

การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด
Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิทช์ที่ความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

SOLVING THE PROBLEM OF GAS TURBINE AND HRSG TRIP FROM
HYDRAULIC DAMPER CLOSING BY THE SWITCHING TECHNIQUE
WITH LOW FREQUENCY CONTROL THE SOLENOID VALVE

สุรชาติ ธีรกริผล

SURACHART LEERAGREEPHOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1046-2

การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด
Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิตซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

SOLVING THE PROBLEM OF GAS TURBINE AND HRSG TRIP FROM
HYDRAULIC DAMPER CLOSING BY THE SWITCHING TECHNIQUE
WITH LOW FREQUENCY CONTROL THE SOLENOID VALVE

สุรชาติ ลีราษฎร์ผล
SURACHART LEERAGREEPHOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1046-2

**SOLVING THE PROBLEM OF GAS TURBINE AND HRSG TRIP FROM
HYDRAULIC DAMPER CLOSING BY THE SWITCHING TECHNIQUE
WITH LOW FREQUENCY CONTROL THE SOLENOID VALVE**

SURACHART LEERAGREEPHOL

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKOTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

ISBN 974-15-1046-2

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิตซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว
ชื่อนักศึกษา	นายสุรชาติ ลีรากรีผล
รหัสประจำตัว	44611631
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. พิพัฒน์ เลหาสงคราม

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอเทคนิคการแก้ปัญหาความร้อนที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิตซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว ได้ทำการทดลองติดตั้งวิจัยเก็บข้อมูลที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 และสามารถป้องกัน Gas Turbine Trip จากปัญหา Hydraulic Damper ปิดตัวไม่ทันเนื่องจากโซลินอยด์วาล์วขัดตัวและ HRSG Trip จากขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่ ซึ่งเทคนิคนี้มุ่งเน้นแก้ปัญหาที่ต้นเหตุโดยลดความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วนี้ได้จริง

Thesis Title : Solving the Problem of Gas Turbine and HRSG Trip From Hydraulic Damper Closing by the Switching Technique with Low Frequency Control the Solenoid Valve

Student : Mr. Surachart Leeragreephol

Student ID : 44611631

Degree : Master of Engineering

Programme : Instrumentation Engineering

Year : 2004

Thesis Advisor : Assoc. Prof. Phiphat Laohasongkram

ABTRACT

This paper addresses a technique to solve the problem of accumulated heat transfer in solenoid coil of the solenoid valve controlling hydraulic damper by using the switching technique with low frequency. For this experiment and research, the data was collected from South Bangkok Combined Cycle Power Plant Block II. This new method can result in saving the energy loss in solenoid coil. In addition, this technique aims to solve the fundamental problem by reducing direct heat transfer in solenoid coil of the solenoid valve and protecting complete gas turbine trip from the hydraulic damper closing failure and heat recovery steam generator (HRSG) trips from burnt solenoid coil of hydraulic damper.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและปรึกษาเกี่ยวกับแนวคิดหลัก การประยุกต์ใช้งานในการแก้ปัญหาอย่างแท้จริงจาก รศ.พิพัฒน์ เลหาสงคราม ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถแก้ปัญหาจนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์และคุณโอภาส น้าสมบูรณ์ ที่ช่วยเหลือเรื่องงานทดลองประกอบวงจรและงานเอกสารอื่นๆ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณสำนักงานวิจัยพัฒนา และคณะกรรมการงานประกวดสิ่งประดิษฐ์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาทุกท่านของฝ่ายบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพระนครใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้และให้คำปรึกษาในการนำงานวิจัยนี้ทดลองนำเข้าใช้งานตลอดจนให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้เพื่อเผยแพร่ต่อหน่วยงานอื่นทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีที่ได้นี้ให้แก่ บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรชาติ ลีรากริผล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VII
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	2
1.5 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 ขดลวดโซลินอยด์หรือขดลวดเหนี่ยวนำ.....	4
2.2.1 โครงสร้างขดลวดโซลินอยด์.....	4
2.2.2 เวลาคงตัวของขดลวดเหนี่ยวนำ RL	4
2.2.3 หลักการทำงานของขดลวดโซลินอยด์	5
2.3 โซลินอยด์วาล์ว.....	10
2.4 น้ำมันไฮดรอลิก.....	11
2.5 ระบบไฮดรอลิก	13
2.5.1 วงจรไฮดรอลิกเบื้องต้น.....	13
2.5.2 หลักการทำงานทั่วไป.....	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ระบบ Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม.....	14
3.1 บทนำ.....	14
3.2 การทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม.	14
3.3 ระบบการป้องกันของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม.....	16
3.4 ส่วนประกอบและหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบ Hydraulic Damper.....	18
3.5 ฟังก์ชันการทำงานของระบบ Hydraulic Damper.....	21
3.6 ปัญหาของชุด Hydraulic Damper.....	28
บทที่ 4 การออกแบบและหลักการทำงาน.....	29
4.1 บทนำ.....	29
4.2 วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์ว.....	29
4.2.1 หลักการทำงาน.....	29
4.2.2 ลำดับขั้นตอนการออกแบบวงจร.....	30
4.2.2.1 การหาค่าแรงดันควบคุมโซลินอยด์.....	31
4.2.2.2 การหาค่าความเหนียวนำและค่าความต้านทานของ ชุดวาล์วโซลินอยด์.....	31
4.2.2.3 การหาค่าคงตัวของชุดวาล์วโซลินอยด์.....	31
4.2.2.4 การหาค่าความถี่ใช้งานในการสับสวิทช์มอสเฟต.....	32
4.2.2.5 การหาค่าหน่วงเวลาของวงจร ไบอัสทรานซิสเตอร์.....	33
บทที่ 5 วงจรและผลการทดลอง.....	35
5.1 วงจรใช้งาน.....	35
5.2 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรใช้งาน.....	35
5.3 ชิ้นงานต้นแบบ.....	36
5.4 การเชื่อมต่อใช้งาน.....	36
6.5.1 หลักการใหม่.....	36
6.5.2 หลักการเดิม.....	36
5.5 ผลการทดลอง.....	37
5.5.1 หลักการใหม่.....	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 ข้อมูลประวัติ Plant Outage จากปัญหาชุด Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้า พลังความร้อนร่วม พระนครใต้ 2.....	38
6.1 บทนำ.....	38
6.2 ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นปี พ.ศ.2541.....	38
6.3 ข้อมูลการแก้ไขปัญหา ปี พ.ศ.2542-2543.....	40
6.4 ข้อมูลการแก้ไขปัญหา ปี พ.ศ.2544-2545.....	42
6.4.1 การติดตั้งชุดระบายความร้อนและชุด Exercise โซลินอยด์วาล์ว.....	42
6.5 การแก้ไขปัญหา ปี พ.ศ.2546 ถึงปัจจุบัน.....	47
6.5.1 เพิ่มเติมวงจรสวิตซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุม โซลินอยด์วาล์ว.....	47
6.6 สรุปผลการแก้ปัญหา.....	49
บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	74
ประวัติผู้เขียน.....	89

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

6.1	HRSO Trip เนื่องจากการปิดวาล์วไฮดรอลิก Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1).....	38
6.2	Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2).....	39
6.3	HRSO Trip เนื่องจากการปิดวาล์วไฮดรอลิก Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1) หลังการแก้ไข เปลี่ยนขนาดวาล์วไฮดรอลิกให้มีขนาดพิกัดสูงกว่าเดิม.....	40
6.4	Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2) หลังการแก้ไขเปลี่ยน ถ่ายน้ำมันและทำความสะอาดวาล์วเมื่อมีการหยุดเครื่องตามวาระ.....	41
6.5	HRSO Trip เนื่องจากการปิดวาล์วไฮดรอลิก Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1) หลังการแก้ไข โดยการติดตั้งชุดระบายความร้อนให้กับวาล์วไฮดรอลิก.....	44
6.6	Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2) หลังการแก้ไขโดย การ Exercise วาล์วไฮดรอลิกประจำ ทุกๆ เดือน.....	47
6.7	HRSO Trip เนื่องจากการปิดวาล์วไฮดรอลิก Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1) หลังการแก้ไข โดยการติดตั้งวงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมการทำงานวาล์วไฮดรอลิก.....	48
6.8	Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2) หลังการแก้ไขโดย โดยการติดตั้งวงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมการทำงานวาล์วไฮดรอลิก.....	48

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่	
2.1	แสดงโครงสร้างขดลวดโซลินอยด์ (ก) และสัญลักษณ์ของขดลวดโซลินอยด์ (ข).....4
2.2	กราฟมาตรฐานของ R_L5
2.3	แสดงการทำงานของขดลวดเหนี่ยวนำขณะไม่สับสวิตช์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง.....5
2.4	แสดงลักษณะการเกิดกระแส I_L ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ5
2.5	แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_1 ..6
2.6	แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_17
2.7	แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_1 เป็น t_2 ..7
2.8	แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_2 เป็น t_37
2.9	แสดงลักษณะการเกิดกระแสและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_2 เป็น t_3 ...8
2.10	แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L) เมื่อเวลาเปลี่ยนจาก t_2 เป็น t_38
2.11	แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L) เมื่อเวลาเปลี่ยนจาก t_0 เป็น t_39
2.12	แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้า (I_L) และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L)9
2.13	แสดงลักษณะโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว 10
2.14	แสดงโซลินอยด์วาล์วที่ติดตั้งใช้งานบนแท่นแมนิโฟลด์ 10
2.15	แผนภูมิการจำแนกชนิดของน้ำมันไฮดรอลิก12
2.16	อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกเบื้องต้น.....13
3.1	โครงสร้างของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม.....14
3.2	Damper Unit ชุด Hydraulic Damper15
3.3	ระบบการป้องกัน GasTurbine Trip จากการปิดของ Hydraulic Damper17
3.4	วาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Control Valve)และถังสะสมความดัน (Accumulator)19
3.5	โซลินอยด์วาล์วติดตั้งบนแท่นแมนิโฟลด์20
3.6	วงจรมันน้ำ (Flow Diagram) ของ Hydraulic Damper.....21
3.7	แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะก่อนเปิดเตรียมพร้อม22
3.8	แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเริ่มเปิด23
3.9	แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเปิดสุด24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเริ่มปิด	25
3.11 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะปิดสุด	26
3.12 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะปิดฉุกเฉิน.....	27
4.1 โครงสร้างของวงจรสวิทช์ซึ่งควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (ก) และ Timing Diagram (ข).....	30
4.2 วัดค่าอินดักทีฟของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว	31
4.3 กระแสและแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดโซลินอยด์	33
4.4 วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์.....	33
5.1 วงจรสวิตช์ซึ่งใช้งานชุดควบคุมโซลินอยด์วาล์ว.....	35
5.2 ชิ้นงานต้นแบบวงจรสวิทช์ซึ่งควบคุมโซลินอยด์วาล์ว.....	36
5.3 การเชื่อมต่อวงจรสวิทช์ซึ่งกับโซลินอยด์วาล์ว	36
5.4 การเชื่อมต่อชุดระบายความร้อนกับโซลินอยด์วาล์ว	36
5.5 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของขดลวดขนาดต่างๆ.....	37
6.1 การทดสอบคราบยางเหนียวโดยการให้ความร้อน.....	42
6.2 คราบยางเหนียวเกิดจากความร้อนสะสมในขดลวดโซลินอยด์วาล์ว.....	43
6.3 การระบายความร้อนของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว.....	43
6.4 วงจรไฟฟ้าเดิม และวงจรไฟฟ้าใหม่หลังปรับปรุง.....	45
6.5 วงจรน้ำมันไฮดรอลิกใช้งานปกติและวงจรน้ำมันขณะทำการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว.....	45
6.6 อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว 240 โวลต์ และ 24 โวลต์จ่ายกระแสไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง เปรียบเทียบกับขดลวดโซลินอยด์วาล์ว 24 โวลต์ควบคุมโดยวงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำ.....	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

ปัจจุบันความต้องการการใช้กระแสไฟฟ้าทั้งภาครัฐและเอกชนมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเศรษฐกิจที่ขยายตัว การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นองค์กรที่มีหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมจ่ายให้กับระบบซึ่งภาระกิจหลักของโรงไฟฟ้าคือการผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมจ่ายให้กับระบบแบบต่อเนื่องโดยปราศจากการหยุดเครื่องฉุกเฉิน (Trip หรือ Shutdown) ซึ่งการหยุดเครื่องแต่ละครั้งนั้นส่งผลให้โรงไฟฟ้าสูญเสียรายได้อย่างมาก และส่งผลให้อายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงตามมาด้วยซึ่งหมายถึงรายได้ลดลงเพราะฉะนั้นการดูแลให้อุปกรณ์ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิต ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานไม่เสียหายจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจุบันโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเป็นโรงไฟฟ้าที่นิยมสร้างเพื่อทดแทนแหล่งผลิตเดิมที่หมดอายุใช้งานหรือไม่พร้อมจ่ายกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการก่อสร้างใช้เวลาไม่มาก เดินเครื่องจ่ายโหลดให้กับระบบใช้เวลาสั้น ประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าชนิดอื่น

ที่ผ่านมาในอดีตและปัจจุบันพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุด Hydraulic Damper ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้านี้ เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในประเทศไทยหลายแห่งและยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้อง แบ่งเป็นปัญหาหลักได้ 2 ส่วนคือ (1) การขัดตัวของโซลินอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper เนื่องจากความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์ เมื่อวาล์วมีการขยับตัวจึงไม่สามารถขยับตัวได้ และเมื่อ HRSG Trip จึงทำให้ Damper เปิดค้างและปิดตัวลงมาไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ Gas Turbine Trip (2) ขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่ เนื่องจากความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์เป็นเวลานาน เป็นเหตุโซลินอยด์วาล์วทำงานผิดพลาด ทำให้ Damper ปิดตัวลงมา ส่งผลให้ HRSG Trip ซึ่งปัญหาทั้งสองนี้เดิมแก้ปัญหาโดยวิธีระบายความร้อนโดยใช้ลมจาก Service Air มารบายความร้อนซึ่งโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมส่วนใหญ่นิยมแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้พบว่าวิธีแก้ปัญหานี้ที่ปลายเหตุ

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นงานวิจัยที่ได้พัฒนาวิธีแก้ปัญหาคำร้อนที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาของระบบ Hydraulic Damper จึงได้ทำการพัฒนาออกแบบแก้ไขปรับปรุงและทำการทดลอง โดยเพิ่มวงจรสวิตซ์ความถี่ต่ำ 375 เฮิรตซ์ ด้วยการออกแบบวงจรลดระดับแรงดัน 24 โวลต์ ลงเหลือ 9 โวลต์ เพื่อควบคุมโซลินอยด์วาล์ว ขนาด 24 โวลต์ 40 วัตต์ โดยให้โซลินอยด์วาล์วได้รับแรงดันไฟตรง 24 โวลต์ ช่วงเวลาแรกซึ่งเป็นเวลาที่โซลินอยด์

วาล์วเริ่มขยับตัวเปิดหรือขยับตัวปิด หลังจากนั้น 5 วินาทีเมื่อวาล์วเปิดสุดหรือปิดสุดให้ควบคุมที่แรงดัน 9 โวลต์แทน ซึ่งสามารถรักษาค่าแรงวาล์วให้คงสภาวะนั้นตลอดเวลาโซลินอยด์วาล์วที่ทดลองนี้มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ และได้ทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเพิ่มเติมชุดดักลว้ที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 โดยเริ่มเก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น ออกแบบวงจรและนำเข้าใช้งานตลอดระยะเวลา 6 ปี ได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip จากชุด Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

จากปัญหาความร้อนสูงสะสมที่เกิดขึ้นกับขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วนี้ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ Gas Turbine และ HRSG Trip สามารถลดความร้อนสูงสะสมได้โดยการลดการจ่ายพลังงานให้กับโซลินอยด์วาล์วหลังจากที่โซลินอยด์วาล์วขยับตัวเปิดสุดหรือปิดสุด โดยการลดระดับแรงดันลงค่าหนึ่งให้สามารถรักษาสภาวะการทำงานของโซลินอยด์วาล์วให้ยังคงสภาวะปิดสุดหรือเปิดสุด

ซึ่งในการลดระดับแรงดันลงนี้ส่งผลให้กระแสที่ไหลผ่านโซลินอยด์วาล์วลดลงด้วย ความร้อนสะสมในขดลวดโซลินอยด์จะลดลงตาม ส่งผลทำให้ฉนวนขดลวดโซลินอยด์มีอายุการใช้งานนานขึ้น ปัญหาความร้อนสูงสะสมก็จะไม่เกิด ส่งผลให้โซลินอยด์วาล์วทำงานถูกต้อง

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ได้ทำการเก็บข้อมูลของปัญหาที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 ศึกษาวิธีแก้ปัญหาคำร้อนที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์วาล์ว โดยการพัฒนาปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบสร้างชิ้นงาน และทำการทดลองใช้งานจริงกับชุด Hydraulic Damper และเปรียบเทียบกับหลักการแก้ปัญหาเดิม ที่แก้ปัญหาโดยการติดตั้งชุดระบายความร้อนให้กับขดลวดโซลินอยด์วาล์ว โดยทดลองกับโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper ที่มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ และได้ทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเพิ่มเติมชุดดักลว้ที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 ซึ่งการทดลองเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลา 6 ปี

1.5 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การลดระดับแรงดันที่จ่ายให้กับโซลินอยด์วาล์วนี้ อาศัยและประยุกต์ใช้หลักการเปลี่ยนระดับแรงดันไฟกระแสตรงจากค่าหนึ่งให้เป็นแรงดันไฟตรงอีกค่าหนึ่งโดยอาศัยการปิด-เปิดวงจรที่ใช้สวิตช์ให้เป็นจังหวะอันมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตที่ได้เป็นแรงดันเฉลี่ย (Average Voltage) ที่มีค่าต่ำด้วยการควบคุมระยะเวลาในการสวิตช์

1.6 ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์

งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหความร้อนสะสมสูงที่เกิดกับโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper หรือโซลินอยด์วาล์วระบบอื่นๆ ที่มีการทำงานแบบจ่ายพลังงานต่อเนื่อง ซึ่งสามารถลดการจ่ายพลังงานที่ไม่จำเป็น และป้องกันการทำงานที่ผิดพลาดของโซลินอยด์วาล์วได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย คือทฤษฎีขดลวดโซลินอยด์หรือขดลวดเหนี่ยวนำ โซลินอยด์วาล์ว น้ำมันไฮดรอลิก ความรู้เบื้องต้นนิยามและความหมายของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับระบบไฮดรอลิก และวงจรเบื้องต้นก่อนที่เข้าสู่ระบบ Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมซึ่งมีความสลับซับซ้อน จะเห็นว่าในงานอุตสาหกรรมการเคลื่อนที่ของชิ้นหนึ่งที่มีน้ำหนักและใช้แรงจำนวนมาก นิยมใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นตัวส่งผ่านพลังงานในรูปแบบของไหล ฉะนั้นควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย หน้าที่การทำงานเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกก่อน

2.2 ขดลวดโซลินอยด์หรือขดลวดเหนี่ยวนำ

2.2.1 โครงสร้างของขดลวดโซลินอยด์

ขดลวดโซลินอยด์หรือขดลวดเหนี่ยวนำ หมายถึงภาระไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไว้ในขดลวดเหนี่ยวนำของตัวเอง มีโครงสร้างพื้นฐานดังรูป



(ก) ขดลวดเหนี่ยวนำ



(ข) สัญลักษณ์

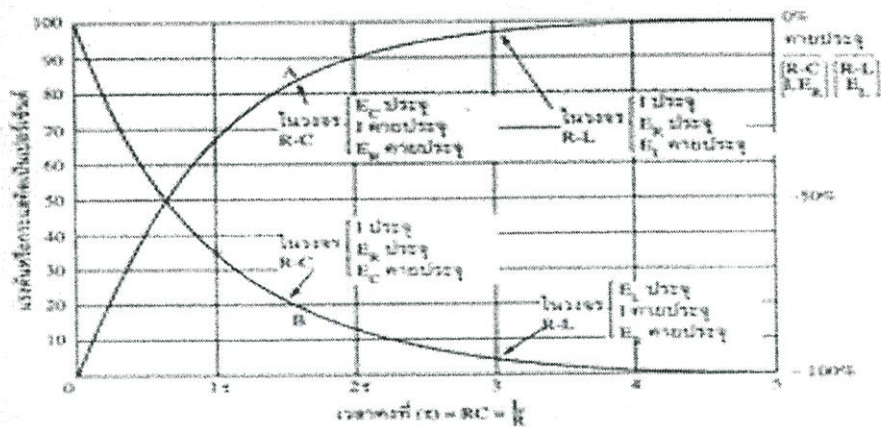
รูปที่ 2.1 แสดง โครงสร้างขดลวด โซลินอยด์ (ก) และสัญลักษณ์ของขดลวด โซลินอยด์ (ข)

2.2.2 เวลาคงตัวของขดลวดเหนี่ยวนำ RL

เวลาคงของขดลวดเหนี่ยวนำที่ใช้ R_L (R_L Time Constant) ก็คือค่าที่มีผลมาจากอัตราส่วนระหว่างค่าอินดักแตนซ์ของขดลวด (L) มีหน่วยเป็นเฮนรี (H) หารด้วยค่าความต้านทานของตัวต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) หาได้จากสมการ

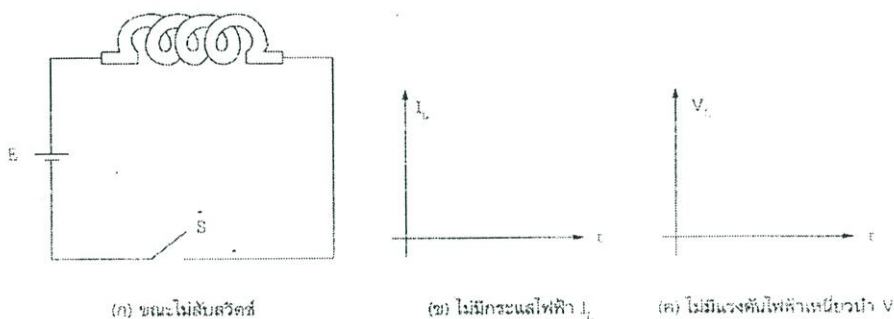
$$\tau = \frac{R}{L} \text{ Sec} \quad (2.1)$$

โดยที่ τ = เวลาคงตัว (Tme Constant) มีหน่วยเป็นวินาที (Second)



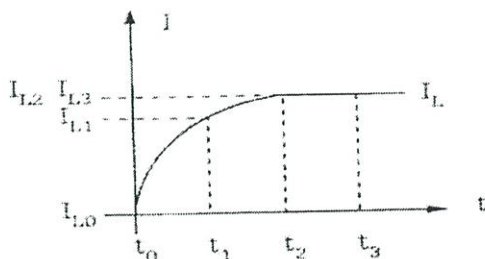
รูปที่ 2.2 กราฟมาตรฐานของ R_L

2.2.3 หลักการทำงานของขดลวดโซลินอยด์



รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของขดลวดเหนี่ยวนำขณะไม่สับสวิตช์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 2.3 เป็นการทำงานของวงจร ขณะยังไม่สับสวิตช์ต่อขดลวดเหนี่ยวนำเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง จะไม่มีกระแสไฟฟ้า I_L ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ V_L ในขดลวดเหนี่ยวนำ



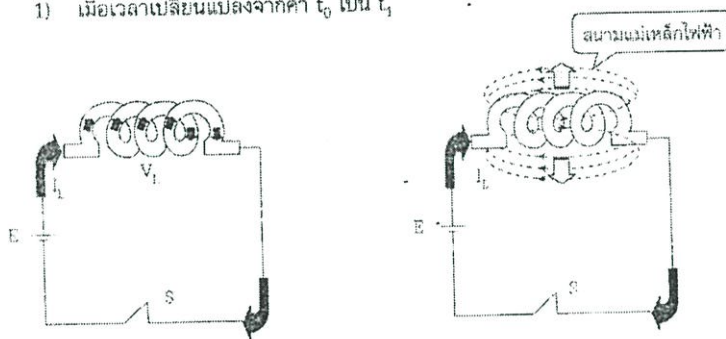
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเกิดกระแส I_L ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ

