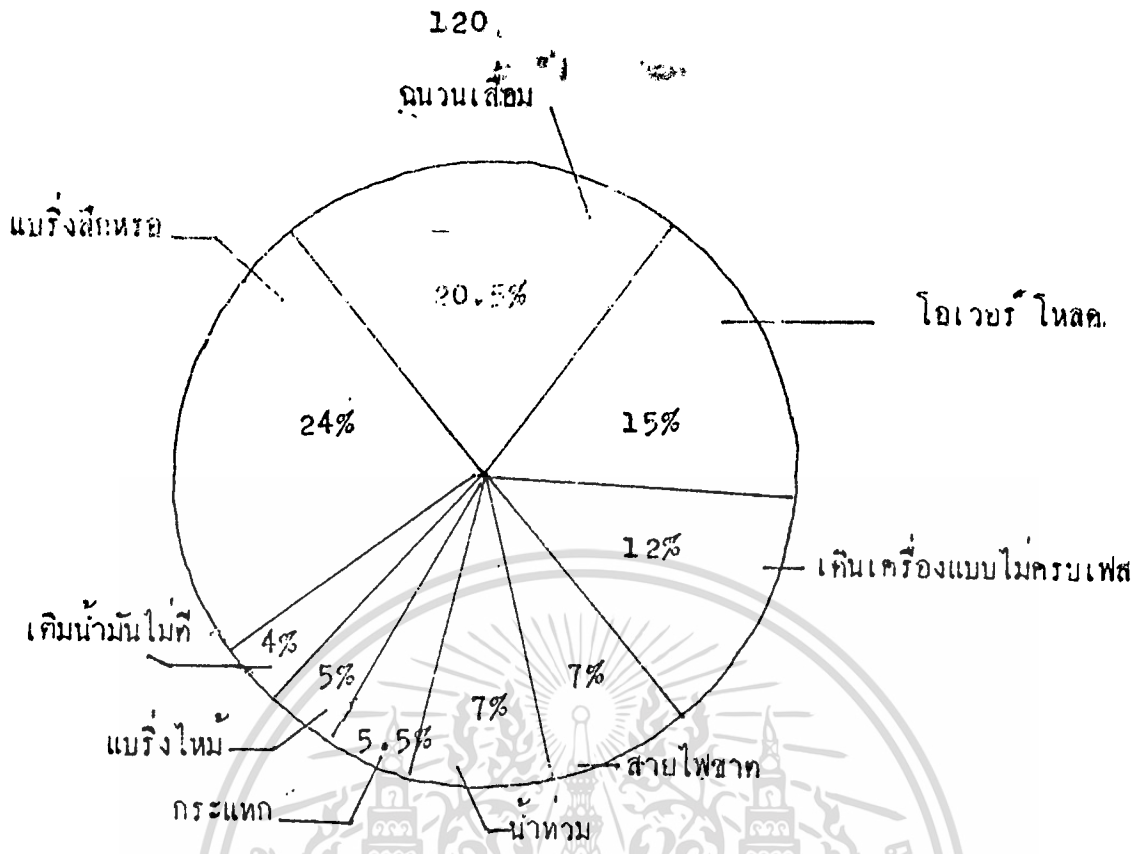
๑๐.๗.๑ ให้ตรวจหาการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่



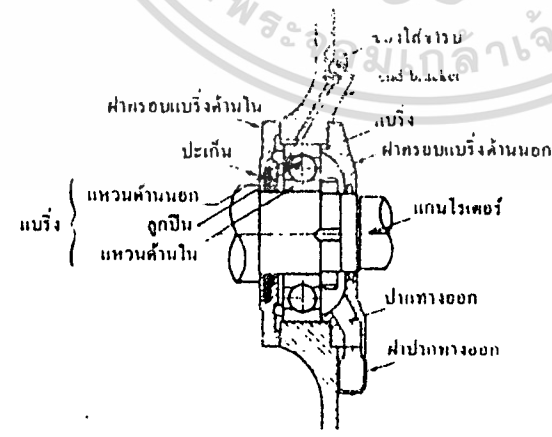
รูปที่ ๔.๓๑ ตัวอย่างมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

๑๐.๘ สาเหตุการขัดข้องของมอเตอร์

เมื่อมอเตอร์ใช้งานไปไคร่ระยะหนึ่ง อาจเกิดความผิดปกติหรือขัดข้องได้ เพื่อให้เกิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันความเสียหายที่ดี เราจึงควรทราบลักษณะสาเหตุการขัดข้องที่มักเกิดขึ้นตามความถี่ ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิวงกลมได้ดังนี้



รูปที่ ๔.๓๒ แสดงสาเหตุการชำรุดของมอเตอร์



รูปที่ ๔.๓๓ การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑๐.๕ วิธีการอัดน้ำมันหล่อลื่นให้กับแมริ่ง