จากรูปที่ 2.4 เมื่อเริ่มสับสวิตช์ S ลงมาทำให้ครบวงจร จึงมีกระแสไฟฟ้า I_L ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ กระแสไฟฟ้า I_L นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนถึงค่าสูงสุดและจะมีค่าสูงสุดคงที่ตลอดไป ดังเช่น เปลี่ยนจากค่า I_{L0} เป็นค่า I_{L1} I_{L2} และ I_{L3} ที่เวลา t_0 เป็นเวลา t_1 t_2 และ t_3 ตามลำดับ โดยกระแสไฟฟ้าจะมีค่าคงที่และมีค่าเท่ากับ I_{L2} ตลอดไปหลังจากเวลา t_2 ระยะเวลาระหว่าง $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$ และ $t_3 - t_4$ มีค่าเท่ากันตลอด

กระแสไฟฟ้า I_L ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารอบขดลวดเหนี่ยวนำเปลี่ยนแปลงขยายตัวเพิ่มขึ้น และเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดเหนี่ยวนำดังรูป 2.5 โดยพิจารณาทีละขั้นดังนี้

1) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจากค่า t_0 เป็น t_1

1) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจากค่า t_0 เป็น t_1



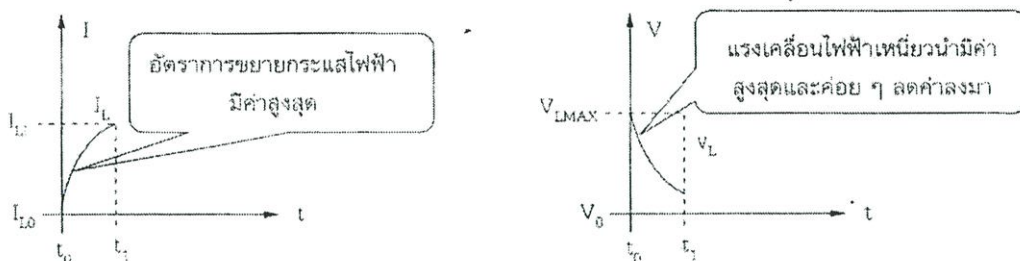
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_1

เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจากค่า t_0 เป็น t_1 กระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนแปลงจากค่า I_{L0} เป็นค่า I_{L1} กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตัดขดลวดเหนี่ยวนำซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L) โดยขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า (Δi) ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลา (Δt) ดังสมการที่ข้างล่าง

$$V_L \approx \frac{(\Delta I)}{\Delta t} \quad (2.2)$$

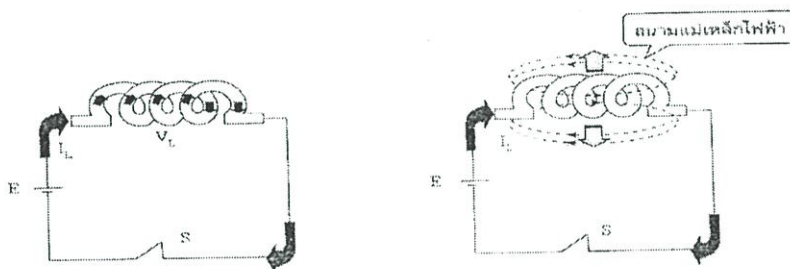
$$V_L \sim \frac{(I_{L1} - I_{L2})}{(t_1 - t_2)} \quad (2.3)$$

จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาเปลี่ยนจากค่า t_0 เป็น t_1 นั้นกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงค่ามากที่สุด จึงทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงขยายตัวตัดขดลวดเหนี่ยวนำมากที่สุด ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดเหนี่ยวนำมีค่ามากที่สุดด้วยและจะค่อยๆ มีค่าลดลงเพราะอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าต่อเวลามีค่าลดลงเรื่อยๆ ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_1

2) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก ค่า t_1 เป็น t_2

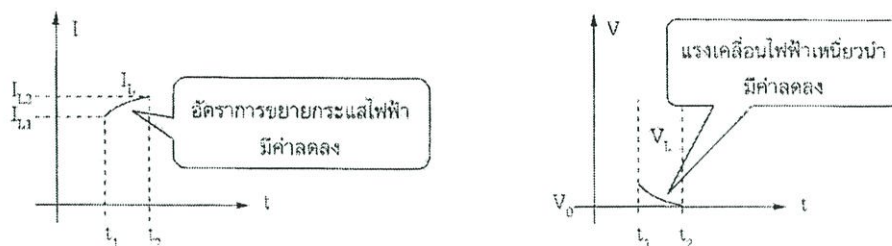


รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_1 เป็น t_2

เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_1 เป็น t_2 กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงจาก I_{L1} เป็น I_{L2} กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง (Δi) นี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงด้วยผลลวดเหนี่ยวนำซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โดยขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีค่าลดลงเนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลา มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลา t_0 เป็น t_1 ซึ่งเป็นตามสมการข้างล่าง

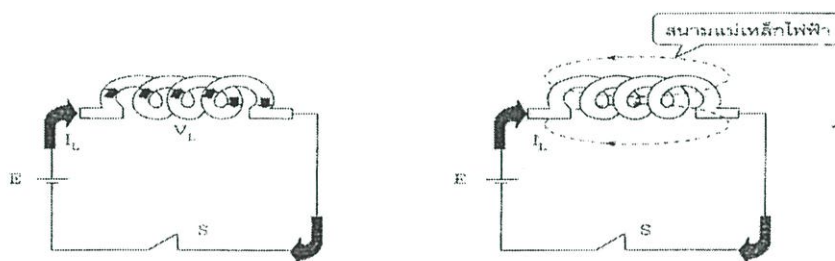
$$V_L \sim \frac{(\Delta I)}{(\Delta T)} \quad (2.4)$$

$$V_L \sim \frac{(I_{L2} - I_{L1})}{(t_2 - t_1)} \quad (2.5)$$



รูป 2.8 แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_2 เป็น t_3

3) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจากค่า t_2 เป็น t_1

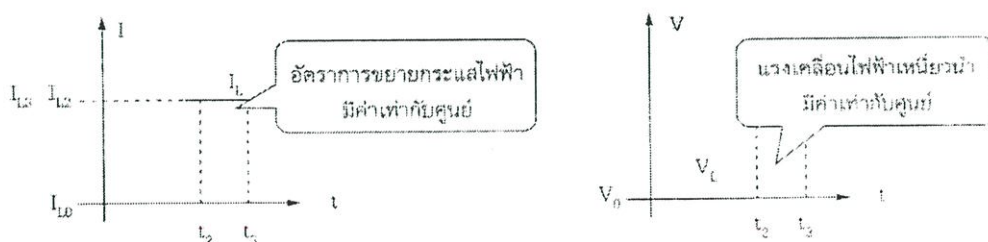


รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการเกิดกระแสและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_2 เป็น t_3

เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจากค่า t_2 เป็น t_3 กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงจากค่า I_{L2} เป็น I_{L3} แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ΔI จะมีค่าคงที่ ทั้งนี้เพราะว่า I_{L2} มีค่าเท่ากับ I_{L3} ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงไม่ตัดกับขดลวดเหนี่ยวนำ จึงไม่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ V_L หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 V ดังสมการข้างล่าง

$$V_L \sim \frac{(I_{L3} - I_{L2})}{(t_3 - t_2)} \quad (2.6)$$

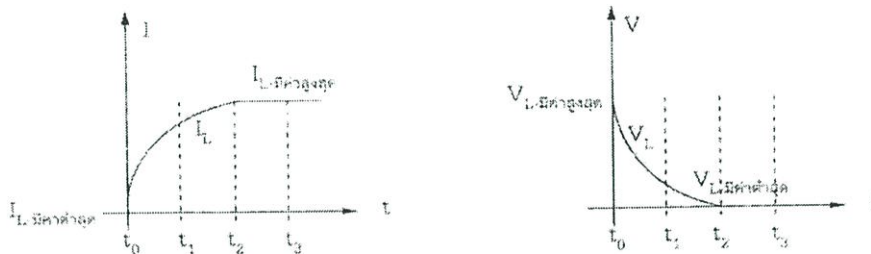
$$V_L \sim \frac{(0)}{(t_3 - t_2)} = 0V \quad (2.7)$$



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L) เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_2 เป็น t_3

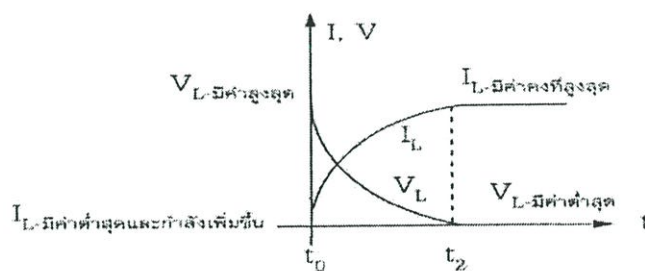
จะเห็นว่าเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงจาก t_0 เป็น t_1, t_2 และเป็น t_3 ตามลำดับจะทำให้กระแสไฟฟ้า I_L ที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและจะมีค่าคงที่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง กระแสไฟฟ้า I_L จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในขดลวดเหนี่ยวนำ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและจะมีค่าคงที่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งเช่นเดียวกัน

การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดเหนี่ยวนำ โดยแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีค่าสูงสุด (เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงสุด) แล้วค่อยๆ ลดค่าลงมาถึงค่าต่ำสุด เวลา (เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้ามีค่าต่ำสุดหรือไม่เปลี่ยนแปลง)



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L) เมื่อเวลาเปลี่ยนจาก t_0 เป็น t_3

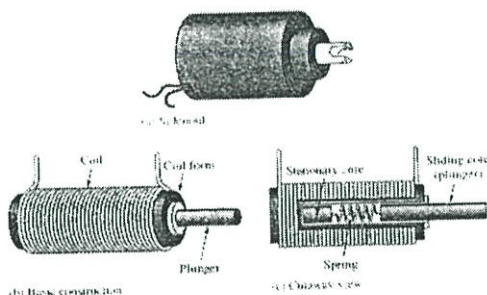
สรุป หลักการทำงานของขดลวดเหนี่ยวนำ ได้ว่าเมื่อกระแสไฟฟ้า I_L มีค่าต่ำสุดและกำลังจะเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ V_L มีค่าสูงสุด แต่เมื่อกระแสไฟฟ้า I_L มีค่าคงที่ที่ค่าสูงสุดจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ มีค่าต่ำสุด V_L ดังรูป 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้า (I_L) และแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V_L)

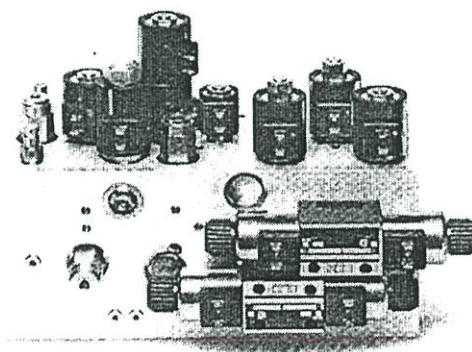
2.3 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์วเป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อให้แกนเหล็กเคลื่อนหรือตัวกระทุ้งเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง การเคลื่อนที่นี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่างคือ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและแรงสปริงทางกล



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์วประกอบด้วยขดลวดพันรอบแกนเหล็กทรงกระบอก, แกนเหล็กอยู่กับที่ (Stationary Core) ซึ่งติดตั้งที่ปลายแกนเหล็กกลางและแกนเหล็กเลื่อนหรือตัวกระทุ้ง ซึ่งถูกสปริงไปยังแกนเหล็กอยู่กับที่ เมื่อไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด แสดงว่าไม่ได้ให้พลังงาน (De-Energized) ตัวกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งปกติปิด เพราะไม่มีแรงดึงดูดหรือแรงผลักดันระหว่างแกนเหล็กอยู่กับที่และแกนเหล็กเลื่อน เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดหรือให้พลังงาน (Energized) จะเกิดแรงดึงดูดระหว่างขั้วได้ของแกนเหล็กอยู่กับที่กับขั้วเหนือของแกนเหล็กเลื่อน ส่งผลให้แกนเหล็กเคลื่อนที่เข้าด้านในของแกนเหล็ก จากหลักการทำงานของโซลินอยด์ จึงนำโซลินอยด์ไปใช้งานเปิด-ปิดวาล์วควบคุมน้ำมันในระบบไฮดรอลิก ซึ่งจะติดตั้งอยู่บนแท่นแมนิโพลด์ ซึ่งโซลินอยด์วาล์วนี้จะต้องสัมผัสกับน้ำมันตลอดเวลา



รูป 2.14 แสดงโซลินอยด์วาล์วที่ติดตั้งใช้งานบนแท่นแมนิโพลด์

2.4 น้ำมันไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของระบบ ถ้าเลือกใช้ น้ำมันไฮดรอลิกผิดประเภทหรือไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์ในระบบตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ และถึงแม้ว่าจะเลือกใช้ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกได้ อย่างถูกต้องแล้วก็ตาม ในขณะที่ใช้งานก็ยังคงต้องดูแลบำรุงรักษาน้ำมันไฮดรอลิกให้อยู่ในสภาพดี คือ สะอาด อุณหภูมิเหมาะสม และเปลี่ยนใหม่เมื่อถึงอายุการใช้งานรวมทั้งตรวจสอบให้มึ้น้ำมันไฮดรอลิก อยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับการใช้งานในระบบอย่างสม่ำเสมอ ระบบจึงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำมันไฮดรอลิกเป็นหัวใจของระบบไฮดรอลิก ซึ่งทำหน้าที่หลัก ๆ 4 ประการ

1 การส่งผ่านกำลังงานน้ำมันไฮดรอลิกทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งในระบบ เพื่อแลกเปลี่ยนกำลังงานของของไหลให้เป็นกำลังงานกลโดยไม่เกิดความต้านทานการไหลในระบบมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียกำลังงานมากและน้ำมันไฮดรอลิกจะต้องไม่ยุบตัวตามตามดันมากเกินไปขณะทำงาน

2 การหล่อลื่นน้ำมันไฮดรอลิกทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหล่อลื่น และลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ที่สัมผัสกันเช่น ฟิล์มของน้ำมันไฮดรอลิกช่วยหล่อลื่นและลดการเสียดสีของผิวสัมผัสระหว่างแกนวาล์วกับผนังภายในตัววาล์วแผ่นฟิล์มน้ำมันดังกล่าว จะต้องมีความข้นใสพอเหมาะที่จะแทรกซึมเข้าไปในรูเล็กๆและบริเวณรอยต่อของชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์ได้ และสามารถลดน้ำหนักแรงเสียดทาน

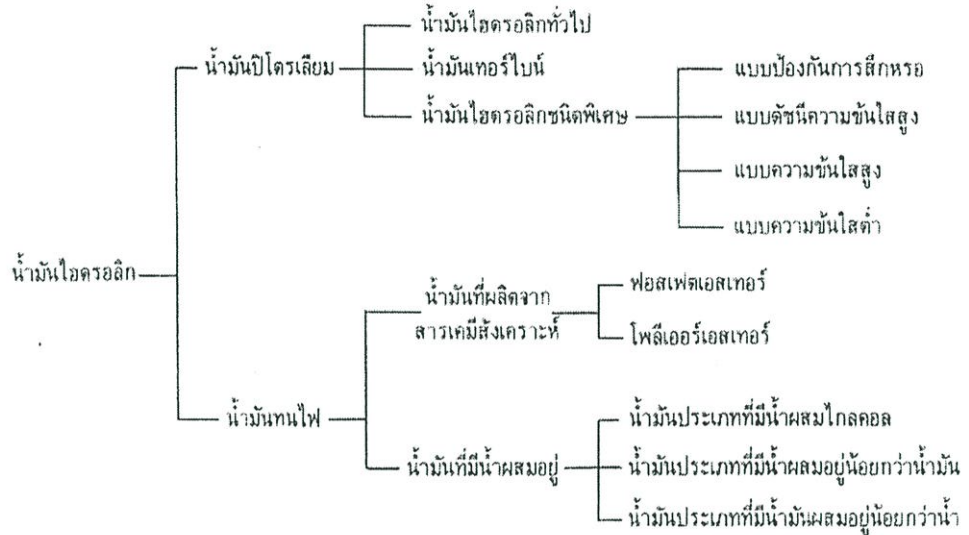
3 การซีลน้ำมันไฮดรอลิกจะทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันการรั่วซึมภายในให้น้อยที่สุด เมื่อมีความดันเกิดขึ้นในระบบ เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส่วนมากจะออกแบบให้มีการซีลแบบโลหะต่อโลหะ และทำหน้าที่เป็นตัวซีลนี้จะขึ้นอยู่กับความข้นใสของน้ำมันไฮดรอลิกแต่ละชนิดด้วย

4 การระบายความร้อนน้ำมันไฮดรอลิกจะช่วยระบายความร้อนของระบบโดยการไหลเวียนในขณะที่ทำงานซึ่งจะรับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ อันเนื่องมาจากการสูญเสียกำลังงานในระบบสู่อากาศและแผ่กระจายความร้อนนั้นผ่านผนังของถังพัก เมื่อไหลสู่ถังพัก

น้ำมันไฮดรอลิกมีให้เลือกใช้มากมายหลายชนิด การเลือกใช้ให้ถูกต้องจะต้องพิจารณาถึงวิธีการทำงานของระบบเป็นหลักรวมทั้งสภาพการทำงานของเครื่องจักรเป็นหลักด้วย โดยทั่วไปน้ำมันไฮดรอลิกถูกจัดแบ่งตามลักษณะการผลิตตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้ 2 ประเภทคือ ประเภทน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันแร่และประเภทน้ำมันทนไฟ น้ำมันไฮดรอลิกที่กลั่นจากน้ำมันแร่จะมีความข้นใสใกล้เคียงกับน้ำมันเทอร์ไบน์ และประกอบด้วยส่วนผสมที่มีคุณสมบัติที่จำเป็นและต้องการในน้ำมันไฮดรอลิก ดังนั้นน้ำมันแร่และน้ำมันเทอร์ไบน์จึงเหมาะสำหรับระบบไฮดรอลิกทั่วไป แต่สำหรับระบบที่อยู่ในสภาพที่มีการรั่วและการทำงานในอุณหภูมิสูงหรือน้ำมันระเหยได้ซึ่งอาจเกิดจากการเผ่าไหม้ได้ ควรจะใช้น้ำมันไฮดรอลิกประเภทน้ำมันทนไฟ ซึ่งมีคุณสมบัติทาง

เคมีและฟิสิกส์แตกต่างจากน้ำมันปิโตรเลียมส่วนความสามารถในการทนไฟนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันทนไฟที่ใช้กับระบบ

น้ำมันไฮดรอลิกประเภทน้ำมันปิโตรเลียมและน้ำมันทนไฟสามารถแบ่งออกได้อีกหลายชนิด ซึ่งประเภทที่นิยมใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมแสดงดังแผนภูมิรูป 2.15



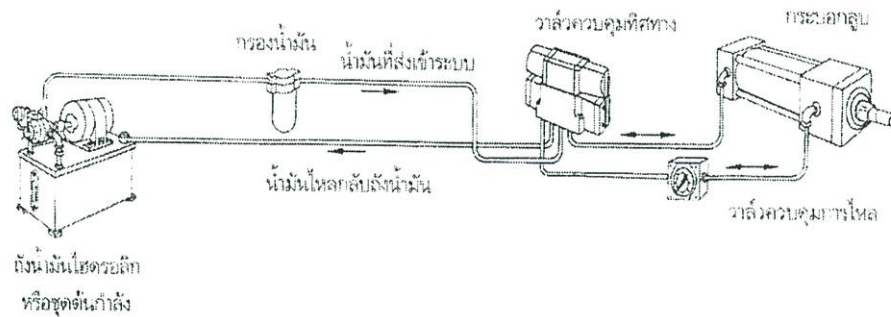
รูป 2.15 แผนภูมิการจำแนกชนิดของน้ำมันไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้กับระบบ Hydraulic Damper นี้เป็นน้ำมันทนไฟประเภทน้ำผสมไกลคอลน้ำมันประเภทนี้ประกอบด้วยน้ำ 35-40 เปอร์เซ็นต์เพื่อเป็นสารด้านการติดไฟไกลคอลและสารประกอบจากน้ำที่เป็นขางเหนียวจะทำให้เกิดความหนืด ดังนั้นเมื่อน้ำมันไฮดรอลิกบริเวณโซลินอยด์วาล์วได้รับอุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำที่ผสมอยู่ในน้ำมันระเหย และไอน้ำมันบริเวณดังกล่าวจะกลายเป็นขางเหนียวแข็งไปอุดตันการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งวาล์วที่มีผลกระทบต่อระบบ Hydraulic Damper มีชื่อว่า Drain Control Valve เป็นเหตุให้ Drain Control Valve ชักตัวเมื่อ HRSG Trip ส่งผลทำให้ Gas Turbine Trip

2.5 ระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกคือระบบที่ทำการส่งและควบคุมแรงดัน และการเคลื่อนที่โดยของไหล ซึ่งใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการส่งผ่านพลังงาน อธิบายให้ง่ายต่อความเข้าใจโดยใช้วงจรน้ำมันไฮดรอลิกเบื้องต้น (Flow diagram)

2.5.1 วงจรไฮดรอลิกเบื้องต้น



รูปที่ 2.16 อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกเบื้องต้น

2.5.2 หลักการทำงานทั่วไป

เริ่มจากถังน้ำมันไฮดรอลิก จะมีท่อคูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิกจุ่มอยู่ในถังน้ำมัน ที่ปลายของท่อคูดจะมีกรองน้ำมันไฮดรอลิกทำหน้าที่กรองน้ำมันสะอาดก่อนที่จะส่งเข้าไปยังปั๊มไฮดรอลิก เมื่อปั๊มไฮดรอลิกหมุนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะคูดน้ำมันแล้วส่งน้ำมันที่คูดได้นี้ไปยังวาล์วควบคุมทิศทางหรือส่งเข้าไปในระบบ และอีกทางหนึ่งส่งเข้าไปยังวาล์วควบคุมความดันโดยผ่านเกจวัดความดันน้ำมัน

เมื่อน้ำมันถูกส่งมาที่วาล์วควบคุมทิศทาง ก็จะไหลผ่านช่อง P กลับไปยังถังน้ำมันทางช่อง T จึงทำให้ปั๊มส่งน้ำมันโดยไม่มีไหลคมากกระทำกับน้ำมันไฮดรอลิก แต่เมื่อวาล์วควบคุมด้านเปิดทำงาน ทำให้น้ำมันจากช่อง P ต่อกับช่อง A และ B ต่อกับ T จะทำให้กระบอกสูบวิ่งออก เมื่อกระบอกสูบวิ่งออกจะดันให้น้ำมันไฮดรอลิกด้านก้านสูบไหลออกทางช่อง B ผ่านช่อง T และกลับถึงพัก

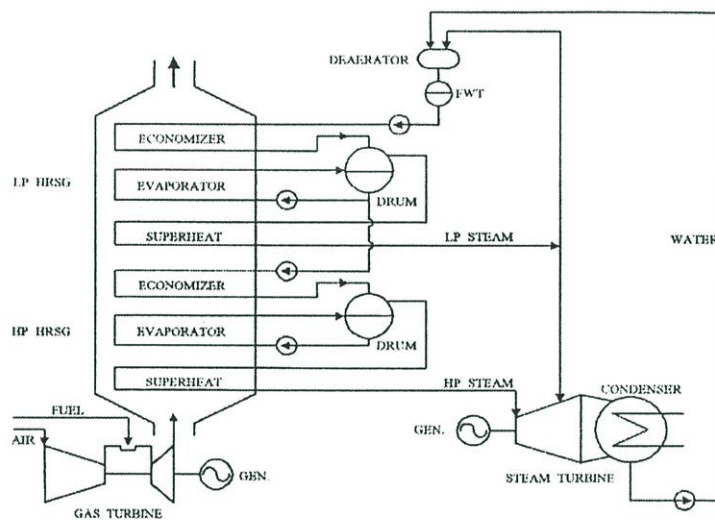
ส่วนวาล์วควบคุมแรงดันนั้น จะทำหน้าที่เปิดให้ความดันน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊มไหลออกกลับไปยังถังน้ำมันอย่างเดิม ถ้าความดันของน้ำมันนั้นสามารถชนะแรงสปริงของวาล์วนี้ได้ ฉะนั้นถ้าข้มือปรับของวาล์วควบคุมความดันให้สปริงมีความแข็งมากขึ้น ความดันของน้ำมันก็จะมากตามไปด้วย

บทที่ 3

ระบบ Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

3.1 บทนำ

บทนี้จะพูดถึงโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม หลักการทำงาน ส่วนประกอบสำคัญ หน้าที่ และปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุด Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งระบบ Hydraulic Damper เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 1 GasTurbine ,1 HRSG ,1 Steam Turbine

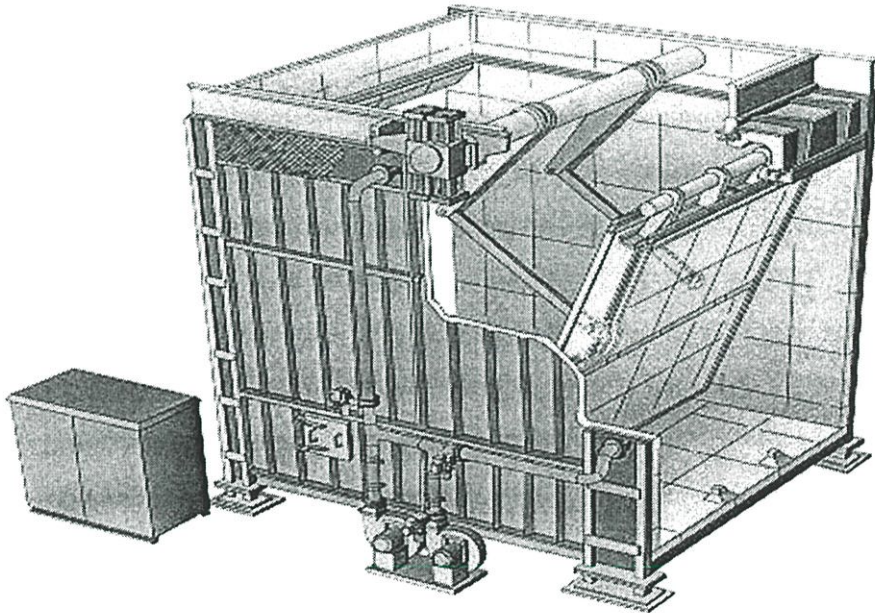
3.2 หลักการทำงาน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 (South Bangkok Combined Cycle Power Plant II) ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันแก๊ส (Gas Turbine) 2 เครื่องๆ ละ 200 MW และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam Turbine) 1 เครื่องๆ ละ 200 MW ที่ประกอบด้วยหม้อกำเนิดไอน้ำ (Heat Recovery Steam Generator) 2 เครื่อง รวมกำลังผลิต 600 MW

ชุด Hydraulic Damper เป็นชุดที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดของ Damper เพื่อนำความร้อนจาก Exhaust Gas ที่เหลือใช้จากเครื่องจักรกังหันก๊าซซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 550 องศาเซลเซียส (°C) และมีปริมาณก๊าซร้อนมากพอด้านเข้าไปในBoilerหรือที่เรียกว่า HRSGกลับมาใช้ในขบวนการผลิตไอน้ำในที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงเพื่อขับเครื่องกำเนิดกังหันไอน้ำ

การเปิด Damper จะเปิดเป็นช่วงเวลาเพื่อเพิ่มอุณหภูมิใน HRSG (Heat Recovery Steam Generator) ขึ้นอย่างพอเหมาะไม่ให้ Temperature Gradient เกินกว่าค่าที่กำหนดทำให้ไม่เกิด Thermal Stress ซึ่ง Thermal Stress นี้จะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง นอกจากนี้อุณหภูมิที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นนี้จะมีผลทำให้ความดันภายใน HRSG เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมด้วย ตัวแปรที่ใช้ควบคุมการเปิด Damper ที่สำคัญประกอบด้วย Drum Pressure และ Exhaust Gas Temperature

ซึ่งก่อนทำการเปิด Hydraulic Damper จะต้องเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับระบบต่างๆ ให้พร้อม เช่น ระบบเติมน้ำ (Feed Water System) ที่นำไปใช้ในการผลิตไอน้ำและระบบช่วยเหลือสนับสนุนเตรียมความพร้อมก่อนการเดินเครื่อง (Balance of Plant) ซึ่งก็หมายความว่าต้องเตรียมระบบ HRSG ให้พร้อมก่อนที่จะทำการเปิด ซึ่งในการเปิด Damper ต้องค่อยๆ เปิดโดยดูค่าอุณหภูมิที่ Exhaust Temperature โดยเวลาเปิดจะต้องลดโหลดของ Gas Turbine ปกติจะเริ่มเปิดเมื่อโหลด Gas Turbine 20 MW ซึ่งต้องเป็นไปตามเงื่อนไขและข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต



รูปที่ 3.2 Damper Unit ชุด Hydraulic Damper

3.3 ระบบการป้องกัน (Unit Protection)

ระบบป้องกันนี้ทำหน้าที่สั่งหยุดอุปกรณ์ฉุกเฉิน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ในระบบ เมื่อมีการตรวจสอบสภาพการทำงานที่ผิดปกติ Unit Protection จะเชื่อมโยงการทำงาน ของ Gas Turbine , HRSG, Steam Turbine เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถหยุดอุปกรณ์หลักที่จะส่งผลกระทบต่อเนื่องมาได้ เช่น Gas Turbine Trip 1 Unit ก็จะสั่งให้ HRSG Trip ทำให้ Steam Turbine ลดโหลดเหลือ 50 % ถ้า Gas Turbine Trip ทั้งสอง Unit ก็จะสั่งให้ HRSG Trip และหลังจาก HRSG Trip ทั้งสองตัวแล้ว ก็จะสั่ง Steam Turbine Trip ตามไปด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ Steam ที่มีค่า Pressure และ Temperature ไม่มีสถานะที่เหมาะสมเข้าสู่ตัว Turbine ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อส่วนต่างๆ ของตัว Turbine

3.3.1 ระบบป้องกันเครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine Protection)

ระบบการป้องกันความเสียหายของเครื่อง Steam Turbine มีอยู่ด้วยกันอยู่หลายส่วนหลายสัญญาณ เช่น Over speed Trip, Circulating Water System Trip เมื่อเกิดมีสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งเกิดขึ้นระบบป้องกันจะทำการสั่ง Trip เครื่อง Steam Turbine ถ้า Steam Turbine 1 Unit 200 MW

3.3.2 ระบบป้องกันหม้อน้ำ (HRSG Protection)

ระบบการป้องกันความเสียหายของเครื่อง HRSG มีอยู่ด้วยกันอยู่หลายส่วนหลายสัญญาณ เช่น High Pressure Drum Level Low Trip, Steam Flow System Trip, Feed Water Flow System Trip เมื่อเกิดมีสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งเกิดขึ้นระบบป้องกันจะทำการสั่ง Trip เครื่อง HRSG โดยสัญญาณสั่ง Train A Trip และ Train B Trip สั่งให้ Damper ปิดตัวลงมาเพื่อตัดวงจร Exhaust Gas ออกเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับท่ออุณหภูมิในตัว HRSG ผลตามมามีคือ ทำให้ Steam Turbine ลดโหลด ถ้า HRSG Trip 1 Unit 100 MW ส่งผลให้ Steam Turbine ลดโหลด 50 % คือ 100 MW รวม 100 MW แต่ ถ้า HRSG Trip 2 Unit 200 MW ส่งผลให้ Steam Turbine ลดโหลด 100 % คือ 200 MW รวม 600 MW

3.3.3 ระบบป้องกันเครื่องกังหันแก๊ส (Gas Turbine Protection)

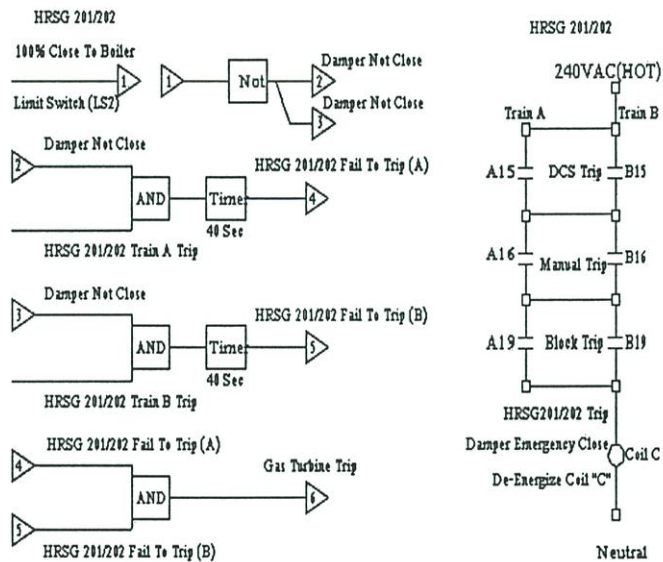
ระบบการป้องกันความเสียหายของเครื่อง Gas Turbine มีอยู่ด้วยกันอยู่หลายส่วนหลายส่วนด้วยสัญญาณ เช่น Over Speed Trip, Exhaust Temperature High, Fuel Gas Pressure Low, HRSG Trip และ Damper ปิดใช้เวลามากกว่า 40 วินาที เมื่อเกิดมีสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งเกิดขึ้นระบบป้องกันจะทำการสั่ง Trip เครื่อง Gas Turbine ผลตามมามีคือ HRSG ก็จะ Trip ตามเนื่องจากตัว HRSG นี้ต้องใช้ Exhaust Gas ที่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 550° C ที่เหลือใช้จากเครื่อง Gas Turbine เมื่อ Gas Turbine Trip ไม่สามารถเดินเครื่องได้ทำให้อุณหภูมิของ Exhaust Gas ลดลง HRSG

ไม่สามารถผลิตไอน้ำในส่วนของ Steam Turbine ทำให้ Steam Turbine Trip ถ้า Gas Turbine Trip 1 Unit 200 MW ส่งผลให้ Steam Turbine ลดโหลด 50 % คือ 100 MW รวม 300 MW

แต่ถ้า Gas Turbine Trip 2 Unit 400 MW ส่งผลให้ Steam Turbine ลดโหลด 100 % คือ 200 MW รวม 600 MW

ในการ Trip ขณะจ่ายโหลดสูงๆ หรือขณะเดิน Peak Load จะส่งผลให้ระบบส่งจ่ายเกิดการแกว่งตัวของ Frequency และการจ่ายโหลดรวมของระบบได้

ดังนั้นจะเห็นว่า ระบบ Hydraulic Damper เป็นระบบซึ่งมีความสำคัญต่อเครื่อง Gas Turbine และ HRSG (Heat Recovery Steam Generator) อย่างมากเพราะว่าถ้าหากระบบ Hydraulic Damper ทำงานผิดพลาดก็อาจส่งผลต่อเครื่องจักรดังกล่าวเพื่อป้องกันการความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น อุปกรณ์ของเครื่องจักร จึงต้องมีการออกแบบระบบป้องกันซึ่งระบบป้องกันมีฟังก์ชันการทำงานอธิบายได้ดังแบบข้างล่าง



รูปที่ 3.3 ระบบการป้องกัน GasTurbine Trip จากการปิดของ Hydraulic Damper

อธิบาย : วงจรด้านขวาแสดงสัญญาณที่สั่งให้โซลินอยด์วาล์วที่ชื่อ “ Drain Control valve หรือ Coil C ” มีด้วยกัน 3 ส่วนที่สามารถทำให้ Drain control valve ทำงาน (De-Energize) คือ สัญญาณ Block Trip (Gas Turbine ชุดที่1 และ Gas Turbine ชุดที่ 2 และ Steam Turbine Trip) หรือ สัญญาณ HRSG Trip จากระบบควบคุม DCS หรือสัญญาณ HRSG Trip จาก Manual Trip ใดๆอย่างหนึ่ง ทั้ง Train A และ Train B พร้อมกันถึงจะทำให้ Drain Control Valve ทำงานสั่งให้ Drain Valve เปิดและส่งผลให้ Damper ปิดตัวลงมาทันทีภายในเวลาที่กำหนด

อธิบาย : วงจรด้านซ้าย แสดงเมื่อมีสัญญาณ HRSG Trip ทั้ง Train A และ Train B เกิดขึ้น Damper ปิดตัวลงมาจะมีสวิทช์บอกตำแหน่งด้านปิดสุด (Limit Switch)เป็นตัวตรวจจับสัญญาณภายในเวลา 40 วินาที ถ้าไม่ทำงานจะมีคำสั่งให้ Gas Turbine Tripทันที

3.4 ส่วนประกอบและหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบ Hydraulic Damper

3.4.1 มอเตอร์/ปั๊มหลัก (Main Pump หรือ PU1)

มอเตอร์ เป็นขนาด 21 KW ขับปั๊มซึ่งเป็นปั๊มหลัก มีอัตราการไหล 57 ลิตรต่อนาที ที่ความดัน 160 Bar มีตัวกรองน้ำมันถูกติดตั้งที่ด้านเอาต์พุตของปั๊ม ซึ่งเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้ ปั๊มหลักนี้คืออุปกรณ์สร้างการไหล (Flow) เมื่อการไหลถูกกีดขวางทำให้เกิดความดัน (Pressure) ถ้าการกีดขวางการไหลมากขึ้นก็เกิดความดันมากขึ้น ทำนองเดียวกันถ้าสิ่งกีดขวางการไหลน้อยลงก็เกิดความดันน้อย เมื่อปั๊มดูดน้ำมันจากถังน้ำมันจะส่งเข้าไปในระบบโดยผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) และที่จุดนี้น้ำมันสามารถไหลกลับลงถังน้ำมันหรือไหลเข้าไปในระบบได้ ถ้าให้น้ำมันไหลเข้าไปในระบบเพื่อนำไปใช้งานนั้น จะทำให้น้ำมันมีความดันเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับกรีดขวางมากหรือน้อย ซึ่งปั๊มหลักนี้มีหน้าที่หลักเป็นตัวจ่ายน้ำมัน Hydraulic ให้กับการเปิด-ปิด Damper และยังมีปั๊มสำรอง (Backup Pump หรือ PU2) ทำหน้าที่เป็นปั๊มสำรอง กรณีเกิดการเสียใช้งานไม่ได้ของปั๊มหลักแรงดันเอาต์พุตของปั๊มสามารถดูได้จากเกจวัดแรงดันและมีสวิทช์แรงดัน (Pressure Switch) เป็นตัวตรวจจับแรงดัน

3.4.2 มอเตอร์/ปั๊มสำรอง (Back up Pump หรือ PU2)

มอเตอร์ เป็นขนาด 2.6 KW ขับปั๊มซึ่งเป็นปั๊มสำรองมีอัตราการไหล 8 ลิตรต่อนาทีที่ความดัน 160 Bar มีตัวกรองน้ำมันถูกติดตั้งที่ด้านเอาต์พุตของปั๊มซึ่งเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้ ปั๊มสำรองนี้มีหน้าที่หลักเป็นตัวจ่ายน้ำมัน Hydraulic เพื่อที่อัดแรงดันและรักษาแรงดันไปเก็บไว้ที่ถังสะสมความดัน (Accumulator) ปั๊มสำรองนี้ควบคุมด้วยสวิทช์แรงดันให้ตั้งหยุดที่ 160 Bar และตั้งเดินปั๊มที่แรงดัน 140 Bar ปั๊มนี้จะเป็ปั๊มสำรองให้กับปั๊มหลักขัดข้องหรือทำแรงดันไม่ได้ แรงดันเอาต์ พุดของปั๊มสามารถดูจากเกจวัดแรงดันและมีสวิทช์แรงดัน (Pressure Switch) เป็นตัวตรวจจับแรงดัน

3.4.3 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

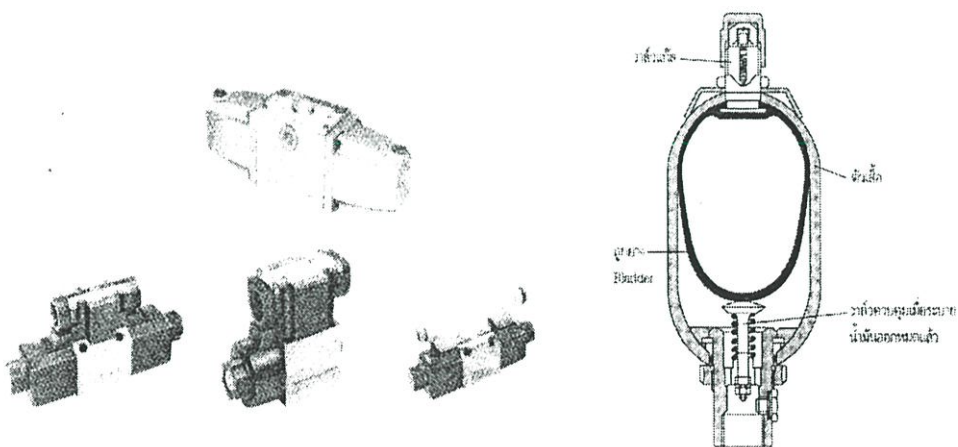
กระบอกสูบไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานของไหลให้เป็นพลังงานกล ในแนวเส้นตรงสามารถแบ่งเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 2 ชนิด คือกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว และกระบอกสูบทำงานสองทิศทาง สำหรับในระบบไฮดรอลิกแล้วส่วนมากจะใช้กระบอกสูบสองทิศทางมากกว่าชนิดทำงานทิศทางเดียว

3.4.4 ถังสะสมความดันไฮดรอลิก (Hydraulic Accumulator)

ถังสะสมความดันไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งที่ใช้สะสมหรือเก็บพลังงานของไหล ที่มาจากปั๊มและนำออกไปใช้งานในเวลาที่เหมาะสม การนำพลังงานออกมาใช้นี้มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น ใช้สร้างการไหลเมื่อพลังงานของไหลถูกเก็บไว้ในถังสะสมความดันแล้ว ความดันที่เก็บสะสมนี้สามารถนำไปใช้ในระบบได้เลย เช่น การให้กระบอกสูบทำงานโดยรับความดันน้ำมันที่มาจากถังสะสมความดันเมื่อความดันของน้ำมันถูกระบายออกไปแล้วจะได้รับใหม่อีกครั้งหนึ่งจากปั๊มน้ำมันที่อยู่ในระบบจะเห็นว่าปั๊มไฮดรอลิกจะไม่ทำงานตลอดเวลา แต่จะทำงานในช่วงที่ให้ความดันแก่ถังสะสมความดันเท่านั้น จึงเป็นการประหยัดพลังงานและลดขนาดของปั๊มไฮดรอลิกให้เล็กลงได้การใช้ถังสะสมความดันจึงเท่ากับช่วยให้มีการไหลเพิ่มขึ้น เพื่อเข้าเสริมในจังหวะกระบอกสูบทำงานนั่นเอง จึงเป็นการประหยัดพลังงานจากการที่ต้องใช้ปั๊มขนาดใหญ่ถังสะสมความดันนี้ยังทำหน้าที่รักษาความดันในระบบและรับอาการช็อกของน้ำมันไฮดรอลิกด้วย ซึ่งถังสะสมความดันในระบบนี้มีปริมาตร 37 ลิตรภายในบรรจุก๊าซไนโตรเจน แรงดัน 35 Bar และเมื่ออัดน้ำมันไฮดรอลิก เข้าไปจะมีแรงดัน 160 Bar ซึ่งเป็นจำนวนเพียงพอที่จะจ่ายน้ำมันให้กระบอกสูบทั้งสี่แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกที่พอเพียงในการปิด Damper นี้จะต้องไม่น้อยกว่า 55 Bar ของถังสะสมความดัน ซึ่งก็คือแรงดันในระบบนั่นเอง ซึ่งสามารถดูได้จากเกจวัดแรงดัน

3.4.5 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

วาล์วควบคุมทิศทาง ทำหน้าที่เปิด-ปิดวงจรน้ำมัน ทำงานโดยอาศัยการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว มีทั้งชนิดที่เป็นสปูลวาล์วและแบบปอปเป็ตวาล์ว มีทั้งชนิด 4/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์และชนิด 4/3 ทำงานด้วยโซลินอยด์



รูปที่ 3.4 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) และถังสะสมความดัน (Accumulator)

3.4.6 วาล์วควบคุมความดัน (Pressure Relief Valve)

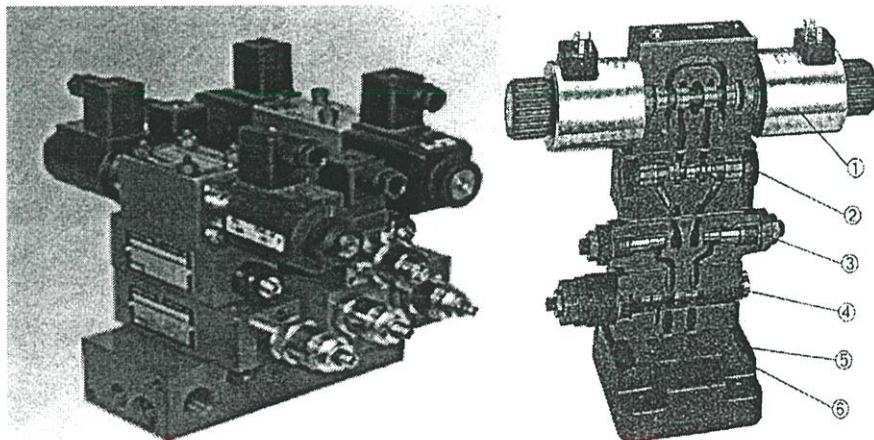
วาล์วควบคุมความดัน หน้าที่หลักของวาล์วชนิดนี้คือ จำกัดความดันในระบบหรือป้องกันอันตรายจากความดันในระบบที่สูงเกินไปให้มีค่าตามที่กำหนด ถ้าค่าความดันสูงกว่าค่าความดันของสปริงของรีลิววาล์วจะทำให้รีลิววาล์วเปิดทำให้ความดันที่สูงนี้ไหลลงถึงน้ำมัน รีลิววาล์วมีโครงสร้าง 2 ลักษณะคือ โครงสร้างแบบพอพเพตและ โครงสร้างแบบสปูล ข้อดีของโครงสร้างแบบพอพเพตคือ มีช่วงชักสั้นจึงทำให้มีผลการตอบสนองต่อการทำงานได้รวดเร็วกว่า และป้องกันการรั่วซึมได้ดีกว่า และเพื่อป้องกันการกระพือของพอพเพต จึงติดตั้งอุปกรณ์ด้านการกระพือที่เรียกว่า แคมป์ (Damping Plunger) สำหรับโครงสร้างแบบสปูลจะมีความระเอียดในการควบคุมมากกว่า ถ้าด้านของขอบตัวควบคุมทำเป็นร่องบากเล็กๆ เอาไว้

3.4.7 เช็ควาล์ว (Check Valve)

เช็ควาล์ว จุดประสงค์ของเช็ควาล์วก็เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันไหลในทิศทางหนึ่งแต่อนุญาตให้ไหลในอีกทิศทางหนึ่ง จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วาล์วกันกลับ (Non Return Valve) เพื่อป้องกันการไหล จะต้องไม่ให้น้ำมันรั่วได้