๑๐.๕.๑ เปิดปากทางออกของน้ำมันของแมริ่ง

๑๐.๕.๒ ใช้ผ้าสะอาดเช็ดบริเวณช่องใส่จาระบี

๑๐.๕.๓ ใส่ grease pump เข้ากับช่องใส่จาระบี

๑๐.๕.๔ อัดน้ำมันหล่อลื่นเข้าไป จนกว่าน้ำมันหล่อลื่นอันเก่าจะไหลออกหมด

และน้ำมันหล่อลื่นที่ใส่เข้าไปใหม่เริ่มไหลออกจากปากทางออก

๑๐.๕.๕ เก็บเครื่องมือเทอร์โดยเปิดฝาท่อทางออกของน้ำมันหล่อลื่นไว้

๑๐.๕.๖ รอจนกว่าน้ำมันหล่อลื่นส่วนเกินจะไหลออกมาหมดจึงหยุดเครื่องมือเทอร์

๑๐.๕.๗ ปิดปากทางออกของน้ำมันหล่อลื่น

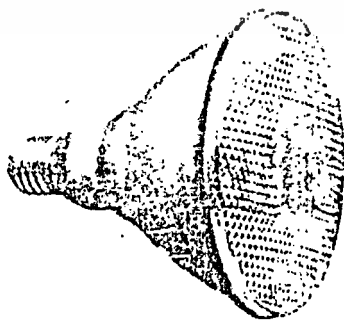
๑๑. ไฟฟ้าแสงสว่าง

๑๑.๑ หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน

ไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ โดยเฉพาะไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับการแสงบนเวทีจะใช้หลอดทังสเตน-ฮาโลเจนเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างที่สูงกว่าหลอดไส้ธรรมดา และยังมีให้แสงสว่างที่สูงจากหลอดที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก

IES(Illumination Engineering Society)

ได้ให้ความหมายของหลอดทังสเตน-ฮาโลเจนไว้ว่าเป็น"หลอดมีไส้ทังสเตนซึ่งภายในบรรจุไว้ด้วยสารฮาโลเจน"สารฮาโลเจนที่กล่าวถึงนี้ก็คือ สารประเภทไอโอดีน คลอรีน ไบรอมีน ฟลูออรีน และไฮยาโนเจน สำหรับหลอดมีไส้เหล่านี้เมื่อใช้ไปนานๆ กระเปาะแก้วของหลอดจะมีส่วนที่มีฝ้าสีเทาเกาะกั้นอยู่ข้างๆซึ่งเกิดจากการที่ไส้ของหลอดได้กลายเป็นไอและ

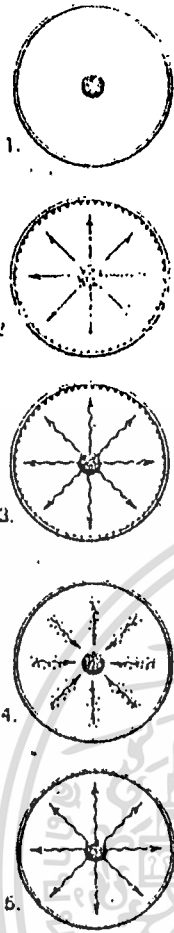


หลอด PAR
ชนิด Flood light

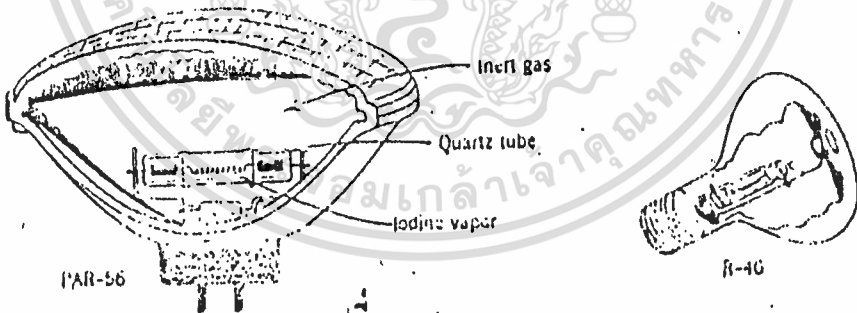
รูปที่ ๔.๓๔ แสดงหลอดทังสเตน-ฮาโลเจน

รูปที่ ๔.๓๕

แสดง วัฏจักรการทำงานของหลอดทั้งสแต-
ฮาไดเจน เป็นไปตามลำดับดังนี้



1. ให้หลอดทำงานที่อุณหภูมิสูงภายใน
กระเปาะแก้ว
2. อุณหภูมิของโลหะทั้งสแตจะถูกเผาไหม้
จนระเหิดออกจากไส้หลอดไปเกาะที่ผนังของ
กระเปาะแก้ว
3. กระเปาะแก้วของหลอดจะมีความร้อนสูง
ถึง 500°F ไอของไอโอดีนจะเกิดการหมุนเวียน
เพื่อเริ่มวัฏจักรการทำความระเหิดภายใน
กระเปาะแก้ว
4. ไอของไอโอดีนจะเข้าร่วมกับ
อนุภาคอิสระของโลหะทั้งสแต ซึ่งเมื่อเย็นลง
จะหมุนเวียนกลับมายังไส้หลอดอีก
5. ไอโอดีนที่รวมกับอนุภาคของ
โลหะทั้งสแตจะถูกเผาไหม้ด้วยไส้หลอด
ระเหิดตัวไป ทั้งไออนุภาคโลหะทั้งสแตเกาะติด
และไอโอดีนกลับคืนเดิม