3.4.8 แมนิโฟลด์

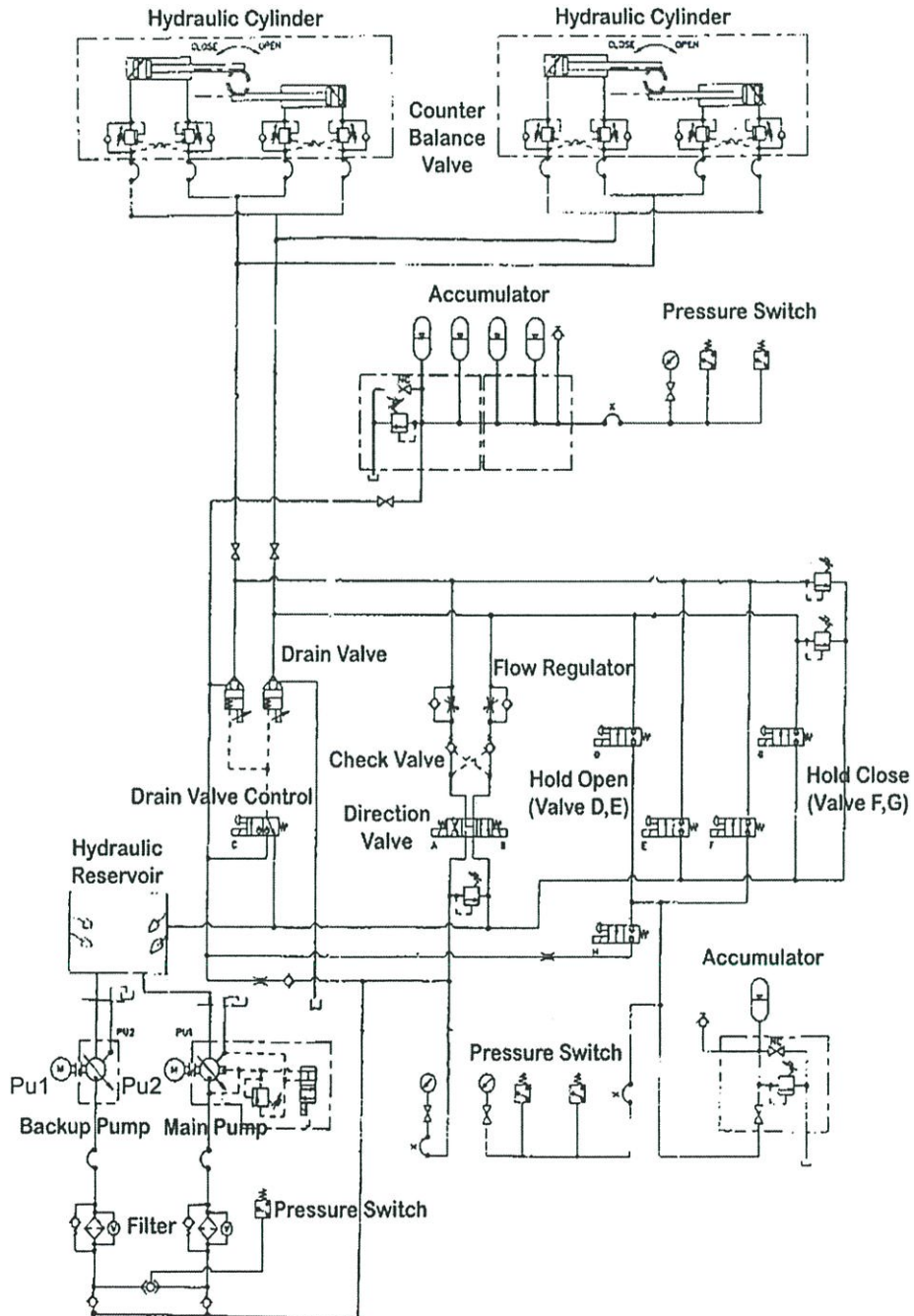
ก่อนแมนิโฟลด์ สามารถนำวาล์วชนิดต่างๆ มาวางโดยเจาะรูภายในต่อถึงกันตามแล้วแต่งจร ทำให้ประหยัดเนื้อที่และเวลาในการติดตั้ง ลักษณะของการวางวาล์วแบบนี้จะวางซ้อนกันทุกตัว โดยฐานที่เป็นแท่นแมนิโฟลด์ ถ้าดูรูปที่ 3.5 หมายเลข (1) จะเป็นโซลินอยด์วาล์ว หมายเลข (2) เป็นไพลอตเช็ควาล์ว หมายเลข (3) เป็นวาล์วควบคุมการไหล หมายเลข (4) เป็นรีลิววาล์ว หมายเลข (5) เป็นฐานรอง หมายเลข (6) เป็นช่องรอยต่อน้ำมันที่ซีลด้วย โอริง (O-ring)



รูปที่ 3.5 โซลินอยด์วาล์วติดตั้งบนแท่นแมนิโฟลด์

3.5 ฟังก์ชันการทำงาน

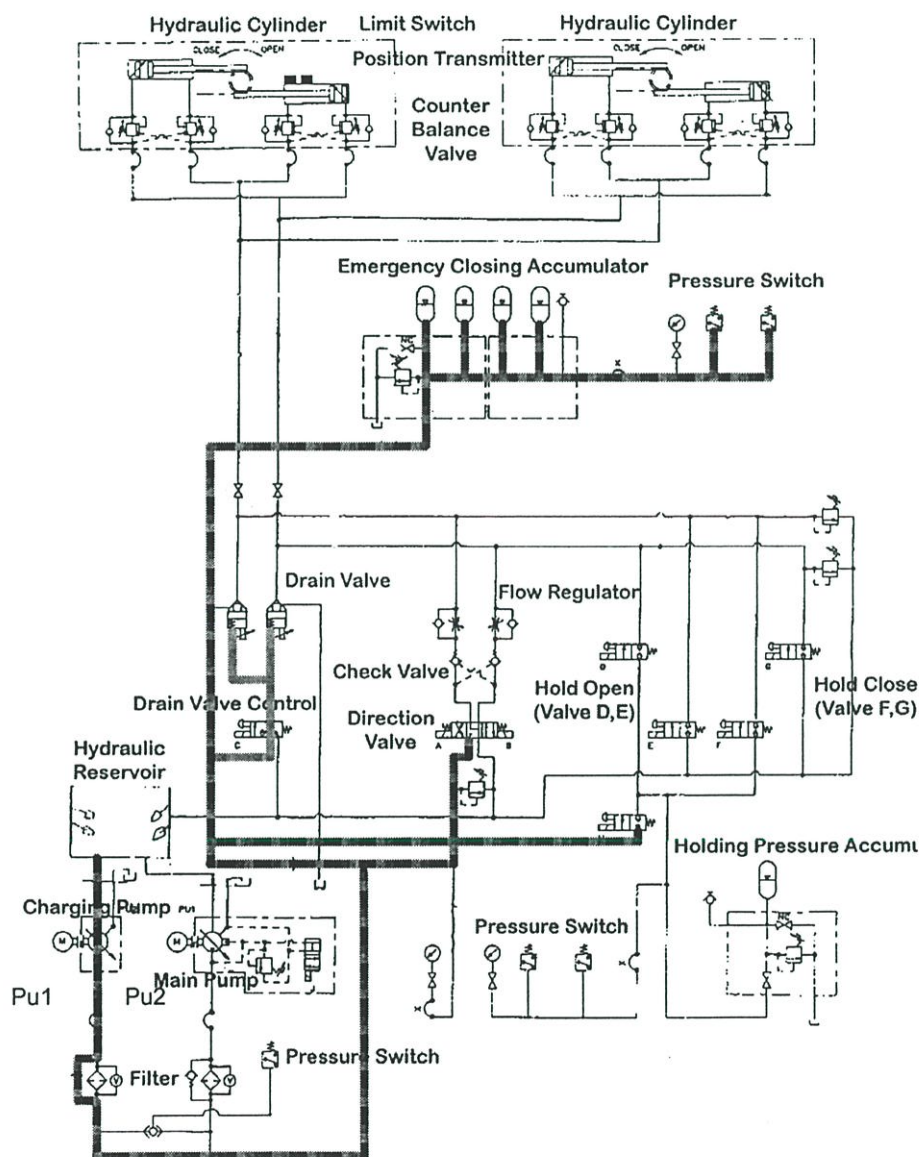
ชุด Hydraulic Damper แบ่งการทำงานได้ดังนี้คือ ก่อนเปิด การเริ่มเปิด การเปิดสุด การเริ่มปิด การปิดสุด และการปิดฉุกเฉิน ซึ่งโซลินอยด์วาล์วที่มีหน้าที่เปิด-ปิดวงจรน้ำมันแต่ละตัวนั้นมีฟังก์ชันทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายตามวงจรน้ำมัน (Flow Diagram) ข้างล่างนี้



รูปที่ 3.6 วงจรน้ำมัน (Flow Diagram) ของ Hydraulic Damper

3.5.1 ก่อนเปิดเตรียมพร้อม (Stand by Mode)

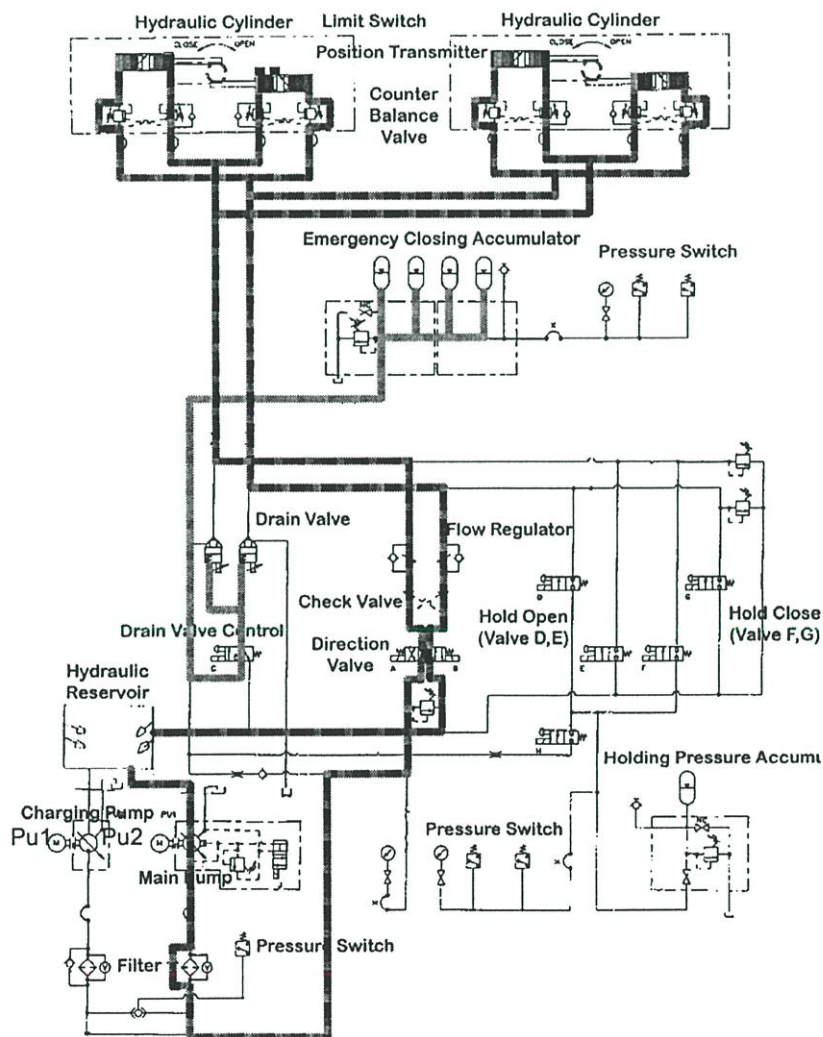
ก่อนทำการเปิดชุด Hydraulic Damper จะต้องทำแรงดันในระบบให้คงรักษาแรงดันให้คงไว้ ตามที่กำหนด โดยถูกเก็บไว้ที่ถึงสะสมความดันโดยมีปั๊มรอง (Charging Pump) จะทำหน้าที่สร้างแรงดันส่งผ่านและเก็บรักษาไว้ที่ถึงสะสมความดันทั้งสี่ (Emergency Closing Accumulator) โดยมีสวิทช์แรงดัน (Pressure Switch) เป็นตัวตรวจจับให้ปั๊มรอง (Charging Pump) หยุดทำงานที่ระดับแรงดัน 160 บาร์ (Bar) และทำงานที่ระดับแรงดันที่ 140 บาร์ (Bar) ส่วน Drain Control Valve จะเริ่มทำงานโดยมีคำสั่งเตรียมพร้อมจากระบบควบคุมระบบ HRSG



รูปที่ 3.7 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะก่อนเปิดเตรียมพร้อม

3.5.2 การเริ่มเปิด (Open Mode)

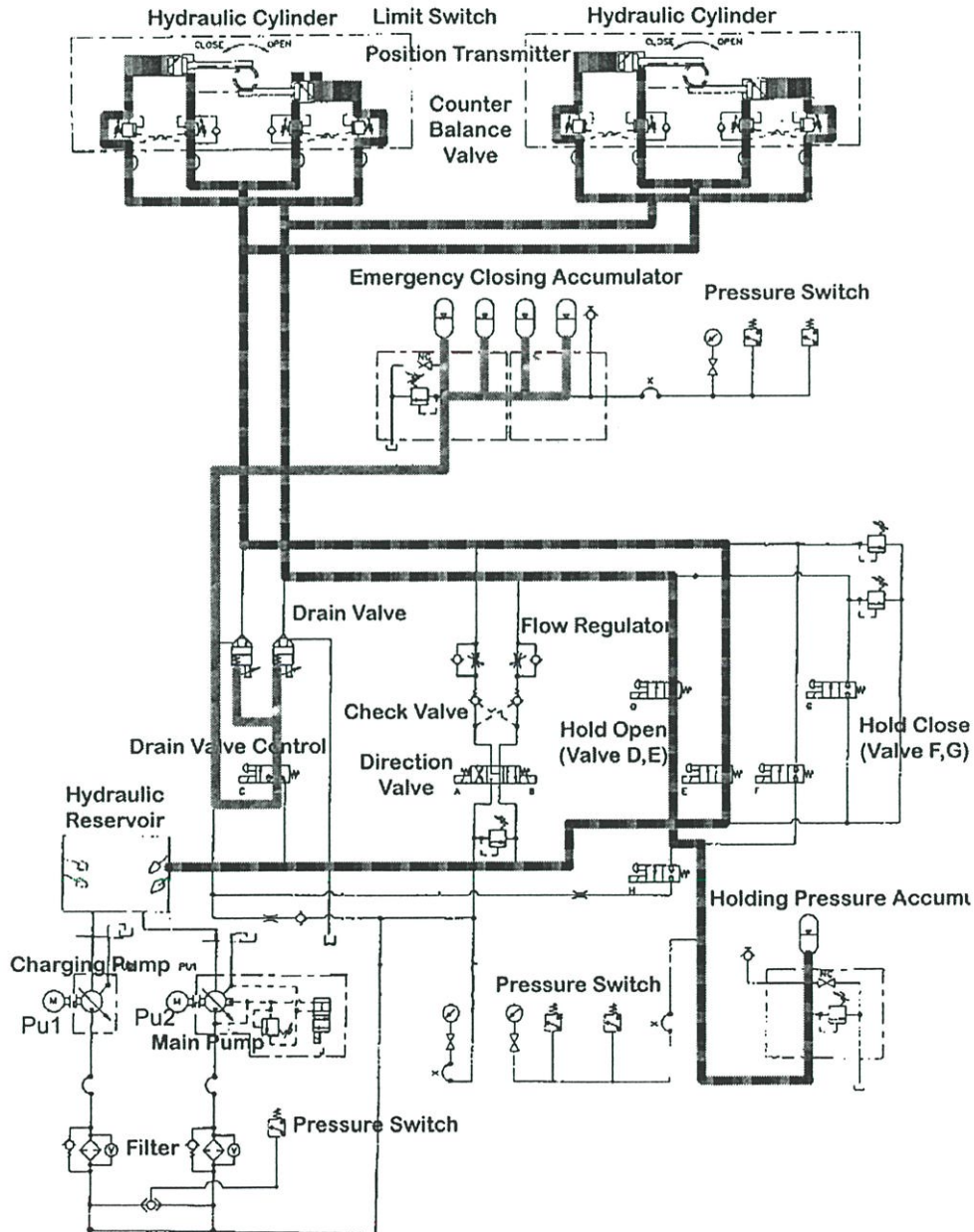
เมื่อสั่งเปิด Damper ตัวปั๊มหลัก (Main Pump) และวาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านเปิดจะทำงาน น้ำมันไฮดรอลิกจะถูกส่งโดยตรงจากปั๊มหลักผ่านวาล์วควบคุมทิศทางผ่านเช็ควาล์ว (Check Valve) และอุปกรณ์ปรับอัตราการไหล (Flow Regulator) ไปยังกระบอกสูบทั้งสองของ Damper ทำให้ใบ (Blade) ของ Damper เริ่มเคลื่อนที่และสวิตช์ขอบตำแหน่ง (Limit Switch) ด้านปิดสุดจะหลุดจากตำแหน่งเดิม ซึ่งความเร็วในการเปิดถูกตั้งค่าไว้ประมาณ 70 วินาทีได้มุมเปิด 90 องศา (100%) โดยการปรับอุปกรณ์ปรับอัตราการไหล เราสามารถสั่งหยุด Damper ได้ทุกตำแหน่งโดยการสั่งวาล์วควบคุมทิศทางด้านเปิดและปั๊มหลักให้หยุดทำงาน ขณะที่ Damper เคลื่อนตัวเปิดจนเกือบถึงตำแหน่งเปิดสุดใบของ Damper ก็จะสัมผัสกับสวิตช์ขอบตำแหน่งด้านเปิด ส่วน Drain Control Valve จะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อให้น้ำมันไฮดรอลิกไปดันบ่าวาล์วของ Drain Valve ให้ปิดสนิทไม่ให้น้ำมันไฮดรอลิกระบายไหลลงสู่ถังพักน้ำมัน



รูปที่ 3.8 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเริ่มเปิด

3.5.3 การเปิดสุด (Full Open Mode)

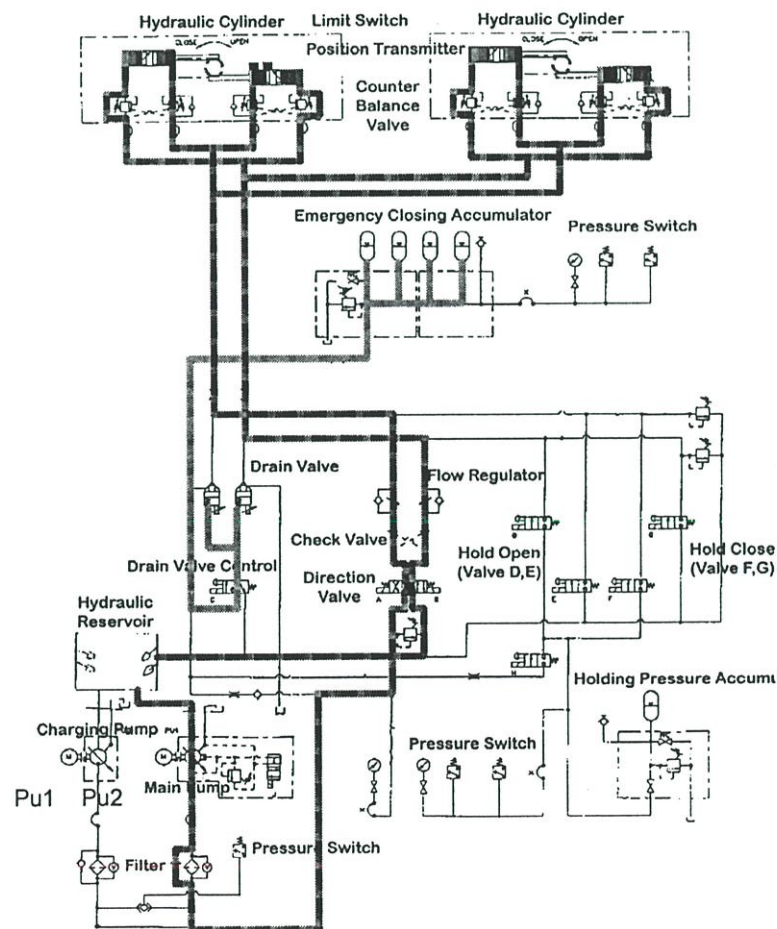
ตำแหน่งเปิดสุดวาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านเปิดจะหยุดทำงานและวาล์วด้านเปิดสุด 2 ตัว (Hold Open) จะทำงานแทนเพื่อให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกจากถังสะสมความดัน (Accumulator) คั่นไว้ให้ระบบกลับเปิดสุดตลอดเวลาผ่านทางวาล์วด้านเปิดสุดทั้งสองตัว โดยวาล์วตัวหนึ่งทำหน้าที่เปิดให้น้ำมันไหลเข้าระบบกลับลูกสูบและวาล์วอีกตัวทำหน้าที่เปิดให้น้ำมันไหลออกลงสู่ถังพักน้ำมัน



รูปที่ 3.9 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเปิดสุด

3.5.4 การเริ่มปิด (Closing Mode)

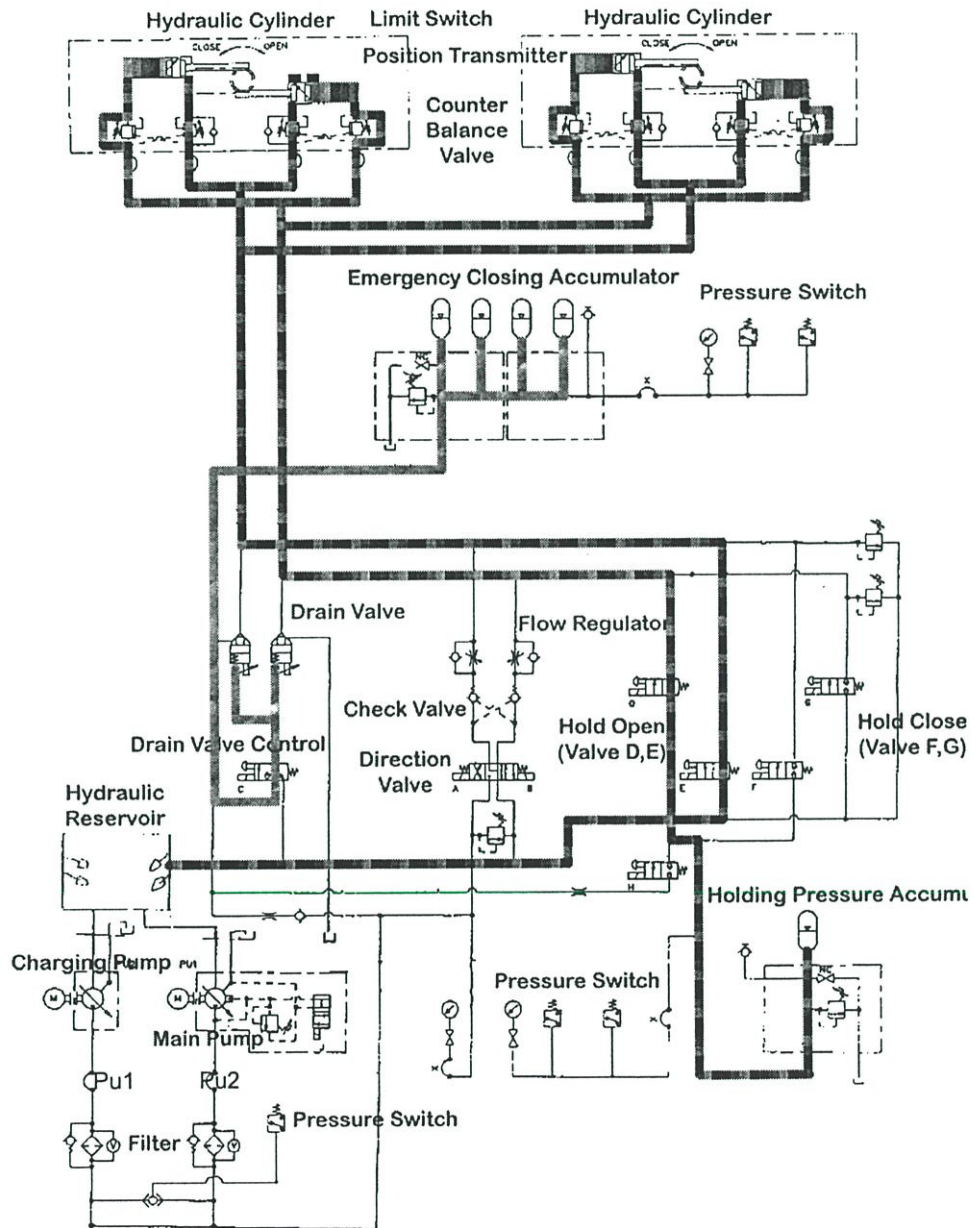
การที่จะปิด Damper ได้ วาล์วด้านเปิดสุด 2 ตัว (Hold Open) จะต้องหยุดทำงาน วาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านปิดและตัวปั๊มหลัก (Main Pump) จะทำงานแทน น้ำมันไฮดรอลิกจะถูกส่งโดยตรงจากปั๊มหลัก (Main Pump) ผ่านวาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ผ่านเช็ควาล์ว (Check Valve) และอุปกรณ์ปรับอัตราการไหล (Flow Regulator) ไปยังกระบอกสูบทั้งสองของ Damper ทำให้ใบ (Blade) ของ Damper เริ่มเคลื่อนที่และสวิตช์บอกตำแหน่ง (Limit Switch) ด้านเปิดสุดจะหลุดจากตำแหน่งเดิม ความเร็วในการปิดจะถูกตั้งค่าไว้ประมาณ 60 วินาที ได้มุมเปิด 90 องศา (0 %) โดยการปรับอุปกรณ์ปรับอัตราการไหล (Flow Regulator) เราสามารถสั่งหยุด Damper ได้ทุกตำแหน่งทุกเวลาโดยการสั่งวาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านปิดและปั๊มหลักให้หยุดทำงาน ขณะที่ Damper เคลื่อนที่ปิดจนเกือบถึงตำแหน่งปิดสุดใบ (Blade) ของ Damper ก็จะสัมผัสสวิตช์บอกตำแหน่ง (Limit Switch) ด้านปิด ส่วน Drain Control Valve จะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อนำน้ำมันไปค้นบ่าวาล์วของ Drain Valve ให้ปิดสนิทไม่ให้น้ำมัน ไฮดรอลิกไหลระบายสู่ถังพักน้ำมัน



รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะเริ่มปิด

3.5.5 การปิดสุด (Full Close Mode)

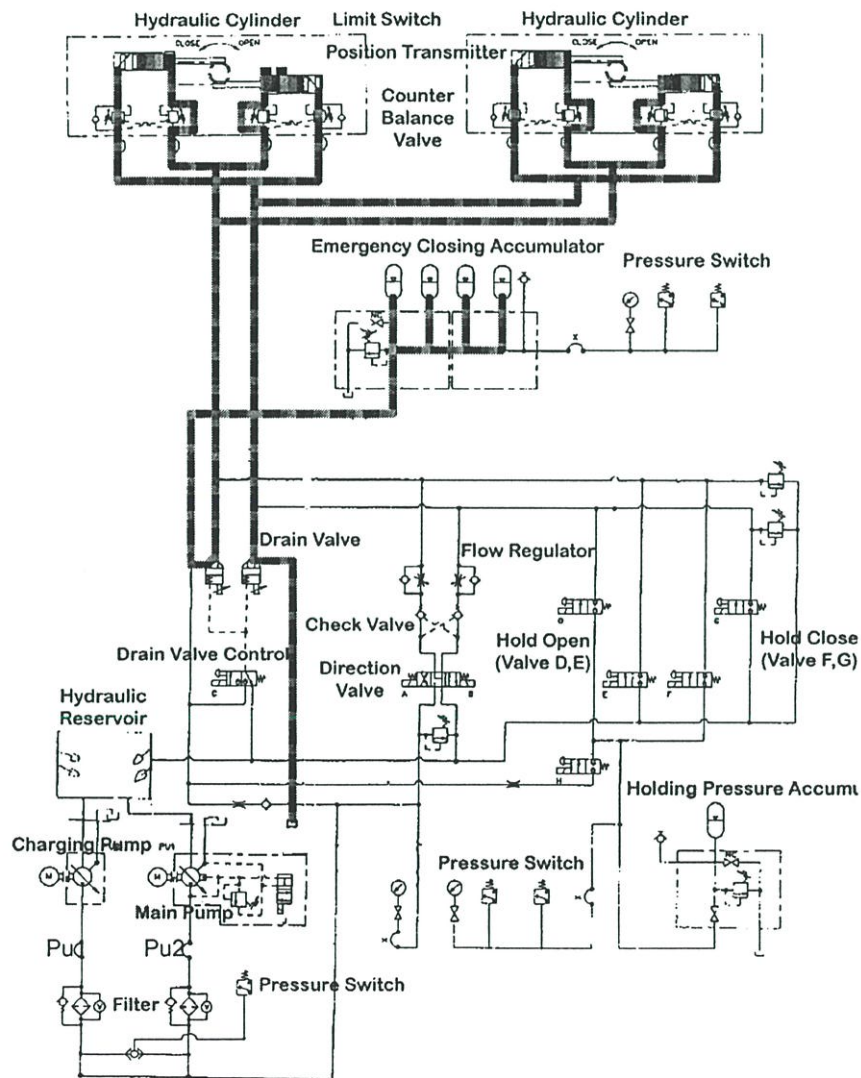
ตำแหน่งปิดสุดวาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านปิดจะหยุดทำงานและวาล์วด้านเปิดสุด 2 ตัว (Hold Close) จะทำงานแทนเพื่อให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกจากถังสะสมความดัน (Accumulator) ดันให้กระบอกสูบเปิดสุดตลอดเวลาผ่านทางวาล์วด้านเปิดสุดทั้งสองตัว โดยวาล์วตัวหนึ่งทำหน้าที่เปิดให้น้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบ และวาล์วอีกตัวทำหน้าที่เปิดให้น้ำมันไหลออกลงสู่ถังพักน้ำมัน



รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะปิดสุด

3.5.6 การปิดฉุกเฉิน (Emergency Closing / Fail Safe)

Damper สามารถสั่งปิดได้ตลอดเวลาโดยการสั่ง Drain Control Valve ไม่ให้ทำงาน ในสภาวะการณ์นี้วาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Valve) ด้านเปิดและปิดจะหยุดทำงาน วาล์วด้านเปิดสุดและด้านปิดสุด (Hold Open & Hold Close) จะหยุดทำงาน เช่นกัน เมื่อ Drain Control Valve ไม่ทำงานส่งผลให้ Drain Valve ทั้งสองตัวเปิด น้ำมันไฮดรอลิกจากถังสะสมความดัน (Accumulator) ที่สะสมอยู่จะไหลผ่าน Drain Valve ผ่านเช็ควาล์ว (Check Valve) ไปยังกระบอกสูบและไหลกลับทางวาล์วสมดุลย์ Counter Balance Valve) ผ่าน Drain Valve อีกตัวกลับสู่ถังพักน้ำมัน ภายในตัว Drain Valve นี้สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ในการปิด เวลาในการปิดจะตั้งไว้ที่ 20 วินาทีสำหรับกรณีปิดฉุกเฉิน (Emergency Close)



รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของ Hydraulic Damper ขณะปิดฉุกเฉิน

กรณีเกิดความผิดปกติในระบบบางอย่างกับระบบ HRSG ในขบวนการผลิตไอน้ำ เช่น High Pressure Boiler Feed Pump Trip ซึ่งเป็นระบบการเพิ่มแรงดันของน้ำเพื่อใช้ในขบวนการนำน้ำมาใช้อุ่นและคัมน์น้ำ ระบบป้องกันจะทำงานตามฟังก์ชันที่ออกแบบไว้คือส่งสัญญาณให้ตัดระบบด้านความร้อนโดยส่งตัดระบบ Exhaust Gas ที่ใช้ในการอุ่นและคัมน์น้ำใน HRSG นั้นหมายความว่า Damper จะปิดตัวลงมาทันทีเพื่อตัดความร้อนป้องกันท่อภายใน HRSG ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากความร้อนเกิน (Overheat) โดยมีสัญญาณสั่งให้โซลินอยด์วาล์ว “ Drain Control Valve” ระบบ Hydraulic Damper หยุดทำงาน ทำให้ Drain Valve ทั้งสองตัวเปิดส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกที่สะสมอยู่ในถังสะสมความดัน (Accumulator) ทั้งสองไหลเข้ากระบอกสูบตัว Damper ก็จะเคลื่อนที่ปิดตัวอย่างรวดเร็วปกติใช้เวลาปิดประมาณ 20 วินาที ตามการออกแบบจากบริษัทผู้ผลิต ถ้า Drain Control Valve ชัดตัวจะส่งผลให้ Damper เปิดค้างไม่สามารถปิดภายในเวลา 40 วินาที ระบบป้องกันจะสั่ง Trip Gas Turbine ทันที

หรือกรณีที่โซลินอยด์ค้อยล์ของโซลินอยด์วาล์ว “ Drain Control Valve” ใหม่ขาดวงจรตัว Drain Control Valve และ Drain Valve จะเปิด ส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกที่สะสมอยู่ในถังสะสมความดัน (Accumulator) ไหลผ่านวาล์วทั้งสองทำให้ Damper เคลื่อนปิดตัวลงมาทันที ส่งผลให้ HRSG Trip

3.6 ปัญหาชุด Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มี 2 ส่วน คือ

1 ขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper ใหม่ขาดวงจร เนื่องจากความร้อนสูงสะสมในตัวขดลวดโซลินอยด์ทำให้ฉนวนเสื่อมสภาพ ส่งผลให้ Damper ปิดตัวทำให้ HRSG Trip

2 โซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper ชัดตัว สาเหตุของปัญหาที่ทำให้ โซลินอยด์วาล์ว ชัดตัวคือ ความร้อนสูงสะสมที่เกิดจากขดลวดโซลินอยด์ส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกเปลี่ยนสภาพเป็นลักษณะยางเหนียวแข็ง เมื่อวาล์วมีการขยับตัวจึงไม่สามารถขยับตัวได้ กรณี HRSG Trip จึงทำให้ Damper เปิดค้างและปิดตัวไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ Gas Turbine Trip

ปัญหาความร้อนสูงสะสมในตัวขดลวดโซลินอยด์วาล์วนี้ สาเหตุหนึ่งคือขณะที่ชุด Hydraulic Damper ทำงานมีการเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายโหลดนั้นโซลินอยด์วาล์วนี้จะทำงานตลอดเวลา มีการจ่ายพลังงานให้โซลินอยด์วาล์วแบบต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ

บทที่ 4

การออกแบบและหลักการทำงาน

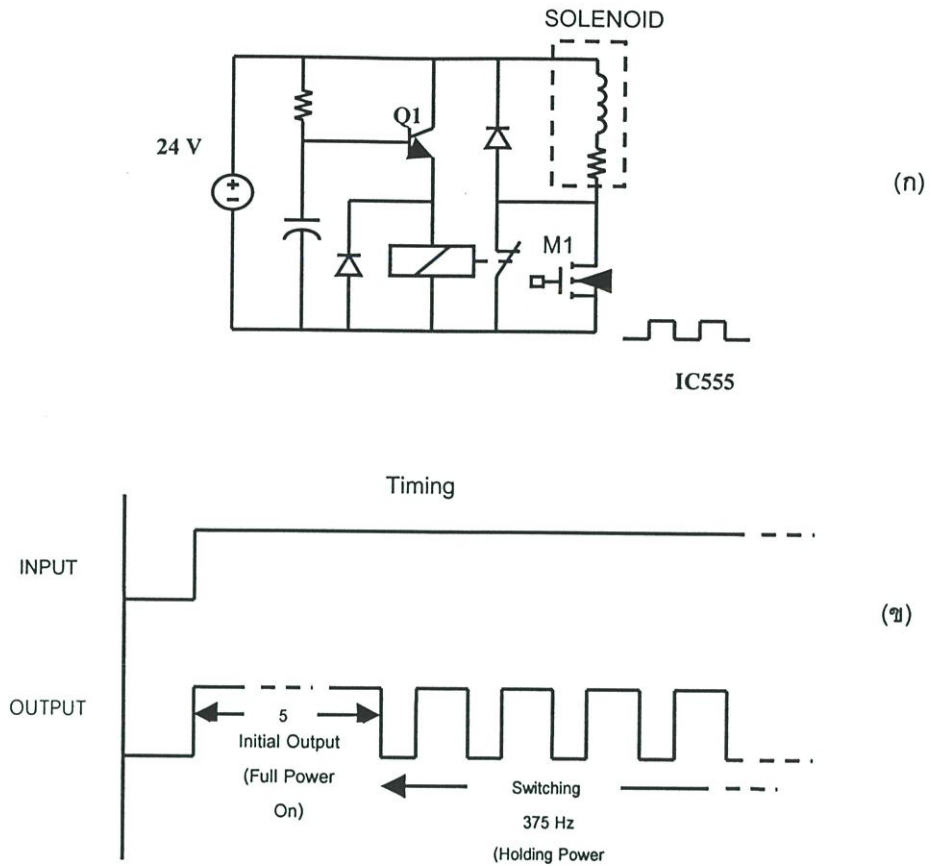
4.1 บทนำ

บทนี้นำเสนอการออกแบบวงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper ขนาด 24 โวลต์ 40 วัตต์ โดยทำงานที่ 2 ระดับแรงดัน คือช่วงแรกเริ่มที่โซลินอยด์วาล์วเริ่มเปิดให้ควบคุมโซลินอยด์วาล์วที่แรงดัน 24 โวลต์ โดยตรงจากแหล่งจ่ายและหลังจากที่โซลินอยด์วาล์วทำงานเปิดสุดหรือปิดสุดแล้วให้ควบคุมแรงดันที่ 9 โวลต์ที่วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์วแทน ซึ่งสามารถลดการจ่ายพลังงานให้กับโซลินอยด์วาล์วได้ โดยการลดระดับแรงดันลงมา แต่ในการลดระดับแรงดันลงมาต้องสามารถควบคุมการคงสถานะของวาล์วได้ ซึ่งใช้เทคนิคการเปิด-ปิดของสวิตช์ด้วยการใช้วงจรสวิตซ์ความถี่ต่ำมาทำการสั่งให้มอสเฟตนำกระแสเป็นสวิตซ์ปิดวงจร และสั่งให้มอสเฟต (MOSFET) หยุดนำกระแสเป็นสวิตซ์เปิดวงจรในการจ่ายพลังงานให้กับโซลินอยด์วาล์วโดยต้องให้โซลินอยด์วาล์วนำกระแสแบบต่อเนื่อง ซึ่งในการออกแบบวงจรควบคุมนี้การเลือกความถี่ใช้งานพิจารณาเลือกความถี่ที่ 375 เฮิรตซ์ (Hz) ซึ่งในการเลือกความถี่ใช้งานนี้เราต้องรู้คุณสมบัติเฉพาะของขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ด้วย เพื่อให้กระแสไหลได้ต่อเนื่องซึ่งรายละเอียดจะนำเสนอเป็นหัวข้อๆ ไป

4.2 วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

4.2.1 หลักการทำงาน

วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper นี้ถูกออกแบบให้ควบคุมแรงดันที่ 24 โวลต์ ช่วงเวลาแรกของการทำงานซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โซลินอยด์วาล์วเริ่มเคลื่อนที่เปิด หลังจากนั้น 5 วินาทีให้ควบคุมแรงดันที่ 9 โวลต์ เป็นช่วงเวลาที่โซลินอยด์วาล์วขยับตัวเปิดสุดแล้วพิจารณารูปที่ 6 เมื่อป้อนแรงดันอินพุต 24 โวลต์ให้กับวงจรควบคุมที่เวลา $t = +0$ โซลินอยด์วาล์วจะได้รับแรงดัน 24 โวลต์โดยตรงผ่านทางหน้าสัมผัสปกติปิดของรีเลย์ เมื่อเวลาผ่านไป $t = +5$ วินาที วงจรควบคุมทรานซิสเตอร์ Q1 ที่หน่วงไว้ก็จะสั่งให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ปกติปิดก็จะเปิด มอสเฟต M1 ซึ่งทำงานอยู่แล้วก็จะควบคุมแรงดันของโซลินอยด์วาล์วแทนที่ 9 โวลต์ โดยใช้ IC-555 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ให้กับมอสเฟต M1 โดยออกแบบไว้ที่ความถี่ 375 เฮิรตซ์



รูป 4.1 โครงสร้างของวงจรสวิตช์ซึ่งควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (ก) และ Timing Diagram (ข)

4.2.2 ลำดับขั้นตอนการออกแบบวงจร

- 1) หาค่าแรงดันต่ำที่โซลินอยด์วาล์วควบคุมหลังจากที่โซลินอยด์วาล์วทำงาน(เปิดสุด)
- 2) หาค่า R และ L ของขดลวดโซลินอยด์
- 3) คำนวณหาค่าคงตัวของขดลวด (τ)
- 4) เลือกความถี่ในการควบคุมโดยพิจารณาค่าคงตัว(τ) ของขดลวดโซลินอยด์ประกอบ
- 5) กำหนดค่าหน่วงเวลาในการควบคุมแรงดันช่วงเวลาที่โซลินอยด์วาล์วเริ่มทำงาน

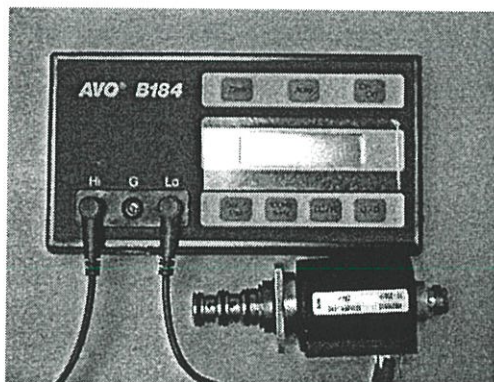
4.2.2.1 หาค่าแรงดันโวลที่ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

เนื่องจากเราไม่ทราบค่าแรงสปริงทางกลของโซลินอยด์วาล์ว จึงไม่สามารถคำนวณค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแรงที่ใช้ในการดึงดูดแกนเหล็กได้ จึงใช้วิธีการทดสอบหาค่าแรงดันไฟฟ้าในการที่ดึงดูดโซลินอยด์วาล์วดังกล่าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) แรงดันเดิมที่ใช้กับโซลินอยด์วาล์วคือ 24 โวลต์
- 2) แรงดันที่ทำการทดสอบว่าสามารถรักษาโซลินอยด์วาล์วให้คงสถานะเปิดสุดนั้นได้ ทำการทดสอบโดยการจ่ายแรงดัน 24 โวลต์ เพื่อให้โซลินอยด์วาล์วขยับตัวเปิดและเปิดสุดและทำการลดระดับแรงดันลงมาจนกระทั่งโซลินอยด์วาล์วไม่สามารถรักษาสถานะเปิดนั้นได้ ที่แรงดันต่ำสุดคือ 8 โวลต์
- 3) ค่าแรงดันที่ต้องการในการออกแบบให้ควบคุมแทน 24 โวลต์ หลังโซลินอยด์วาล์วเปิดสุด คือ $8 \times 1.1 = 8.8$ โวลต์ (1.1 คือค่าที่เผื่อไว้ 10% ของค่าแรงดันที่ได้จากการทดสอบ)
- 4) เลือกค่าแรงดันที่ต้องการควบคุมโซลินอยด์วาล์วให้คงสถานะเปิดหลังจากวาล์วเปิดสุดคือ 9 โวลต์

4.2.2.2 หาอิมพีแดนซ์ของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว

ขดลวดโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลต์ 40 วัตต์ มีค่าความต้านทาน 20 โอห์ม มีค่าอินดักทีฟ 20 มิลลิเฮนรี่ ทำการวัดจากเครื่องวัดแสดงดังรูป 4.2



รูปที่ 4.2 วัดค่าอินดักทีฟของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว

4.2.2.3 กำหนดค่าคงตัวของขดลวด

ค่าคงตัวของขดลวดโซลินอยด์คือ $\tau_L = L / R = 20 \text{ mH} / 20 \Omega = 0.001 = 1 \text{ mSec}$

L รับพลังงานและคายพลังงานหมดใช้เวลาประมาณ $5 \tau_L = 5 \text{ mSec}$

4.2.2.4 กำหนดค่าความถี่ต่ำใช้งาน มอสเฟต M1

การเลือกความถี่สวิทช์ที่ใช้ในการออกแบบต้องการให้กระแสไหลผ่านโซลินอยด์แล้ว ต่อเนื่องจำเป็นต้องรู้ค่าคุณสมบัติค่าขดลวดโซลินอยด์แล้วที่ใช้มีค่า $R = 20 \Omega$, $L = 20 \text{ mH}$

$$\text{จากสมการ } v_o = \frac{1}{T} \int_0^T v_o(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{DT} V_s dt = v_s \cdot D$$

$$v_o = v_s \cdot D$$

$$\text{เมื่อ } V_s (\text{แรงดันแหล่งจ่าย}) = 24 \text{ V}$$

$$\text{และ } V_o (\text{แรงดันเอาต์พุตที่ต้องการ}) = 9 \text{ V}$$

$$\text{Duty Ratio (D)} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{9}{24} = 0.375 = 37.5 \%$$

$$\tau_L = \frac{L}{R} = \frac{20 \text{ mH}}{20 \Omega} = 0.001 = 1 \text{ mSec}$$

L รับพลังงานและคายพลังงานหมดใช้เวลาประมาณ $5 \tau_L = 5 \text{ mSec}$

กำหนดค่าความถี่ที่เหมาะสมใช้งาน

$$\text{จากสมการ } f = D \left(\frac{1}{\tau_L} \right)$$

$$f = 0.375 \times \left(\frac{1}{0.001} \right) = 375 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.375} = 2.67 \text{ mSec}$$

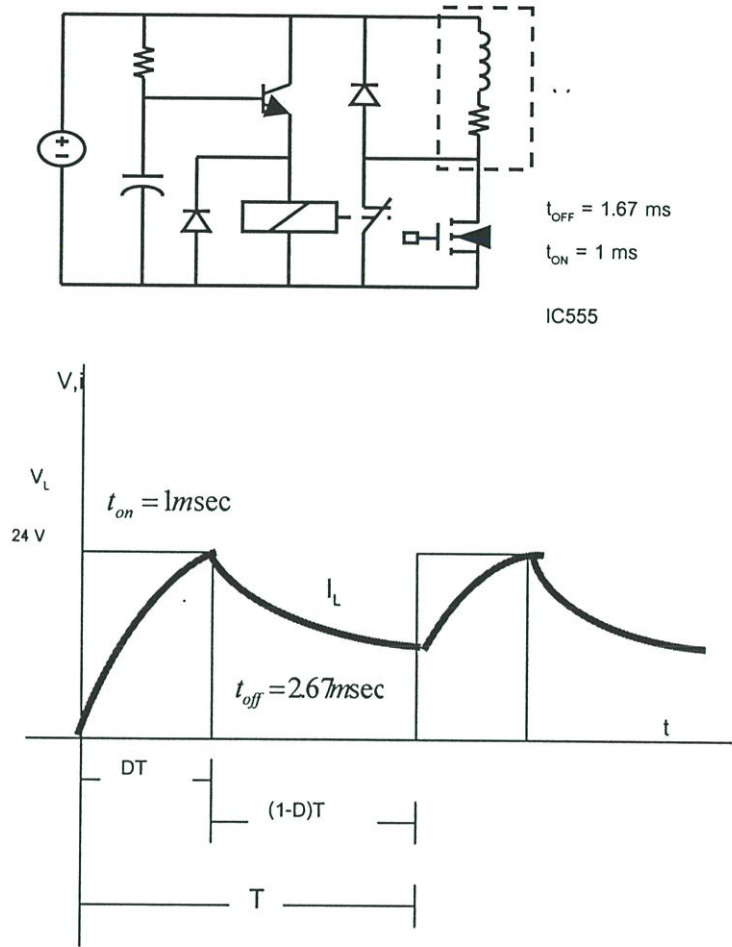
$$t_{on} = 0.375 \times 2.67 = 1 \text{ mSec}$$

$$t_{off} = (1 - 0.375) \times 2.67 = 1.67 \text{ mSec}$$

$$\text{จากสมการ } D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} = \frac{t_{on}}{T} = t_{on} f$$