รูปที่ ๔.๓๖

หลอดฮาไดเจน จะมีแก้วได้ซึ่งบรรจุอยู่ โหหลอดแก้วทอรัลซ์ขนาดเล็กซึ่งภายในบรรจุไอของไอโอดีนไว้ จากเห็นกับบรรจุหลอดแก้วทอรัลซ์ ที่ใส่ภายในดวงโคมซึ่งมีแก๊สเฉื่อยอีกทีหนึ่งซึ่งเป็นกาป้องกันการจันต้องถูกหลอดทอรัลซ์ภายใน ดวงโคมภายนอกอาจจะมีลักษณะเป็นหลอด PAR หรือเหมือน ๆ กับหลอดควมได้ ขรรวมค่าก็ได้

มาจับอยู่ที่ผิวด้านข้างของกระเปาะแก้ว ซึ่งเราเรียกการระเหิดตัวของไส้หลอดที่ทำให้กระเปาะแก้วดำนี้ว่า Blackening — เมื่อเกิดเหตุดังกล่าวนี้แล้วก็จะทำให้ความสว่างที่ไค้จากหลอดไฟทั้งถ่วงลดน้อยลงและทำให้หลอดขาดไปในที่สุด แท่หลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจนสามารถแก้ไขเหตุดังกล่าวนี้ไค้โดยในขณะที่หลอดกำลังให้แสงสว่างอยู่นั้น อนุภาคของโลหะทั้งสแตนที่ระเหยออกมาจากไส้หลอดจะ รวมตัวกับก๊าซฮาโลเจนที่บรรจุอยู่ในหลอด สารประกอบใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะถูกพาไปยังผนังของหลอดควอร์ทซ์ด้วยกระแสลม แต่เนื่องจากผนังของหลอดควอร์ทซ์มีอุณหภูมิสูงมาก จึงทำให้สารประกอบของโลหะทั้งสแตนกับแก๊สฮาโลเจนดังกล่าวนี้กลับคืนมายังไส้หลอดซึ่งที่ไส้หลอดนี้ ความร้อนจากไส้หลอดจะทำให้ก๊าซฮาโลเจนแยกตัวออกไปและทำให้อนุภาคของโลหะทั้งสแตนกลับมาสวมอยู่บนไส้หลอดอีกครั้งหนึ่ง การหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ ทำให้ความสว่างของหลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจนไม่มีการลดลงไป ความอายุการใช้งานเหมือนกับหลอดชนิดอื่นทั่วไป จึงทำให้สามารถให้แสงสว่างไค้อย่างสม่ำเสมอ

ในทางทฤษฎีแล้ว หลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจนควรมีอายุการใช้งานไม่สิ้นสุด แต่เนื่องจากการที่อนุภาคทั้งสแตนของไส้หลอดกลับมามีที่ไส้หลอดขึ้นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ทำให้ไส้หลอดบางส่วนมีความหนากว่าส่วนอื่นๆ ทั้งนี้ส่วนของไส้หลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจนที่บางกว่านี้ในที่สุดก็จะมีแตกออก

ในแง่ประสิทธิภาพของการทำงานแล้ว หลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจนก็มีประสิทธิภาพเท่ากับหลอดชนิดอื่น ๆ แต่ข้อคืออยู่ที่ มันมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดชนิดอื่นประมาณ ๒ เท่าตัว การให้แสงสว่างเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ โดยมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับอายุการใช้งาน ก็จะสามารถให้แสงสว่างออกมาไค้เป็นปริมาณ ๘๕ % เมื่อมีอายุการใช้งาน ๕๐% ทั้งในรูปที่ ๕.๓๗ ซึ่งแสดงข้อมูลเกี่ยวกับหลอดทั้งสแตน-ฮาโลเจน

๕.๕.๒ การบำรุงรักษาไฟฟ้าแสงสว่าง

หลักการที่สำคัญของระบบไฟฟ้าแสงสว่างคือ การใช้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีแผนการในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงอย่างถูกต้อง สำหรับวิธีการซ่อมบำรุงก็ถือว่าการทำความสะอาดหลอดและ เปลี่ยนหลอดตามช่วงเวลาที่เหมาะสม