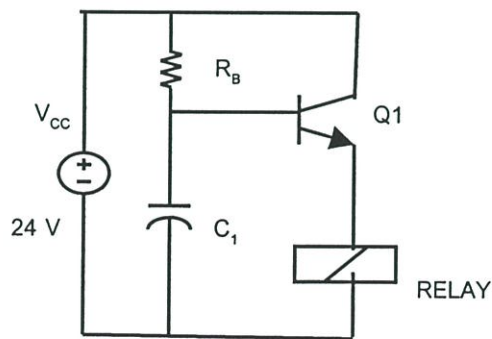
$$D = \frac{1 \text{ mSec}}{1 \text{ mSec} + 1.67 \text{ mSec}}$$

$$D = \frac{1 \text{ mSec}}{2.67 \text{ mSec}} = 0.375$$



รูปที่ 4.3 กระแสและแรงดันที่ตกคร่อมขดลวดโซลินอยด์

4.2.2.5 กำหนดค่าหน่วงเวลาวงจรไบอัสทรานซิสเตอร์



รูปที่ 4.4 วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 4.4 คำนวณหาค่าหน่วยเวลาที่ทำให้รีเลย์ทำงาน

$$I_B = \left(\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \right)$$

$$I_B = \frac{(24V - 0.7V)}{100K\Omega} = 0.23 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 0.23 \text{ mA} = 23 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_C) = 24V - (23 \text{ mA} \times 0\Omega) = 24V$$

ค่าหน่วยเวลา (τ) ที่ทำให้รีเลย์ทำงาน (ต้องการหน่วย 5 วินาที)

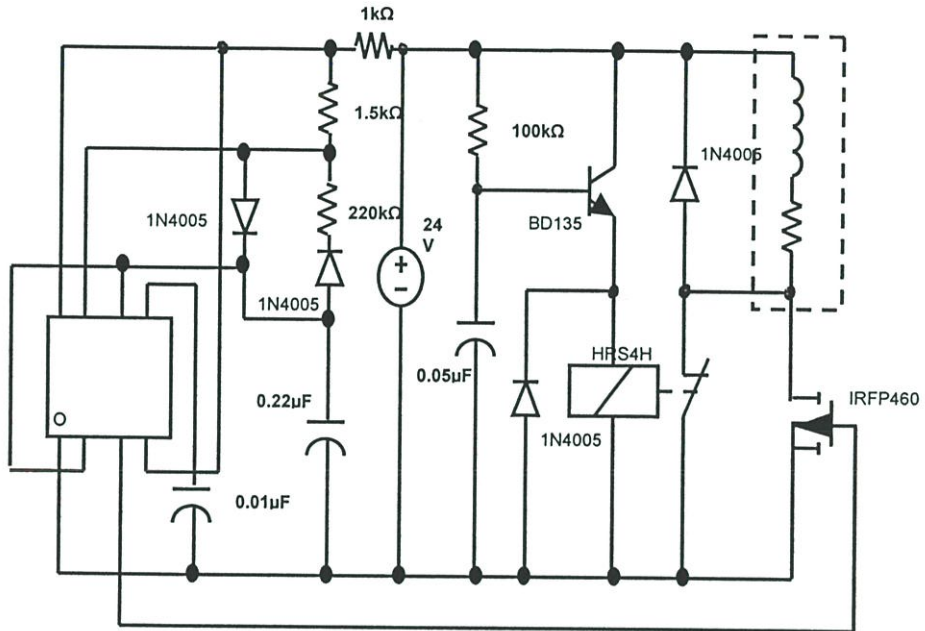
$$\text{Time Constant } (\tau) = R_B \cdot X C_1$$

$$\tau = 100K\Omega \times 0.05\mu F = 5 \text{ sec}$$

บทที่ 5

วงจรและผลการทดลอง

5.1 วงจรใช้งาน

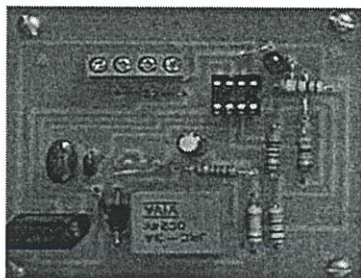


รูปที่ 5.1 วงจรสวิทช์ซึ่งใช้งานชุดควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

5.2 รายการอุปกรณ์ที่ใช้

1 ไอซีตั้งเวลา เบอร์ NE555	1 ตัว
2 ทรานซิสเตอร์ เบอร์ BD135	1 ตัว
3 มอสเฟส เบอร์ IRFP460	1 ตัว
4 รีเลย์ 24 Volt 3A JRC	1 ตัว
5 ไดโอด 1N4005	4 ตัว
6 ตัวเก็บประจุขนาด 0.05 μF	1 ตัว
7 ตัวเก็บประจุขนาด 0.01 μF	1 ตัว
8 ตัวเก็บประจุขนาด 0.22 μF	1 ตัว
9 ตัวต้านทานขนาด 1 $\text{k}\Omega$ / 1.5 $\text{k}\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
10 ตัวต้านทานขนาด 100 $\text{k}\Omega$ / 220 $\text{k}\Omega$ $\frac{1}{4}$ W	2 ตัว
11 ไดโอดเปล่งแสง	1 ตัว

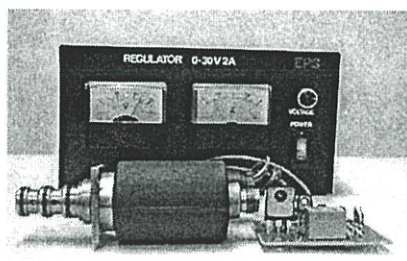
5.3 ชิ้นงานต้นแบบ



รูปที่ 5.2 ชิ้นงานต้นแบบวงจรสวิทช์ซึ่งควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

5.4 การเชื่อมต่อใช้งาน

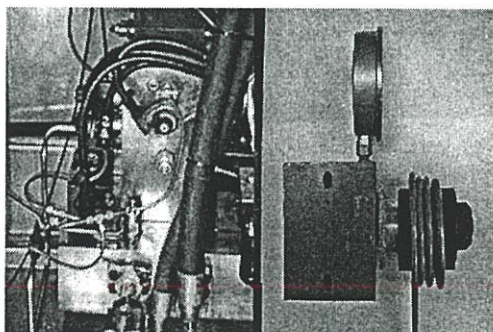
หลักการใหม่



รูปที่ 5.3 การเชื่อมต่อวงจรสวิทช์ซึ่งกับโซลินอยด์วาล์ว

ในการเชื่อมต่อวงจรใช้งานต่อผ่านแหล่งจ่ายโดยใช้หม้อแปลงแรงดันอินพุต 230 โวลต์ แบบปรับระดับแรงดันเอาต์พุต 0-30 โวลต์ ขนาด 5 แอมป์ ดังรูป 5.3

หลักการเดิม



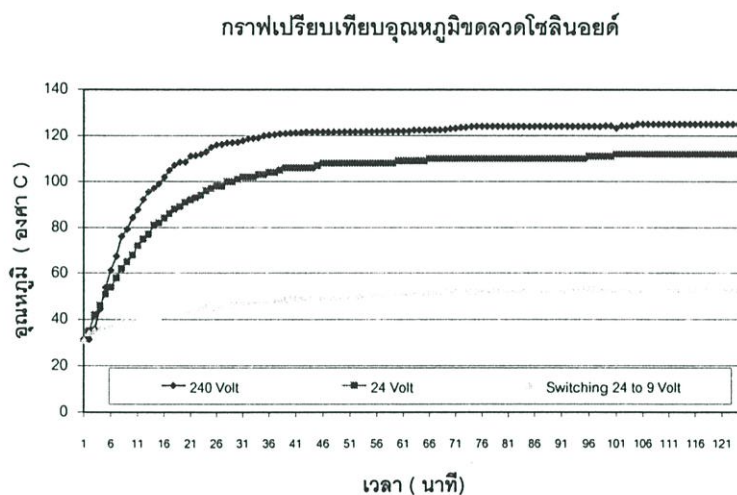
รูปที่ 5.4 การเชื่อมต่อชุดระบายความร้อนกับโซลินอยด์วาล์ว

ในการต่อใช้ลมจากระบบจากปั๊มลมในระบบ โดยทำการต่อท่อทองแดงขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้ว ขดรอบขดลวดโซลินอยด์วาล์วและทำการเจาะรูรอบๆ โดยใช้ลมจากปั๊มลม Service,Air

5.5 ผลการทดสอบ

หลักการใหม่

- 1) วัดค่าอุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลต์ ที่ต่อผ่านวงจรสวิตซ์ซึ่งเทียบกับขดลวดโซลินอยด์วาล์ว ขนาด 24 โวลต์ และ 240 โวลต์ ที่ไม่ได้ต่อผ่านวงจรสวิตซ์ซึ่ง



รูปที่ 5.6 รูปกราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของขดลวดขนาดต่างๆ

บทที่ 6

ข้อมูลประวัติ Plant Outage จากปัญหาชุด Hydraulic Damper ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พระนครใต้ 2

6.1 บทนำ

บทนี้นำเสนอ ข้อมูลของปัญหาและการแก้ไขจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดระยะเวลา 6 ปี โดยแบ่งเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่มีการเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าครั้งแรกอย่างไม่เป็นทางการของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พระนครใต้ หน่วยที่ 2 ตั้งแต่กันยายน 2540 ส่วนที่สอง คือการแก้ปัญหาช่วงแรกที่ทางบริษัทแนะนำและดำเนินการซึ่งไม่ใช่สาเหตุของปัญหา ส่วนที่สามคือการแก้ปัญหาโดยการติดตั้งชุดระบายความร้อนซึ่งเดิมไม่มีและเพิ่มฟังก์ชันการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว ส่วนท้ายสุดคือประวัติการแก้ปัญหาโดยการนำวงจรสวิตช์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

6.2 ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นปี 2541

6.2.1 กรณี HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่

ตารางที่ 6.1 HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1)

*วัน/เดือน/ปี	**HRSG#_ Trip	*** สาเหตุการ Trip
1 พฤษภาคม 2541	HRSG# 201(100 MW)	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
22 มิถุนายน 2541	HRSG# 202(100 MW)	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
19 กรกฎาคม 2541	HRSG# 202(100 MW)	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
12 สิงหาคม 2541	HRSG# 202(100 MW)	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
31 สิงหาคม 2541	HRSG# 201(100 MW)	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่

หมายเหตุ ตารางที่ 1 หลักที่ 2 (***) หมายถึงเกิดเหตุการณ์ HRSGชุดที่1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) Trip จากความผิดปกติกับขดลวดโซลินอยด์ซึ่งใหม่ทำให้ Damper ปิดตัวลงมาทันทีส่งผลให้ HRSG Trip

ตารางที่ 1 หลักที่ 2 (***) หมายถึงสาเหตุจากขดลวดโซลินอยด์ใหม่ ทำให้ Damper ปิดตัวลงมาทันที ผลคือ HRSGชุดที่1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2541 ซึ่งเป็นช่วงงานความรับผิดชอบของบริษัทฯ มีเหตุการณ์ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ ดังตารางที่ 1 (ข้อมูลตั้งแต่กันยายน - ธันวาคม 2540 ไม่มีการบันทึกไว้)

ซึ่งกรณี HRSG Trip จากขดลวดโซลินอยด์ตัวใหม่นี้ ส่งผลให้ขบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 สูญเสียกำลังผลิต 100 MW ต่อการ Trip ของ HRSG 1 Unit ซึ่งใช้เวลาในการแก้ไขจนกว่าสามารถนำเครื่อง HRSG คืนสู่ระบบปกติอย่างน้อย 3 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้น ซึ่งทำให้หน่วยงานสูญเสียรายได้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าพร้อมจ่าย

6.2.2 กรณี Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper

ตารางที่ 6.2 Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2)

*วัน/เดือน/ปี	**ต้นเหตุ HRSG# __ Trip	***เป็นเหตุให้ Gas Turbine #__ Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า 40 วินาที)
16 ก.พ.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
12 มี.ค.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
15 มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
17 มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
29 มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
31 พ.ค.2541	HRSG# 201	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
09 ก.ค.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
07 ส.ค.2541	HRSG# 201	Gas Turbine 21 Trip (200MW)

หมายเหตุ ตารางที่ 2 หลักที่ 2 (**) หมายถึงเกิดเหตุการณ์ HRSG ชุดที่ 1 (HRSG201) และ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) จากความผิดปกติบางอย่างของขบวนการผลิตไอน้ำของระบบส่งผลให้ HRSG Trip ที่ไม่ใช่จากปัญหาขดลวดโซลินอยด์ใหม่

ตารางที่ 2 หลักที่ 3 (***) หมายถึง เหตุการณ์หลังจากที่ HRSG ชุดที่ 1 (HRSG201) และ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) Trip แล้ว บางครั้ง Hydraulic Damper ปิดตัวลงมาใช้เวลามากกว่า 40 วินาที ส่งผลให้ Gas Turbine ชุดที่ 1 (Gas Turbine 21) หรือ Gas Turbine ชุดที่ 2 (Gas Turbine 22) Trip และบางครั้ง Hydraulic Damper ปิดตัวลงมาใช้น้อยกว่า 40 วินาที ไม่ส่งผลให้ Gas Turbine Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2541 ซึ่งเป็นช่วงงานความรับผิดชอบของบริษัทฯ มีเหตุการณ์ Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของชุด Hydraulic Damper ดังตารางที่ 2

ซึ่งกรณี Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของชุด Hydraulic Damper นี้ ส่งผลให้ขบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 สูญเสียกำลังผลิต 200 MW ต่อ Gas Turbine 1 Unit ซึ่งใช้เวลาในการแก้ไขจนกว่าสามารถนำเครื่อง Gas Turbine คืนสู่ระบบปกติอย่างน้อย 6 ชั่วโมงหรือมากกว่านั้นซึ่งทำให้หน่วยงานสูญเสียรายมากกว่ากรณีที่ 1 เท่าตัว

6.3 ข้อมูลการแก้ปัญหา ปี 2542-2543

6.3.1 กรณี HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่

หลังจากที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ทางบริษัทฯ ที่ทำการติดตั้งชุด Hydraulic Damper ได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยการแนะนำให้เปลี่ยนขนาดของโซลินอยด์วาล์วจากเดิมที่ใช้ขนาดพิกัด 220 โวลต์ เป็นขนาดพิกัด 230 โวลต์ เนื่องจากสันนิษฐานว่าสาเหตุที่ทำให้ขดลวดโซลินอยด์ใหม่ขาดวงจร คือแรงดันที่จ่ายให้กับโซลินอยด์วาล์วมีระดับแรงดันที่สูงกว่า (แรงดัน 230 โวลต์) พิกัดของโซลินอยด์วาล์วเดิมที่ใช้ (โซลินอยด์วาล์วขนาดพิกัด 220 โวลต์) แต่ปัญหายังคงเกิดเหมือนเดิม จากนั้นทำการเปลี่ยนขนาดของโซลินอยด์วาล์วจากขนาดพิกัด 230 โวลต์เป็นขนาด พิกัด 207 โวลต์ โดยต่อผ่านชุดวงจรลดแรงดัน 230 โวลต์เหลือ 207 โวลต์ (Bridge Rectifier) ปัญหาที่พบยังคงเกิดเหมือนเดิมคือขดลวดโซลินอยด์ใหม่บางครั้งชุดวงจรลดแรงดัน 230 โวลต์เหลือ 207 โวลต์ (Bridge Rectifier) เสียใช้งานไม่ได้ จากนั้นแก้ไขโดยทำการเปลี่ยนขนาดของโซลินอยด์วาล์วจากขนาดพิกัด 207 โวลต์เป็นขนาดพิกัด 240 โวลต์ แต่ปัญหายังคงเกิดเหมือนเดิม

ตารางที่ 6.3 HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1)

หลังการแก้ไขเปลี่ยนขนาดขดลวดโซลินอยด์ใหม่มีขนาดพิกัดสูงกว่าเดิม

*วัน/เดือน/ปี	**HRSG#_ Trip	*** สาเหตุการ Trip
15มกราคม 2542	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่
01เมษายน 2542	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่
01กันยายน 2542	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่
8มกราคม 2543	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่
23เมษายน 2543	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่
7พฤษภาคม 2543	HRSG# 202	ขดลวด โซลินอยด์ใหม่

หมายเหตุ ตารางที่ 3 หลักที่ 1 (*) จะเห็นว่าเหตุการณ์ขัดลวดโซลินอยด์วาล์วใหม่นี้ไม่เกิดกับ HRSG 201 เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าว HRSG201 Outage Shutdown เป็นเวลานานเนื่องจาก เกิดปัญหาที่ Compressor Blade ของ Gas Turbine 201 มีรอยร้าว (Crack) ต้องหยุดเครื่องเป็นเวลานาน

ตารางที่ 3 หลักที่ 2 (**) หมายถึงเกิดเหตุการณ์ HRSG ชุดที่ 1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) จากความผิดปกติกับขัดลวดโซลินอยด์ซึ่งใหม่ทำให้ Damper ปิดตัวลง มาทันทีส่งผลให้ HRSG Trip

ตารางที่ 3 หลักที่ 3 (***) หมายถึงสาเหตุจากขัดลวดโซลินอยด์ใหม่ ทำให้ Damper ปิดตัวลงมาทันที ผลคือ HRSGชุดที่1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2543 ซึ่งเป็นช่วงงานความรับผิดชอบของ กฟผ. ยังเกิดเหตุการณ์ HRSG Trip เนื่องจากขัดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่อีก ดังตารางที่3 ทำให้หน่วยงานสูญเสียรายได้เช่นกัน

6.3.2 กรณี Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper

หลังจากที่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวทางบริษัทฯ ที่ทำการติดตั้งชุด Hydraulic Damper สันนิฐานว่าสาเหตุเนื่องจากความสกปรกที่เกิดขึ้นกับระบบน้ำมัน จึงแนะนำวิธีการแก้ปัญหาโดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันตามวาระที่มีการหยุดเครื่อง และทำความสะอาด Drain Control Valve และโซลินอยด์วาล์วตัวอื่นๆ ที่ใช้ควบคุมชุด Hydraulic Damper หลังจากนั้นทำการทดสอบการปิดของชุด Hydraulic Damper ทุกครั้งที่มีการหยุดเครื่องแต่ปัญหายังคงเกิดเหมือนเดิม

ตารางที่ 6.4 : Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2)

หลังแก้ไขเปลี่ยนถ่ายน้ำมันทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วเมื่อหยุดเครื่องตามวาระ

วัน/เดือน/ปี	ต้นเหตุ HRSG# __ Trip	เป็นเหตุให้ Gas Turbine # __ Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า 40 วินาที)
15ม.ค.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่ Trip
03ก.พ.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
01มี.ค.2542	HRSG# 201	Gas Turbine 21 Trip (200MW)
08มี.ค.2542	HRSG#201	Gas Turbine 21 ไม่ Trip
30มี.ค.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
01เม.ย.2542	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
05พ.ค.2543	HRSG#201	Gas Turbine 21 ไม่ Trip

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

05พ.ค.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
31ส.ค.2543	HRSG#201	Gas Turbine 21 Trip (200MW)
01ก.ย.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)
20ธ.ค.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip (200MW)

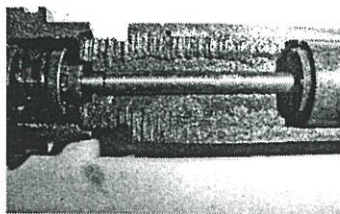
เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม2542 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2543 ซึ่งเป็นช่วงงานความรับผิดชอบของ กฟผ. ซึ่งได้แก้ไขตามคำแนะนำจากบริษัท ฯ ยังมีเหตุการณ์ Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของชุด Hydraulic Damper ใหม่ ดังตารางที่ 4 ทำให้หน่วยงานสูญเสียรายได้เช่นกัน

6.4 ข้อมูลการแก้ปัญหา ปี 2544-2545

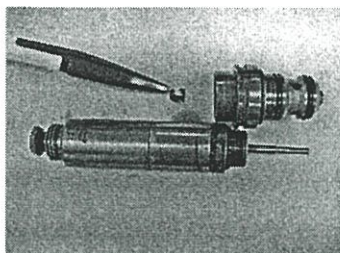
6.4.1 เพิ่มชุดระบายความร้อนและชุด Exercise โซลินอยด์วาล์ว

6.4.1.1 กรณี HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่

หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ไขปัญหาที่ทางบริษัท ฯ แนะนำปัญหาที่เกิดยังคงไม่หมดไป ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาดังกล่าวโดยการผ่าพิสูจน์ดูโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วและขดลวดโซลินอยด์ และนำน้ำมันไฮดรอลิกไปทำการทดสอบโดยการให้ความร้อนกับตัวโซลินอยด์วาล์วและดูผลของน้ำมัน ดังรูป 6.1 ซึ่งพบว่าขดลวดโซลินอยด์ใหม่จากสาเหตุฉนวนขดลวดเสื่อมสภาพอายุใช้งานสั้นลงและไหม้ขาดวงจรในที่สุด ส่งผลให้จากความร้อนสูงสะสม จึงมีแนวทางลดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นโดยการระบายความร้อน และพบว่าโซลินอยด์วาล์วขัดตัวสาเหตุอุณหภูมิในตัวขดลวดโซลินอยด์สูงสะสมเป็นเวลานานๆ ส่งผลทำให้น้ำมันบริเวณ Gab วาล์วกลายเป็นยางเหนียวแข็ง ดังรูป 6.2 เป็นเวลานานจะไปอุดทางการเคลื่อนที่ของโซลินอยด์วาล์วซึ่งในที่นี้พิจารณาทดสอบกับโซลินอยด์วาล์วที่ชื่อ “Drain Control Valve” เป็นเหตุให้วาล์วขัดตัว จึงมีแนวทางป้องกันการสะสมของยางเหนียวที่เกิดจากน้ำมันกับความร้อนโดยการขัดยางเหนียวออกจาก Gab วาล์ว โดยทำการขยับวาล์วหรือ Exercise วาล์วประจำทุกๆ เดือน

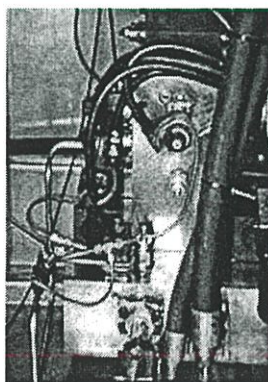


รูปที่ 6.1 การทดสอบคราบยางเหนียวโดยการให้ความร้อน



รูปที่ 6.2 คราบยางเหนียวเกิดจากความร้อนสะสมในขดลวดโซลินอยด์วาล์ว

หลังเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ได้ทำการเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนให้แก่ขดลวดโซลินอยด์ของวาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper เนื่องจากโซลินอยด์วาล์วทั้งหมดของชุด Hydraulic Damper ถูกติดตั้งในตู้ Skid ที่แคบและไม่มีชุดระบายความร้อน ได้ทำการแก้ไขโดยเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนโดยใช้ท่อขนาด ¼ นิ้ว ขดลวดขดลวดโซลินอยด์ และทำการเจาะรูรอบๆท่อที่ขดลวดขดลวดโซลินอยด์ ดัง รูปที่ 6.3 จากนั้นใช้ลมที่ต่อจาก Service Air ไปเป่าขดลวดโซลินอยด์และทำการปรับปรุงให้มีช่องระบายอากาศเพื่อลดอุณหภูมิภายในบริเวณตู้ ซึ่งส่งผลทำให้อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์ลดลงจาก 120°C เหลือ 53°C