PAR and Reflector 120-Volt Lamps for Spot, Flood, and General Lighting

วัตต์	รูปทรง กระเปาะแก้ว	ความยาวรวม	ชนิดของฐาน	อายุ การใช้งาน	ชนิดของลำแสง	ค่าความส่อง สว่างสูงสุดตอน เริ่มใช้งาน	มุมกระจาย ลำแสง	ค่าอุณหภูมิ เริ่มต้นใช้งาน โดยประมาณ	ค่าอุณหภูมิ ทั้งหมดตอน เริ่มใช้งาน
250	PAR-38	5 1/2	Medium Skirted	4000	Spot Flood	34,000 6,000	26 60	1600 2400	3200 3200
500	PAR-56	5	Mogul End Prong	4000	Narrow Spot Medium Flood Wide Flood	90,000 49,000 18,000	15 x 32 20 x 42 34 x 66	3500 4200 5600	7000 7000 7000
1000	PAR-64	6	Extended Mogul End Prong	4000	Narrow Spot Medium Flood Wide Flood	160,000 60,000 27,000	14 x 31 22 x 45 45 x 72	8500 10,000 13,500	17,000 17,000 17,000
500	R-40	7 1/2	Mogul	4000	Spot Flood	41,500 15,500	32 110	7,500 5,000	17,000 17,000
1000	R-60	10 1/2	Mogul	3000	Spot Flood	155,000 14,500	32 110	11,500 15,500	17,000 17,000
1500	R-60	10 1/2	Mogul	3000	Spot Flood	200,000 24,500	30 110	12,500 23,000	26,000 26,000

* Average in central 5° cone for Narrow Spot, Spot; central 10° cone for Medium Flood, Wide Flood, Flood.

* Beam width at 10% of peak candlepower.

รูปที่ ๔.๓๗ แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของหลอดทั้งสเตน-ฮาโลเจน

๔.๔.๑ การนำความสะอาดผิวหลอดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วงเวลาในการทำความสะอาดครั้งนั้นต่างกัน ขึ้นอยู่กับที่ทั้งว่ามีความสะอาดมากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตาม การเช็ดควยผ้าแห้งควรกระทำอย่างน้อยเดือนละครั้ง ส่วนการล้างทาบ น้ำนั้นควรทำอย่างน้อย ๔ เดือนต่อ ๑ ครั้ง

รูปที่ ๔.๓๘ ระยะเวลาที่ควรทำความสะอาดประจำ

สถานที่	เช็ดด้วยผ้าแห้ง	ล้างด้วยน้ำ
มีฝุ่นละอองมาก	1 สัปดาห์	1 เดือน
มีฝุ่นละอองน้อย	2 สัปดาห์	2 เดือน
มีฝุ่นละอองน้อยมาก	1 เดือน	4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.39 ลักษณะสมบัติของหลอดชนิดต่างๆ ที่ใช้กันทั่วไป

ชนิดของหลอด	กำลังไฟฟ้า ของหลอด (W)	หลักการส่องสว่าง (lm)	กำลังไฟรวม ของอุปกรณ์ (W)	ประสิทธิภาพ การส่องสว่าง (lm/w)	ความสามารรถใน การทนต่อสภาวะร้อน (F&T)	อายุใช้งาน (ชม.)	หมายเหตุ
หลอดไส้ (แบบให้แสงสีขาวแรงๆ)	60	810	80	13.4	102	1,000	
	100	1,520	100	15.2	102	1,000	
	300	3,600	300	12.0	106	1,500	
หลอดแบบตะเกียบ (halogen lamp)	250	4,500	250	18.0	120	2,000	
หลอดให้แสงสีขาวแรงๆ แสงสีขาว	G 20	1,230	(22) 24	(56) 51	82	7,500	1. ถ้าใน () เป็นค่าของแบบประหยัดพลังงาน
	G 40	3,100	(51) 53	(81) 58	95	10,000	2. G คือ glow start, R คือ rapid start
	R 110	8,960	(120) 130	(75) 89	82	10,000	
	400	22,000	(396) 430	(56) 51	50 - 52	12,000	ถ้าใน () เป็นค่าของแบบประหยัดพลังงาน
หลอดชนิดหลอดไส้ แบบใช้หลอดชนิดพิเศษ	400	30,500 ~36,800	430	71 - 86	60 - 65	9,000	ความสามารถในการรักษาปริมาณ ฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดแบบ ใช้บัลลาสต์ที่เข้ากับ หลอดไฮโดรเจน ให้ต่ำกว่า
		31,000 ~32,000	430	72 - 74			
หลอดโซเดียมความดันสูง (แบบใช้บัลลาสต์ชนิดพิเศษ)	400	47,500	445	107	27	12,000	
หลอดโซเดียมความดันสูง (แบบใช้บัลลาสต์ วงจรปรอทไอ)	360	47,500	390	122	27	12,000	
		41,000	390	105	65	15,000	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑๑.๒.๒. การเปลี่ยนหลอดทุกช่วงที่เหมาะสม