รูปที่ 6.3 การระบายความร้อนของขดลวดโซลินอยด์วาล์ว

ตารางที่ 6.5 HRSG Trip เนื่องจากขอลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณีที่ 1)

หลังแก้ไขโดยการติดตั้งชุดระบายความร้อนให้กับขดลวดโซลินอยด์แล้ว

*วัน/เดือน/ปี	**HRSG#_ Trip	*** สาเหตุการ Trip
ม.ค.2544 ถึงธ.ค.2545	HRSG# 201 และ 202 ไม่มีการ Trip	ไม่มี

หมายเหตุ ตารางที่ 5 หลักที่ 2 (***) หมายถึงเกิดเหตุการณ์ HRSG ชุดที่ 1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) จากความผิดปกติกับขดลวดโซลินอยด์ใหม่ ซึ่งในที่นี่ไม่มีเหตุการณ์ HRSG Trip จากสาเหตุดังกล่าว

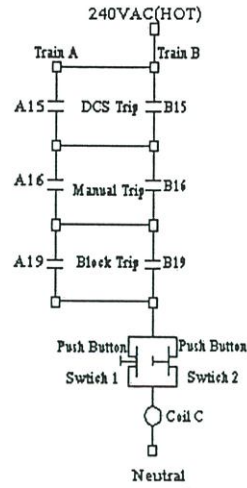
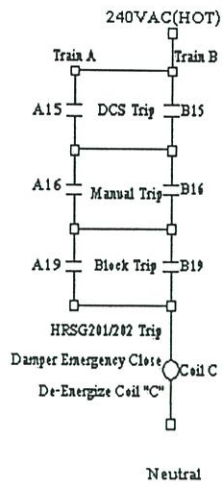
ตารางที่ 5 หลักที่ 3 (***) หมายถึงสาเหตุจากขดลวดโซลินอยด์ใหม่ ทำให้ Damper ปิดตัวลงมาทันที ผลคือ HRSGชุดที่ 1 (HRSG201) Trip หรือ HRSG ชุดที่ 2 (HRSG202) Trip ซึ่งในที่นี่ไม่มีเหตุการณ์ HRSG Trip จากสาเหตุดังกล่าว

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2544 ถึงเดือนธันวาคม 2545 ไม่มีเหตุการณ์ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ ดังตารางที่ 5

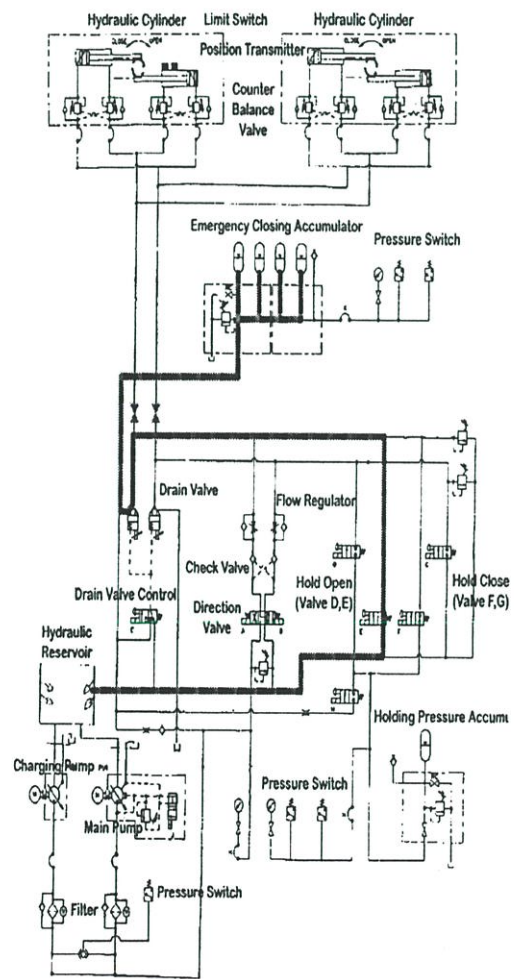
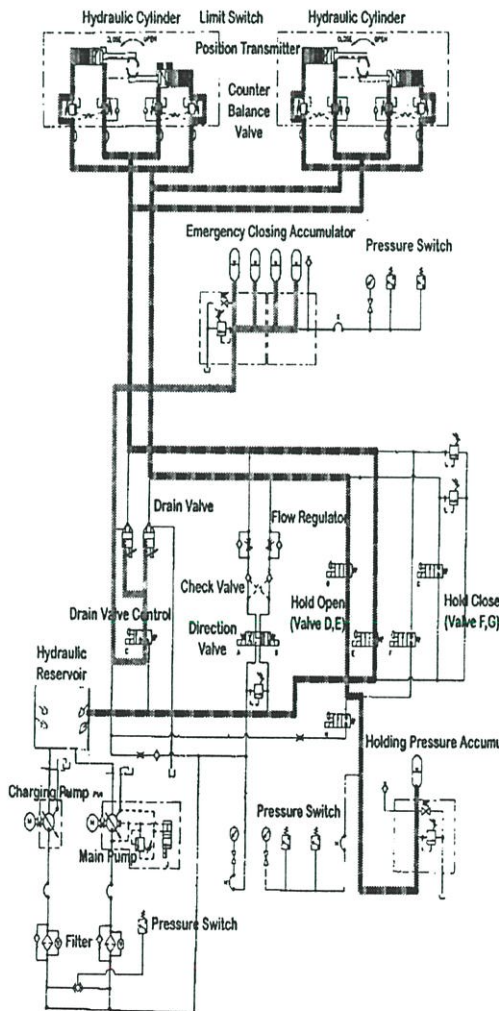
สาเหตุของปัญหาคือ อุณหภูมิในตัวขดลวดโซลินอยด์สูงสะสมเป็นเวลานานๆ ทำให้ฉนวนของขดลวดเสื่อมสภาพ อายุการใช้งานสั้นลงและในที่สุดขดลวดโซลินอยด์จึงไหม้และขาดวงจรส่งผลให้ HRSG Trip

6.4.1.2 กรณี Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper

หลังเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว เพิ่มเติมชุด Exercise วาล์วควบคุม Hydraulic Damper ทำการเพิ่มเติมฟังก์ชันการ Exercise โซลินอยด์วาล์วโดยการปรับปรุงวงจรไฟฟ้าของระบบป้องกันโดยทำการเพิ่มเติมสวิทช์ปุ่มกดแบบกดติดปล่อยดับ (Push Button Switch) 2 ชุดต่ออนุกรมกับวงจรไฟฟ้าเดิม สาเหตุที่ใช้สวิทช์ 2 ชุด คือกรณีเกิดการผิดพลาดโดยไม่ตั้งใจของสวิทช์ 1 ชุด ก็จะไม่มีผลกระทบต่อระบบการทำงานของชุด Hydraulic Damper



รูปที่ 6.4 วงจรไฟฟ้าเดิม (ซ้าย) และวงจรไฟฟ้าใหม่หลังการปรับปรุง (ขวา)



รูปที่ 6.5 วงจรน้ำมันไฮดรอลิกใช้งานปกติ (ซ้าย) และวงจรน้ำมันขณะทำการ Exercise (ขวา)

ในการเพิ่มเติมชุด Exercise วาล์วควบคุม Hydraulic Damper เราได้เพิ่มเติมสวิตช์ปุ่มกดแบบกดติดปล่อยดับ (Push Button Switch) 2 ชุด อนุกรมกับวงจรไฟฟ้าเดิมซึ่งสัญญาณที่จะสั่ง Drain Control Valve หยุดทำงานมี 3 ส่วนคือสัญญาณ DCS Trip , Manual Trip และ Block Trip ใดอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำมัน Hydraulic จากถังสะสมความดันทั้งสี่ (Accumulator) ที่สะสมอยู่ไหลผ่าน Drain Valve ทางเช็ควาล์ว (Check Valve) ไปยังกระบอกสูบและไหลกลับผ่าน Drain Valve อีกตัวกลับสู่ถังพักน้ำมัน ทำให้ Damper ปิดตัวลงมา แต่ในการ Exercise ของ Drain Control Valve เราได้ทำการปิดวาล์วก่อนเข้าและหลังเข้ากระบอกสูบ เมื่อเรากดสวิตช์ปุ่มกดทั้งสอง (Push Button Switch) เพื่อทดสอบการ Exercise ของ Drain Control Valve ผลคือน้ำมันไฮดรอลิกก็จะไหลเวียนอยู่ในระบบโดยไม่ผ่านกระบอกสูบทั้งสอง Damper จึงไม่ปิดตัวลงมาซึ่งมีขั้นตอนการ Exercise ดังนี้

- 1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ายังคงดำเนินอยู่ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ากังหันแก๊ส (Gas Turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังไอน้ำ (Steam Turbine) จ่ายโหลดปกติ ด้วย HRSG ทั้งสอง Damper อยู่ตำแหน่งเปิด 100 % และปั๊มทุกตัวอยู่ตำแหน่งอัตโนมัติ (Automatic Mode) ทำการปิดวาล์วก่อนและหลังเข้ากระบอกสูบ จากนั้นตรวจสอบความพร้อมทั่วไป สังเกตเกจวัดแรงดันในระบบซึ่งก็คือแรงดันที่วัดจากถังสะสมความดัน (Accumulator) 160 Bar
- 2 ทำการกดสวิตช์ทั้งสองตัวพร้อมกัน (Push Button Switch) ประมาณ 10 วินาทีแล้วจึงปล่อย เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าของโซลินอยด์วาล์ว “ Drain Control Valve ” สังเกตจากเกจวัดแรงดันที่ถังสะสมความดัน (Accumulator) แรงดันจะค่อยๆ ลดลงจาก 160 บาร์ (Bar) ลงเหลือ 140 บาร์ (Bar) ปั๊มรอง PU2 (Charging Pump) จะทำงานอัตโนมัติ (Automatic Start) และจะหยุดทำงานอัตโนมัติ (Automatic Stop) ที่แรงดัน 160 บาร์ (Bar) แสดงให้เห็นว่า Drain Control Valve ทำงานไม่เกิดการขัดตัว
- 3 ทำการเปิดวาล์วก่อนและหลังเข้ากระบอกสูบเพื่อเข้าใช้งาน ซึ่งเป็นการเสร็จสิ้นการทดสอบ

หมายเหตุ : ถ้าเกจวัดแรงดันที่ Accumulator ไม่ลดลงแสดงว่า Drain Valve control ขัดตัวต้องทำการแก้ไขช่วงกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าหยุดเครื่อง (Plant Shut down)

ตารางที่ 6.6 Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณีที่ 2)
 หลังการแก้ไขโดยการ Exercise โซลินอยด์วาล์วประจำทุกๆ เดือน

*วัน/เดือน/ปี	**ต้นเหตุ HRSG# __Trip	***เป็นเหตุให้ Gas Turbine # __Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า40 วินาที)
17 มี.ค. 2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
20 มี.ค.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
07 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
08 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
27 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
26 มิ.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2544 ถึงเดือนธันวาคม 2545 ไม่มีเหตุการณ์ Gas Turbine Trip เนื่องจากการปิดของชุด Hydraulic Damper ใหม่ ดังตารางที่ 6

สาเหตุของปัญหาคือ อุณหภูมิในตัวควบคุ โซลินอยด์สูงสะสมเป็นเวลานานๆ ส่งผลทำให้ โซลินอยด์วาล์วร้อน ทำให้น้ำมันบริเวณ Hydraulic ที่ใช้ชื้อเป็นน้ำมันทนไฟประเภทน้ำมันที่มีน้ำผสมไกลคอล น้ำมันประเภทนี้ ประกอบด้วยน้ำ 35-40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นสารต้านทานการติดไฟ ไกลคอล และสารประกอบจากน้ำที่เป็นขางเหนียวทำให้เกิดความหนืด [7] ดังนั้นเมื่อน้ำมันไฮดรอลิกบริเวณโซลินอยด์วาล์วมีอุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำที่ผสมในน้ำมันระเหย ไอน้ำมันบริเวณดังกล่าวจะระเหยกลายเป็นขางเหนียวแข็งดังรูปที่ 6.1 และ 6.2 ไปอุดทางการเคลื่อนที่ของ Drain Control Valve เป็นเหตุให้วาล์วขัดตัว เมื่อ HRSG Trip ส่งผลทำให้ Gas Turbine Trip

6.5 ข้อมูลการแก้ปัญหา ปี 2546 ถึงปัจจุบัน

6.5.1 เพิ่มวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

6.5.1.1 กรณี HRSG Trip เนื่องจากชุดควบคุ โซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่

เพิ่มเติมวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว เมื่อนำวงจรสวิทซ์ความถี่ต่ำเข้าใช้งานโดยทดลองใช้กับโซลินอยด์วาล์วที่มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ ตั้งแต่ 1 มกราคม 2546 ถึง ปัจจุบัน สามารถลดอุณหภูมิจาก 110° C เหลือ 53° C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลต์ โดยผลที่ได้รับเหมือนการการแก้ปัญหาโดยการติดตั้งชุดระบายความร้อน ข้อดีคือประหยัดพลังงานสิ้นเปลืองจาก Service Air และลดความยุ่งยากในการติดตั้งและตรวจสอบท่อลม

สามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากปัญหาดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ และได้ยกเลิกวิธีการแก้ปัญหาโดยการระบายความร้อนโดยใช้ลม

ตารางที่ 6.7 HRSG Trip เนื่องจากขอลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณี1)
หลังแก้ไขโดยการติดตั้งวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

*วัน/เดือน/ปี	**HRSG#__ Trip	***สาเหตุการ Trip
ม.ค.2546 ถึง ปัจจุบัน	HRSG# 201 และ 202 ไม่มีการ Trip	-

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2546 – 31 มีนาคม 2547 ระยะเวลา 1 ปี 3 เดือน ไม่มีเหตุการณ์ที่ HRSG Trip เนื่องจากโซลินอยด์วาล์วใหม่ ดังตารางที่ 7

6.5.1.2 กรณี Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Hydraulic Damper
เพิ่มเติมวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว เมื่อนางวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำ
เข้าใช้งานโดยทดลองใช้กับโซลินอยด์วาล์วที่มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ และยกเลิกวิธี
การแก้ปัญหาโดยการเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนและเพิ่มเติมฟังก์ชันการ Exercise ตั้งแต่ 1
มกราคม ถึง ปัจจุบัน สามารถลดอุณหภูมิจาก 120° C เหลือ 54° C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด
24 โวลต์ โดยผลที่ได้รับเหมือนกับการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มเติมฟังก์ชันการ Exercise ข้อดีคือ
ป้องกันความผิดพลาดขณะทำการ Exercise สามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากปัญหาดังกล่าว
ได้อย่างสมบูรณ์ และได้ยกเลิกวิธีการแก้ปัญหาโดยการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว “ Drain Control
Valve “

ตารางที่ 6.8 Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณี2)
หลังแก้ไขโดยการติดตั้งวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

*วัน/เดือน/ปี	**ต้นเหตุ HRSG#__ Trip	***เป็นเหตุให้ Gas Turbine #__ Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า40 วินาที)
8 ม.ค. 2546	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
17 มี.ค.2546	HRSG#201	Gas Turbine 201 ไม่ Trip
06 ก.ย.2546	HRSG#201	Gas Turbine 201 ไม่ Trip
26 มี.ค.2546	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2546 – 31 มีนาคม 2547 ระยะเวลา 1 ปี 3 เดือน ไม่มีเหตุการณ์ที่ Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวจากการปิดของ Damper เนื่องจากโซลินอยด์วาล์วขัดตัว ดังตารางที่ 8

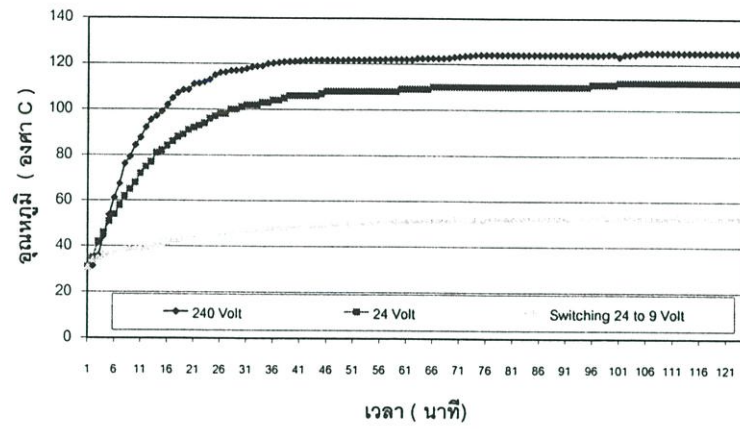
6.6 สรุปผลการแก้ปัญหา

หลักการเดิม : กรณีที่ 1 เพิ่มเติมชุดระบายความร้อนขดลวดโซลินอยด์ สามารถแก้ปัญหาคำร้อนสูงสะสม อันเป็นสาเหตุทำให้ฉนวนของขดลวดเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนที่เกิดจากการใช้งาน และระยะเวลาในการใช้งานโดยสามารถลดอุณหภูมิจาก 120°C เหลือ 54°C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 240 โวลต์ และลดลงจาก 110°C เหลือ 53°C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลต์

หลักการเดิม : กรณีที่ 2 เพิ่มเติมชุด Exercise วาล์วควบคุม Hydraulic Damper เพื่อป้องกันการขัดตัวของโซลินอยด์วาล์วโดยการทำการ Exercise โซลินอยด์วาล์วประจำทุกวันที่ 1 ของเดือน ขณะที่เครื่องจักรกังหันแก๊ส (Gas Turbine) เครื่องจักรกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) จำหน่ายปกติ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโซลินอยด์วาล์วขัดตัวหรือไม่ และเป็นการป้องกันการขัดตัวของโซลินอยด์วาล์ว ผลที่ได้รับจากข้อมูลไม่พบการการ Gas Turbine Trip

หลักการใหม่ : กรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 เพิ่มเติมวงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว เมื่อนาววงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำเข้าใช้งานโดยทดลองใช้กับโซลินอยด์วาล์วที่มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ ตั้งแต่ 1 มกราคม 2546 ถึงปัจจุบัน สามารถลดอุณหภูมิจาก 110°C เหลือ 53°C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 โวลต์ โดยผลที่ได้รับเหมือนกับหลักการเดิมทั้งสองอย่าง ข้อดีในการนำหลักการใหม่มาแก้ปัญหา คือประหยัดพลังงานสิ้นเปลืองจากลม Service Air และลดความยุ่งยากในการติดตั้งและตรวจสอบที่ลม Service Air และป้องกันความผิดพลาดที่กระทบต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าขณะทำการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว ซึ่งสามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากปัญหาดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ โดยเก็บข้อมูลทำการเปรียบเทียบระหว่างโซลินอยด์วาล์วที่รับแรงดันไฟฟ้าโดยตรงต่อเนื่อง 240 โวลต์ และ 24 โวลต์ เทียบกับโซลินอยด์วาล์วที่มีวงจรสวิทช์ซึ่งที่ลดแรงดันจาก 240 โวลต์ เหลือ 9 โวลต์ หนึ่งเวลา 5 วินาที ดังรูปที่ 6.6

กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิขดลวดโซลินอยด์



รูปที่ 6.6 อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์ 240 โวลต์ และ 24 โวลต์ จ่ายกระแสไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง เปรียบเทียบกับขดลวดโซลินอยด์ 24 โวลต์ควบคุมโดยวงจรรวมจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำ

บทที่ 7

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาความร้อนสูงสะสมในโซลินอยด์วาล์วที่ควบคุมชุด Hydraulic Damper ที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในประเทศไทยหลายแห่ง ซึ่งนิยมแก้ปัญหาโดยการควบคุมอุณหภูมิสถานะแวดล้อมโดยติดตั้งชุดระบายความร้อนโดยใช้ลม Service Air และการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว พบว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ จึงนำหลักการเทคนิคสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำมาประยุกต์แก้ปัญหาซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ

ปัญหาความร้อนที่สะสมของชุดลวดโซลินอยด์นี้ เป็นผลจากพลังงานที่สะสมในตัวเหนียวนำหรือชุดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper ซึ่งพลังงานที่สะสมแปรผันตามกำลังสองของกระแสที่ผ่านตัวเหนียวนำ $P = \frac{I^2}{R}$ เมื่อมีกระแสไหลผ่านโซลินอยด์วาล์วมากขึ้นความร้อนก็เกิดขึ้นตาม ถ้ามีกระแสไหลผ่านโซลินอยด์วาล์วลดลงความร้อนที่เกิดขึ้นก็จะลดลงตาม ซึ่งกระแสที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงนี้จะแปรผันตามแรงดันที่ตกคร่อมโซลินอยด์วาล์ว $I = \frac{V}{R}$

ซึ่งในการลดความร้อนที่สะสมในชุดลวดโซลินอยด์นี้ ส่งผลให้ฉนวนของชุดลวดมีอายุใช้งานยาวนานขึ้น ซึ่งการเสื่อมสภาพของฉนวนของชุดลวดเหนียวนำนี้ จะแปรผันกับอุณหภูมิและระยะเวลาเป็นสำคัญ

เทคนิคสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำที่นำมาประยุกต์ใช้ควบคุมโซลินอยด์วาล์วนี้ คือเป็นเทคนิคโดยอาศัยหลักการปิด-เปิดวงจรที่ใช้สวิทซ์ให้เป็นจังหวะ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ได้เป็นแรงดันเฉลี่ยที่มีค่าต่ำลงด้วยการควบคุมระยะเวลาของการสวิทซ์ หลังจากที่โซลินอยด์วาล์วขยับตัวเปิดหรือขยับตัวปิดแล้ว ซึ่งในการลดระดับแรงดันลงมานี้ต้องคำนึงถึงการทำงานของโซลินอยด์วาล์วว่าต้องสามารถทำงานได้เหมือนเดิม สามารถรักษาสถานะการทำงานเปิดหรือปิดวาล์วได้ปกติ

หลังจากนำวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำที่ออกแบบไว้เข้าใช้งาน ตั้งแต่เดือน 1 มกราคม 2546 ถึงปัจจุบันสามารถควบคุมการทำงานชุด Hydraulic Damper ได้ปกติไม่กระทบต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งผลดีที่ลดระดับแรงดันลงมาที่ 9 โวลต์นี้ช่วยให้อุณหภูมิสะสมที่ชุดลวดโซลินอยด์ลดลงฉนวนของชุดลวดมีอายุใช้งานนานขึ้นวาล์วไม่มีการขัดตัว และเทียบกับหลักการเดิมที่ใช้ Service Air ระบายความร้อนให้กับชุดลวดโซลินอยด์วาล์ว งานวิจัยนี้ผลดีกว่าคือสามารถประหยัดพลังงานสิ้นเปลืองของ Service Air และลดความยุ่งยากในการติดตั้งและตรวจสอบต่อ Service Air และความผิดพลาดขณะทำการ Exercise โซลินอยด์วาล์วขณะเดินเครื่องจ่ายโหลดสามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากการปิดของชุด Hydraulic Damper เนื่องจากโซลินอยด์

วาล์วขัดตัวและแก้ปัญหา HRSG Trip จากขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่เนื่องจากความร้อนสูงสะสมในขดลวดโซลินอยด์วาล์วได้และปิดอายุการใช้งานของเครื่องจักร Gas Turbine และ HRSG ทำให้หน่วยงานลดการสูญเสียสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบได้ต่อเนื่องหลังจากที่ได้นำผลงานวิจัยนี้ทดลองใช้งานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ปัจจุบันทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้นำวงจรสวิทช์ซึ่งความถี่ต่ำจากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้งานควบคุมโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper ที่โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมอื่นๆ เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมวังน้อย และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมบางปะกง เป็นการขยายการใช้งานของงานวิจัยนี้ในโรงไฟฟ้ามากขึ้น