สำหรับหลอดแสงจันทร์ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าใช้จนหมดสภาพแล้วค่อยเปลี่ยน พลิกซ์ของแสงสว่างในช่วงหลังๆจะลดลงไปมาก เพราะฉะนั้นจึงควรเปลี่ยนก่อนที่จะหมดสภาพ เพื่อให้ได้ความสว่างที่สูงขึ้น สำหรับกำลังไฟที่ใช้เท่ากัน ซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานด้วย

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนหลอดไฟแสงสว่างนั้น ขึ้นอยู่กับว่า:
เป็นหลอดชนิดใด ซึ่งคุณสมบัติและอายุการใช้งานของหลอดต่างๆ แสงไว้คงรูปที่

๑๑.๒.๓ การดำเนินการวิเทศต่างๆ

นอกจากการซ่อมบำรุงอย่างถูกต้องแล้ว การตรวจเช็คข้อมูลต่างๆให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ก็เป็นสิ่งจำเป็น เช่น ชนิดของหลอดที่ใช้ตามจุดต่างๆ คุณสมบัติเฉพาะของหลอดชนิดต่างๆที่ใช้งาน และการตรวจเช็คที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การตรวจค่าความสว่างตามจุดต่างๆให้ได้ตามมาตรฐาน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ทำให้เกิดอาการตาพร่า เหนื่อย หรืออย่างอื่นที่อาจเป็นสาเหตุให้การทำงานต่างๆมีผลพลานหรือไม่เกิดประสิทธิภาพได้

ต่อไปเป็นตารางมาตรฐานความสว่างสำหรับบริเวณต่างๆในอาคาร

ความสูง(ม.)	สถานที่(๑)	ชนิดของงาน
2000		
1500		- o ดยทแบบ - o เจียนแบบ - o พื้นที่ค - o กัดเฉย - o ทำของจาบป - o key punch
1000	สำนักงาน ๓ (๑), ห้องติดห้องธุรกิจ, ห้องออกแบบ, ห้องเขียนแบบ, lobby (เวลากลางวัน)	
750	_____	
500	_____	
300	ห้องปริศนาฐาน, ห้องรับแขก, ห้องอาหาร, ห้องครัว, ห้อง-คนทรี, ห้องพักผ่อน, ห้องชม, lobby (เวลากลางวัน), ห้องลิฟท์	สำนักงาน ๒, ห้องบริหาร, ห้องประชุม, ห้องพิมพ์เอกสาร, ห้องโทรทัศน์, ห้องคอมพิวเตอร์, ห้องควบคุม, ห้องขนาดเล็ก o แยกตัวรับและแยกตัวรับคลื่นในห้องใช้กันและห้องเก็บงาด o ฝ้าสะท้อนตาม
200	_____	_____
150	_____	_____
100	_____	_____
75	_____	_____
50	_____	_____
30	_____	_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ ๔.๕๐ แสดงความสว่างสำหรับบริเวณต่างๆในอาคาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อยอดไปยังสิ่งของเอกสารที่ครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้เพื่อให้การบำรุงรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น เราสามารถนำเอา คอมพิวเตอร์มาช่วย โดยนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลอุปกรณ์ ข้อมูลในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ฯลฯ ในพื้นที่ได้แสดงโปรแกรมชั้นพื้นฐานโดยคู่มือจากภาคผนวก



บทที่ ๕

บทสรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องของศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นการจัดแบ่งอุปกรณ์สำคัญ ณ สถานที่ตั้งอุปกรณ์ต่างๆของศูนย์วัฒนธรรมฯ หลักการทำงานและชี้ความสามารถ รวมทั้งการบำรุงรักษาอุปกรณ์แต่ละชนิด และแนวความคิดในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด ซึ่งจากเนื้อหาเหล่านี้จะทำให้ทางศูนย์วัฒนธรรมฯ ได้นำไปดำเนินการศึกษา ข้อมูลที่แท้จริงเพิ่มเติมและเลือกวิธีการที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป



ภาคผนวก

โปรแกรมการเก็บข้อมูลและบำรุงรักษาอุปกรณ์

โปรแกรมนี้ใช้ภาษาทรีเบส ๓ พลัส ของเครื่อง IBM ลักษณะโปรแกรมจะแบ่งออกเป็นโปรแกรมหลักและโปรแกรมอุปกรณ์ โดยโปรแกรมหลัก ทำหน้าที่แสดงรายการอุปกรณ์ และเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการ เมื่อเลือกอุปกรณ์ใดก็จะเข้าสู่โปรแกรมนั้น โดยในที่นี้โปรแกรมหลักคือ MAIN.PRG และโปรแกรมอุปกรณ์ในที่นี้แสดงตัวอย่างโปรแกรมอุปกรณ์หม้อแปลง จะแบ่งออกเป็น ๒ โปรแกรม คือ โปรแกรมคำสั่ง TR.PRG และเพิ่มข้อมูล TR.DBF

MAIN.PRG

```
gettype main.prg
```

```
# work.prg 4
sub talk off
sub echo off
sub color on
sub color to gr/gr/gr/gr/gr
do while .t.
clear
text
```

MAINTANANCE DEVICE
OF
THAILAND CULTURAL CENTRAL

1. TRANSFORMER
2. GENNERATOR
3. MOTOR
0. EXIT

```
and back
wait " ENTER: 1,2,3 OR 0 SELECT: " to choice
do case
case choice = "1".
do tr
clear all
case choice = "2"
do genl
clear all
case choice = "3"
do motorl
clear all
case choice = "0"
exit
otherwise
clear
loop
endcase.
and do
return
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TR.PRG

```

type tr.prg
* tr.prg *
select 1
use tr index nameandx
go top
do while .t.
clear
m=3
go top
do while .not. eof()
    m=m+1
    @m,8 say " CODE....." get code
    clear get:
    skip
enddo
?
accept "Enter name code of device : " to de
seek upper(de)
@1,0 clear to 20,79
@3,2 say "code " get code
@4,2 say "name " get name
@5,2 say "duty " get duty
@6,2 say "locate " get locate
@3,35 say "manufacturer " get manufac
@4,35 say "date of product " get datepro
@5,35 say "date of buy " get datebuy
@6,35 say "cost " get cost
@8,2 say "description"
@10,1 say "type " get type
@11,1 say "capacity " get capa
@12,1 say "% impedance " get im
@13,1 say "vectorgroup " get vec
@14,1 say "height " get hei
@15,1 say "cooling-sys " get cool
@10,26 say "num of phase" get nump
@11,26 say "pri-voltage " get priv
@12,26 say "pri-connece " get pric
@13,26 say "oil-quantity" get oilq
@14,26 say "width " get wid
@15,26 say "load loss " get ll
@10,51 say "frequency " get fre
@11,51 say "sec-voltage " get secv
@12,51 say "sec-connece " get secc
@13,51 say "weight " get wei
@14,51 say "depth " get dep
@15,51 say "no load loss" get nol
@17,1 say "caution " get cau

wait " do you want to change data or not (y/n) " to test
if upper(test) = "Y"
    read
else
    clear gets
endif
* table of maintenance *
clear
?
?
?

( table of maintenance )

wait
return

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างแฟ้มข้อมูล (TR.DBF)

```

Number of data records.
Date of last update   : 03/12/88
Field  Field Name  Type      Width  Dec
-----
1  CODE      Character  25
2  NAME      Character  25
3  DUTY      Character  25
4  LOCATE    Character  25
5  MANUFAC   Character  25
6  DATEPD    Character  25
7  DATEBUY   Character  25
8  COST      Character  25
9  TYPE      Character  12
10 CAPA      Character  12
11 IM        Character  12
12 VEC       Character  12
13 HEI       Character  12
14 CODOL     Character  12
15 NUMF      Character  12
16 PRIV      Character  12
Press any key to continue...
17 PRIC      Character  12
18 JII       Character  12
19 WIL       Character  12
20 LL        Character  12
21 FRE       Character  12
22 SECV      Character  12
23 SECC      Character  12
24 WEI       Character  12
25 DEP       Character  12
26 NOLL      Character  12
27 CAL       Character  254
** Total **          671
quit
*** END RUN ***  dBASE III PLUS
  
```

นอกจากนี้ยังมี INDEX.PRG โดยโปรแกรมนี้จะรันครั้งแรกครั้งเดียวเท่านั้น เป็นโปรแกรมสร้างดัชนีทั้งหมดที่จะใช้งาน และเป็นการเตือนว่าดัชนีที่สร้างขึ้นมีอะไรบ้าง โดยในตัวอย่างนี้จะสร้างดัชนีของแฟ้มข้อมูล TR.DBF

```

A>type index.prg
set safety off
select 1
use tr
inde: or. code to nameandx
return
  
```

A

หลังจากเลือกอุปกรณ์ซึ่งแบ่งตามชนิดของอุปกรณ์จากโปรแกรมหลัก ก็จะเข้าสู่โปรแกรม อุปกรณ์ในที่นี้คือโปรแกรมหม้อแปลง เครื่องจะแสดงรหัสหม้อแปลงทุกตัวที่มีอยู่ หลังจากนั้นเลือกหม้อแปลงที่ต้องการ มันจะแสดงรายละเอียดข้อมูลทั้งหมดของหม้อแปลงซึ่งสามารถทำการแก้ไขได้ รวมทั้งการบำรุงรักษาอุปกรณ์

ตัวอย่างลักษณะการแสดงรายละเอียดข้อมูลของหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

code TR1
name TRANSFORMER
duty
locate

manufacturer
date of product
date of buy
cost

description

:type	:num of phase	frequency
:capacity	:pri-voltage	:sec-voltage
% impedance	:pri-connec	:sec-connec
vector group	:oil-quantity	weight
:height	:width	depth
:cooling-sys	:load loss	no load loss

caution

do you want to change data or not (y/n)
Command

WKB:>WTR

WREC. 1 3

Enter a DBASE III PLUS command.

ถ้าไม่ต้องการแก้ไข กด n: เครื่องจะแสดงตารางการบำรุงรักษาต่อไป
สำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์อื่นก็เขียนโปรแกรมเพิ่มโดยโปรแกรมจะมีลักษณะ
โครงสร้างเช่นเดียวกับโปรแกรม TR.PR6

TECHNICAL DATA OF AC GENERATOR

Type of generator	E9-AF
	Enclosed self ventilated
Output	110 KVA
No.of phase	3
No.of poles	4
Power factor	80 %
Frequency	50 Hz
Voltage	380/220 v
current	167 A
Exciting system	static exciting device
Switch board	Mounted on the common bed



TECHNICAL DATA OF DIESEL ENGINE

Name of engine	ISUZU. E120
Type of engine	Water cooled 4 cycle direct injection system
No of cylinders	
bore X stroke	6-135x140
Position displacement	12023 cc
Output	140HP. $\frac{1}{2}$
R.P.M.	1500
Starting motor	24 V 7.4 kW
Fuel oil	Light diesel oil
Cooling water capacity	46 L
Lubricating oil capacity	17 L

SECTION 2. GENERAL DESCRIPTION FOR TRANSFORMERS

2-1 Construction

1) Materials

The materials to be furnished, including all accessories and equipment obtained by us from others, shall be in compliance with the latest editions or revisions of the Japanese Industrial Standards (JIS) which are applied to all materials produced in Japan.

2) Bushings

The terminal bushings are of porcelain for both lower and higher voltages. Porcelain used for the bushings is colored in uniform white.

-2 Painting

The exterior surfaces of the transformer shall be painted with the following color.

TRANSFORMER :

(Munsell Notation 5Y 7/1) SAND BEIGE

SECTION 3. TECHNICAL DATA

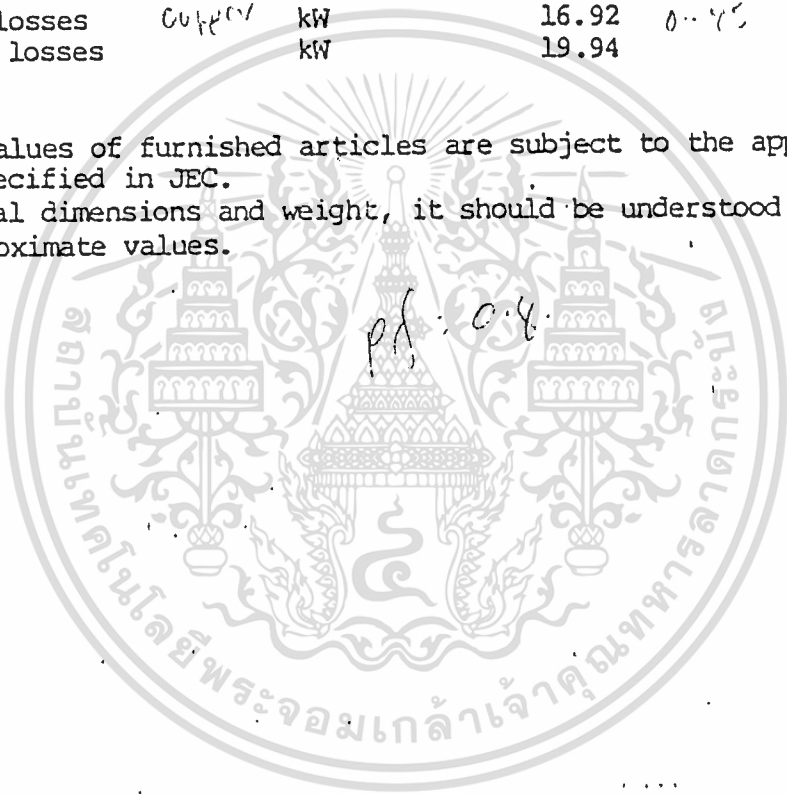
Item No.	Item	2000kVA	750 kVA
1.	Manufacturer	Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.	
2.	Number of required	One (1)	One (1)
3.	Type	NIRG : Oil-immersed, indoor use, Natural air cooled, Nitrogen gas sealed tank type	
4.	Number of phase	3	
5.	Frequency	Hz	50
6.	Rated capacity	kVA	2000 750
7.	Kind of rating	Continuous	
8.	Voltage		
	Primary	kV	F12-F11.7-R11.4-F11.1-F10.8
	Secondary	V	416Y/240
9.	Insulation level		
	(1) Lightning impulse voltage		
	Primary	kV	75
	Secondary	kV	---
	Secondary neutral	kV	---
	(2) Power frequency voltage		
	Primary	kV	28
	Secondary	kV	4
	Secondary neutral	kV	4
10.	Winding connection		
	Primary		Delta
	Secondary		Star
	Vector group symbols		Dyll
11.	Impedance voltage (at 75°C, rated voltage, rated output)	%	6.2 5.3
12.	Temperature rise		
	Winding	°C	55
	Oil	°C	55
13.	Tap-changer		
	Type	OFF CIRCUIT TAP CHANGER	
	Number of taps	5	
	Tap range	12 ~ 10.8kV	
14.	Cooling system	ONAN	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECTION 3. TECHNICAL DATA

Item No.	Item		2000kVA	750 kVA
5.	Over-all dimensions			
	Height	mm	2370	1950
	Width	mm	2200	1460
	Depth	mm	1680	1390
6.	Weight and oil quantity			
	Core and coils	kg	3000	1450
	Total	kg	5500	2900
	Oil quantity	l	1100	700
7.	Loss			
	No load losses	pkw	3.02	1.55
	Load losses	Cu loss	16.92	7.29
	Total losses	kW	19.94	8.84

The guaranteed values of furnished articles are subject to the application of the tolerance specified in JEC.
As to the external dimensions and weight, it should be understood that they are indicate in approximate values.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณกองบำรุงรักษาอุปกรณ์ การไฟฟ้านครหลวงที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วัฒนธรรมชาติให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในทุกๆ ด้าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ก. เอกสารอ้างอิงที่เป็นวารสารภาษาไทย

๑. ชูชาติ ยิ่งเหลือ "หม้อแปลงที่ไม่ระเบิด" วารสาร ๙๐ เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า
๒๕๓๐. หน้า ๑๒๕ - ๑๒๗
 ๒. บัญชรชัย จันทน์บุษราคัม "ข้อควรคำนึงในการเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า". วารสาร ๙๐
เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า. ๒๕๓๐. หน้า ๑๓๒ - ๑๓๕
 ๓. สมมาตร สุพาณิชย์วิทย์. "บริหารฝ่ายซ่อมบำรุงอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพสูง".
วารสารเทคนิค. ฉบับที่ ๑๖. ๒๕๒๘. หน้า ๓๖ - ๔๐
 ๔. เกียรติ วัชรพงศ์ "ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างไรดี". วารสารเทคนิค. ฉบับที่ ๑๖
๒๕๒๘. หน้า ๙๑ - ๑๐๐
 ๕. สมหมาย เสนาปิน. "การลดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด" วารสารเทคนิค ฉบับที่ ๑๖
ปี ๒๕๒๘ หน้า ๑๐๑-๑๐๓
 ๖. สมมาตร สุพาณิชย์วิทย์. "การประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม โดยการลดความ
ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด". วารสารเทคนิค. ฉบับที่ ๑๘. ปี ๒๕๒๙ หน้า
๕๕-๕๘
 ๗. ศักดิ์สิทธิ์ สิทธิศักดิ์. "หลอกมิได้". วารสารเทคนิค. ฉบับที่ ๒๔. ปี ๒๕๒๙. หน้า
๑๐๒-๑๑๔
 ๘. สุกิจ แสงประคับ. "ติดตั้งคาปาซิเตอร์อย่างไรไม่มีปัญหา". วารสารเทคนิค. ฉบับที่ ๑๕
ปี ๒๕๒๔ หน้า ๕๑-๕๓
 ๙. ศักดิ์สิทธิ์ สิทธิศักดิ์. "หลอกแก๊สเทนม-ฮาโลเจนกับการพัฒนาใหม่". วารสารเทคนิค.
ฉบับที่ ๑๙ ปี ๒๕๒๙. หน้า ๙๕-๙๗
- ข. เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
๑. โซจิ โอฮาม่า "อุปกรณ์รับและจ่ายไฟสำหรับโรงงานและอาคารขนาดใหญ่"
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ๑๙๕ หน้า ๒๕๒๔

๒. โมะโตะกิ มัทซึโอะ "เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้า" สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) ๓๕๕ หน้า ๒๕๒๕

๓. รศ.ดร. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์ รศ.ดร. สุชุมวิทย์ ภูมิวุฒสาร และ รศ.ดร. ประสิทธิ์ ประพัฒมงคล "จุดสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน" สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) ๓๗ หน้า ๒๕๒๗

๔. ดร. ไพบุรย์ หังสพฤกษ์ และดร.เฮอิโซ ไชโต "การปรับอากาศ" ดวงกลม จำกัด ๓๔๐ หน้า ๒๕๒๔

๕. ผศ. ศุภี บรรจงจิตร "หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง" ซีไอเคยูเคชั่น ๔๔๔ หน้า ๒๕๓๐

๖. ส.ไว ฐานิพานิชสกุล "หม้อแปลง" ฟันนี่ พับบลิชชิง ๒๕๔ หน้า ๒๕๔๕

๗. หนังสือคู่มืออุปกรณ์ต่างๆรวมทั้งผังระบบไฟฟ้าของศูนย์วัฒนธรรม