ข้อเสนอแนะ เนื่องจากวงจรใช้งานนี้ใช้แหล่งจ่าย 24 โวลต์ โดยผ่านหม้อแปลงลดระดับแรงดันลงจาก 220 โวลต์ ลงเหลือ 24 โวลต์ ควรหาแหล่งจ่ายแรงดันที่มีเสถียรภาพที่ดีอาจจะใช้หม้อแปลง 2 ตัวที่มีระบบสำรอง (Back Up) หรือแหล่งจ่ายแรงดันจาก Battery Charger และวงจรควบคุมนี้ควรติดตั้งในที่ที่มีอุณหภูมิที่พอเหมาะไม่สูงนัก เพราะที่มีอุณหภูมิสูงนี้อาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ฉะนั้นในอนาคตสำหรับการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไปในอนาคต ก็จะออกแบบวงจรควบคุมนี้ให้มีระบบการทำงานที่นำเชื่อถือมากขึ้น ด้วยการป้องกันกรณีอุปกรณ์ในวงจรเกิดการเสียหายแล้วทำให้ระบบควบคุมโซลินอยด์วาล์วทำงานผิดพลาด โดยการเพิ่มวงจรขนานฉุกเฉิน (Bypass) ให้รับแรงดันโดยตรง 24 โวลต์และมีระบบเตือนแจ้งกรณีวงจรควบคุมทำงานผิดปกติหรือไม่ทำงาน

บรรณานุกรม

- [1] Somporn Tiramatsatian, Banlue Boonporn, “ Meeting of Combined Cycle Power Plant for Asean Mumber Countries ” Tab12, December 13-15,2000
- [2] สุรชาติ ลีรากวีผล , พิพัฒน์ เลหาสงคราม “ กรณีศึกษาการป้องกัน Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper และ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ของชุด Hydraulic Damper ใหม่ ” วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ฉบับที่ 4 ปีที่ 12 พ.ศ.2544 หน้า ที่ 15-20
- [3] _____, “ Operating Instruction, South Bangkok Combined Cycle Power Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand ” Volume 2, 1997, Black & Veath International.
- [4] _____, “ Instruction Book for Heat Recovery Steam Generator, South Bangkok Combined Cycle Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand ” Volume 2/6 , 1995, Cockerill Mechanical Industries.
- [5] Daniel W. Hart “Introduction to Power Electronic” Circuit Theory and Designed ” Sky Book LTD.
- [6] Robert Boylestad and Louis Nashelsky, “Electronic Devices and Circuit Theory” Prentice-Hall, 6 th Ed., 1996.
- [7] ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ปานเพชร ชินินทร, “เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น” หน้า 300,บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.
- [8] รุ่งโรจน์ รัตนาวรินทร์, “การวิเคราะห์และตรวจสอบระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรกล” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] นภัทร วัฒนเทพินทร์, “ ทฤษฎีและการออกแบบวงจรพัลส์ ” บริษัทสกายบุคส์ จำกัด

ภาคผนวก ก

Data Sheet อุปกรณ์ภายในวงจร



IRFP460

N - CHANNEL 500V - 0.22 Ω - 20 A - TO-247 PowerMESH™ MOSFET

TYPE	V _{DSS}	R _{DS(on)}	I _D
IRFP460	500 V	< 0.27 Ω	20 A

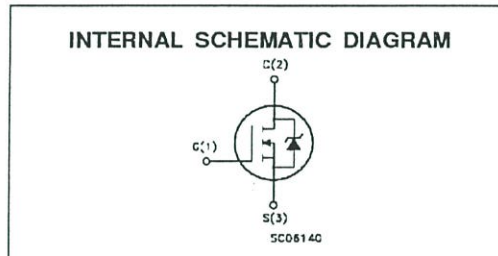
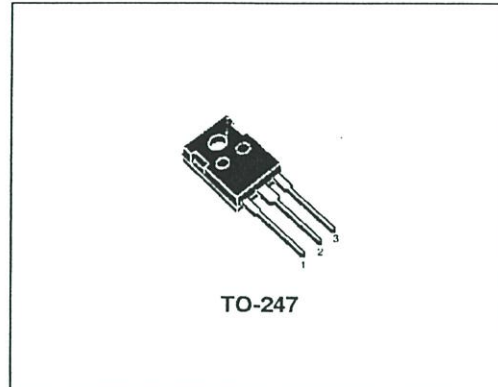
- TYPICAL R_{DS(on)} = 0.22 Ω
- EXTREMELY HIGH dv/dt CAPABILITY
- 100% AVALANCHE TESTED
- VERY LOW INTRINSIC CAPACITANCES
- GATE CHARGE MINIMIZED

DESCRIPTION

This power MOSFET is designed using the company's consolidated strip layout-based MESH OVERLAY™ process. This technology matches and improves the performances compared with standard parts from various sources.

APPLICATIONS

- HIGH CURRENT SWITCHING
- UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS)
- DC/DC CONVERTERS FOR TELECOM, INDUSTRIAL, AND LIGHTING EQUIPMENT.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DS}	Drain-source Voltage (V _{GS} = 0)	500	V
V _{DGR}	Drain- gate Voltage (R _{GS} = 20 k Ω)	500	V
V _{GS}	Gate-source Voltage	\pm 20	V
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 25 °C	20	A
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 100 °C	13	A
I _{DM} (*)	Drain Current (pulsed)	80	A
P _{tot}	Total Dissipation at T _c = 25 °C	250	W
	Derating Factor	2	W/°C
dv/dt(1)	Peak Diode Recovery voltage slope	3.5	V/ns
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	°C
T _j	Max. Operating Junction Temperature	150	°C

(*) Pulse width limited by safe operating area

(1) I_{SD} \leq 20 A, di/dt \leq 160 A/ μ s, V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}, T_j \leq T_{JMAX}

iRFP460

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	0.5	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	30	°C/W
$R_{thc-sink}$	Thermal Resistance Case-sink	Typ	0.1	°C/W
T_I	Maximum Lead Temperature For Soldering Purpose		300	°C

AVALANCHE CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Max Value	Unit
I_{AR}	Avalanche Current, Repetitive or Not-Repetitive (pulse width limited by T_j max)	20	A
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy (starting $T_j = 25\text{ °C}$, $I_D = I_{AR}$, $V_{DD} = 50\text{ V}$)	1000	mJ

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25\text{ °C}$ unless otherwise specified)

OFF

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source Breakdown Voltage	$I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$ $V_{GS} = 0$	500			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current ($V_{GS} = 0$)	$V_{DS} = \text{Max Rating}$ $V_{DS} = \text{Max Rating}$ $T_c = 125\text{ °C}$			10 100	μA μA
I_{GSS}	Gate-body Leakage Current ($V_{DS} = 0$)	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$			± 100	nA

ON (*)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}$ $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	2	3	4	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-source On Resistance	$V_{GS} = 10\text{ V}$ $I_D = 12\text{ A}$		0.22	0.27	Ω
$I_{D(on)}$	On State Drain Current	$V_{DS} > I_{D(on)} \times R_{DS(on)max}$ $V_{GS} = 10\text{ V}$	20			A

DYNAMIC

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
g_{fs} (*)	Forward Transconductance	$V_{DS} > I_{D(on)} \times R_{DS(on)max}$ $I_D = 12\text{ A}$	13			S
C_{iss}	Input Capacitance	$V_{DS} = 25\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$ $V_{GS} = 0$		4200		pF
C_{oss}	Output Capacitance			500		pF
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance			50		pF

IRFP460

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

SWITCHING ON

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{d(on)}$	Turn-on Time	$V_{DD} = 250\text{ V}$ $I_D = 10\text{ A}$		32		ns
t_r	Rise Time	$R_G = 4.7\ \Omega$ $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 1)		15		ns
Q_g	Total Gate Charge	$V_{DD} = 400\text{ V}$ $I_D = 20\text{ A}$ $V_{GS} = 10\text{ V}$		100	130	nC
Q_{gs}	Gate-Source Charge			21		nC
Q_{gd}	Gate-Drain Charge			37		nC

SWITCHING OFF

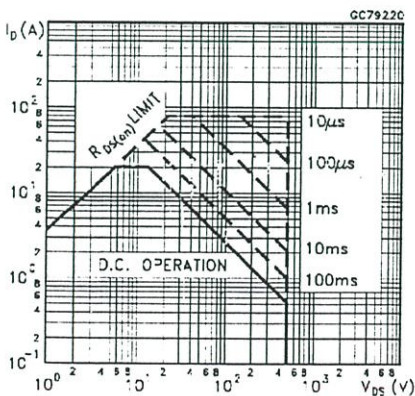
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_r(v_{off})$	Off-voltage Rise Time	$V_{DD} = 400\text{ V}$ $I_D = 20\text{ A}$		20		ns
t_f	Fall Time	$R_G = 4.7\ \Omega$ $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 5)		25		ns
t_c	Cross-over Time			47		ns

SOURCE DRAIN DIODE

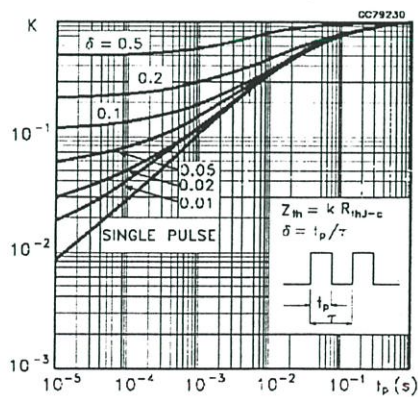
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{SD}	Source-drain Current				20	A
$I_{SDM}(\ast)$	Source-drain Current (pulsed)				80	A
$V_{SD}(\ast)$	Forward Cn Voltage	$I_{SD} = 20\text{ A}$ $V_{GS} = 0$			1.6	V
t_{rr}	Reverse Recovery Time	$I_{SD} = 20\text{ A}$ $di/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}$ $V_{DD} = 100\text{ V}$ $T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$ (see test circuit, figure 3)		700		ns
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge			9		μC
I_{RRM}	Reverse Recovery Current			25		A

(*) Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5%
 (*) Pulse width limited by safe operating area

Safe Operating Area

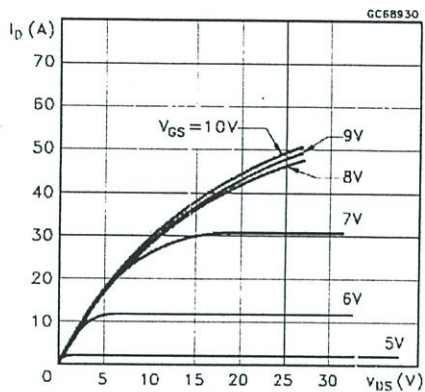


Thermal Impedance

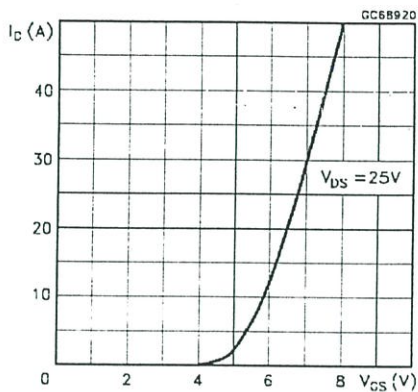


IRFP460

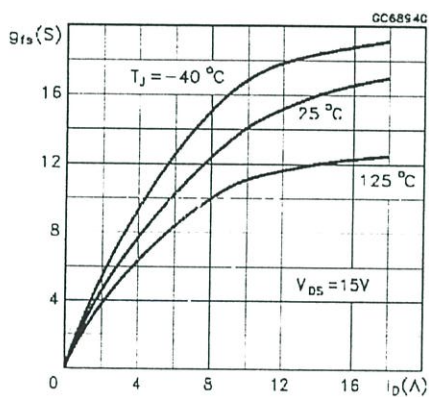
Output Characteristics



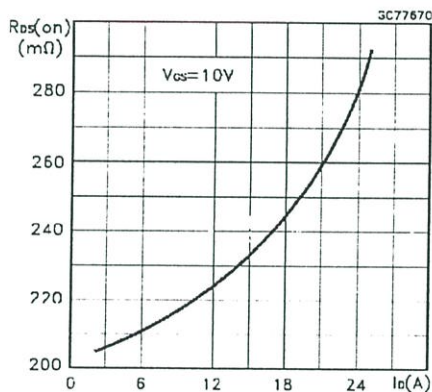
Transfer Characteristics



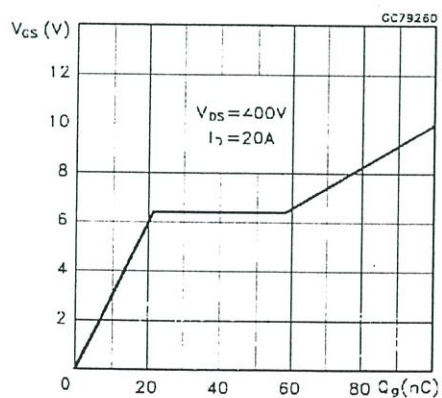
Transconductance



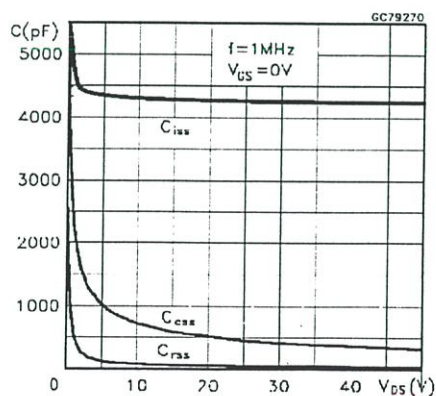
Static Drain-source On Resistance



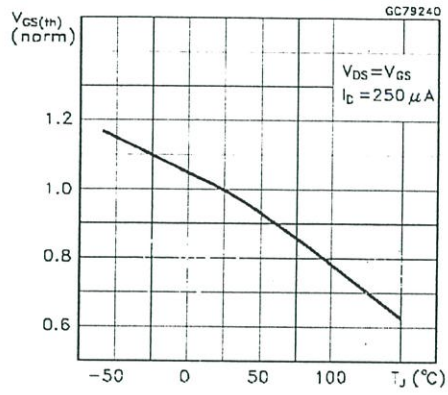
Gate Charge vs Gate-source Voltage



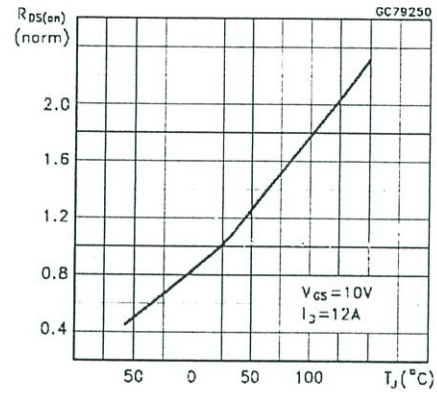
Capacitance Variations



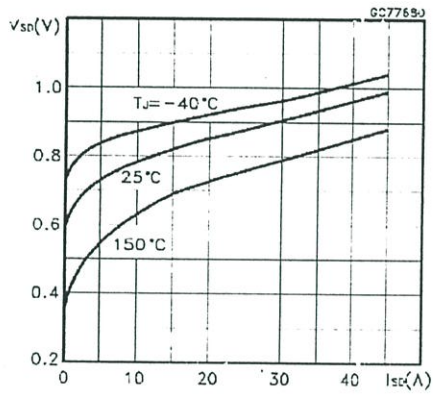
Normalized Gate Threshold Voltage vs



Normalized On Resistance vs Temperature



Source-drain Diode Forward Characteristics



IRFP460

Fig. 1: Unclamped Inductive Load Test Circuit

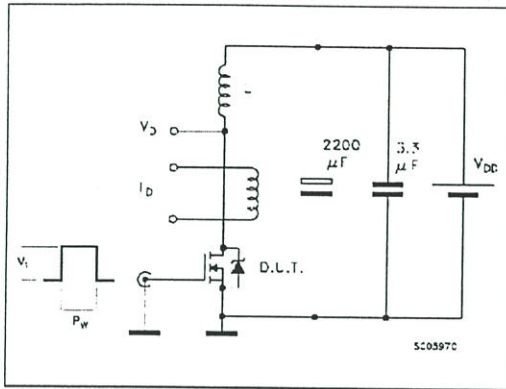


Fig. 1: Unclamped Inductive Waveform

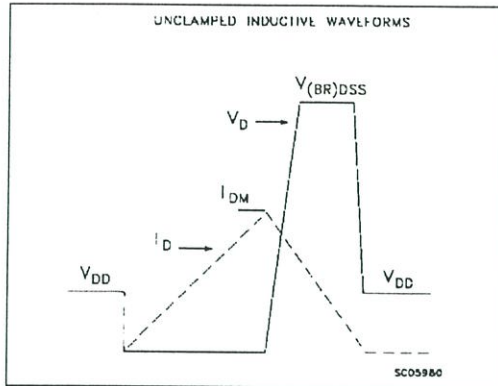


Fig. 3: Switching Times Test Circuits For Resistive Load

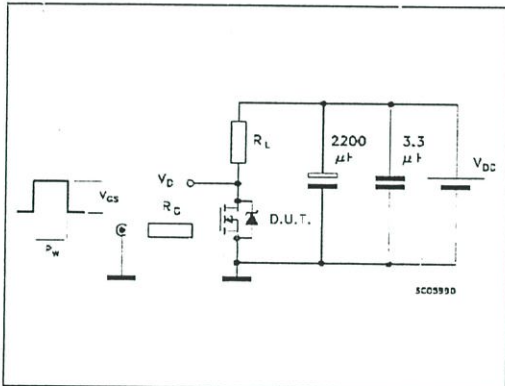


Fig. 4: Gate Charge test Circuit

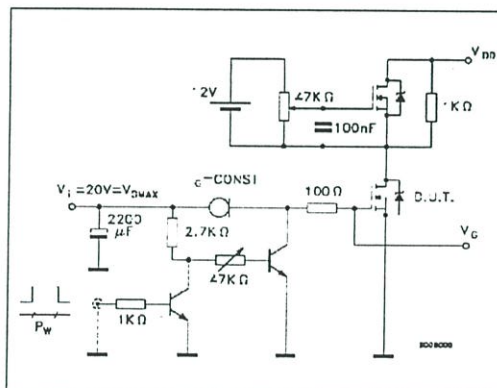
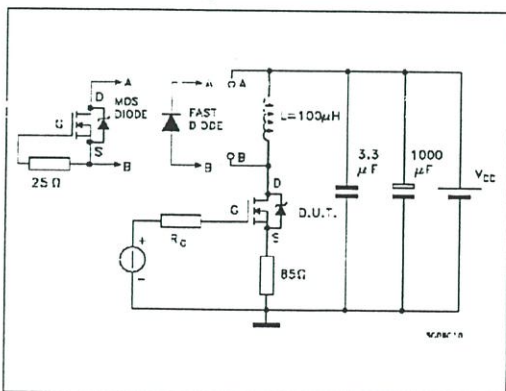


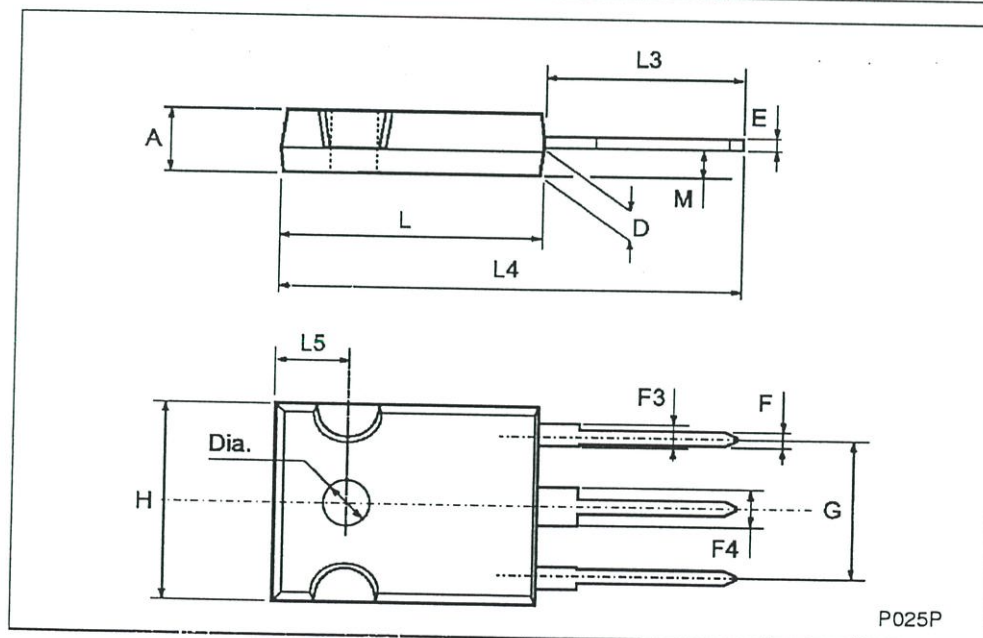
Fig. 5: Test Circuit For Inductive Load Switching And Diode Recovery Times



IRFP460

TO-247 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.7		5.3	0.185		0.209
D	2.2		2.6	0.087		0.102
E	0.4		0.8	0.016		0.031
F	1		1.4	0.039		0.055
F3	2		2.4	0.079		0.094
F4	3		3.4	0.118		0.134
G		10.9			0.429	
H	15.3		15.9	0.602		0.626
L	19.7		20.3	0.776		0.779
L3	14.2		14.8	0.559	0.413	0.582
L4		34.6			1.362	
L5		5.5			0.217	
M	2		3	0.079		0.118
Dia	3.55		3.65	0.140		0.144



7/8

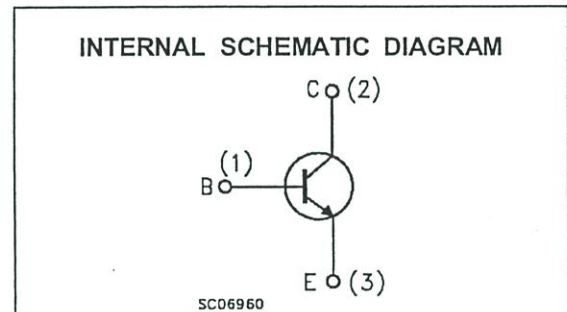
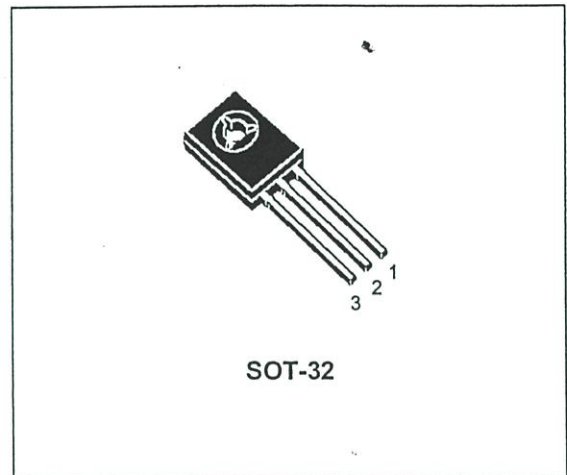
NPN SILICON TRANSISTOR

■ SGS-THOMSON PREFERRED SALESTYPES

DESCRIPTION

The BD135, BD137 and BD139 are silicon epitaxial planar NPN transistors in Jedec SOT-32 plastic package, designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

The complementary PNP types are the BD136, BD138 and BD140.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value			Unit
		BD135	BD137	BD139	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	45	60	80	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	45	60	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	5			V
I_C	Collector Current	1.5			A
I_{CM}	Collector Peak Current	3			A
I_B	Base Current	0.5			A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$	12.5			W
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	1.25			W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150			$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature	150			$^\circ\text{C}$

;

BD135/BD137/BD139

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	10	$^{\circ}C/W$
----------------	----------------------------------	-----	----	---------------

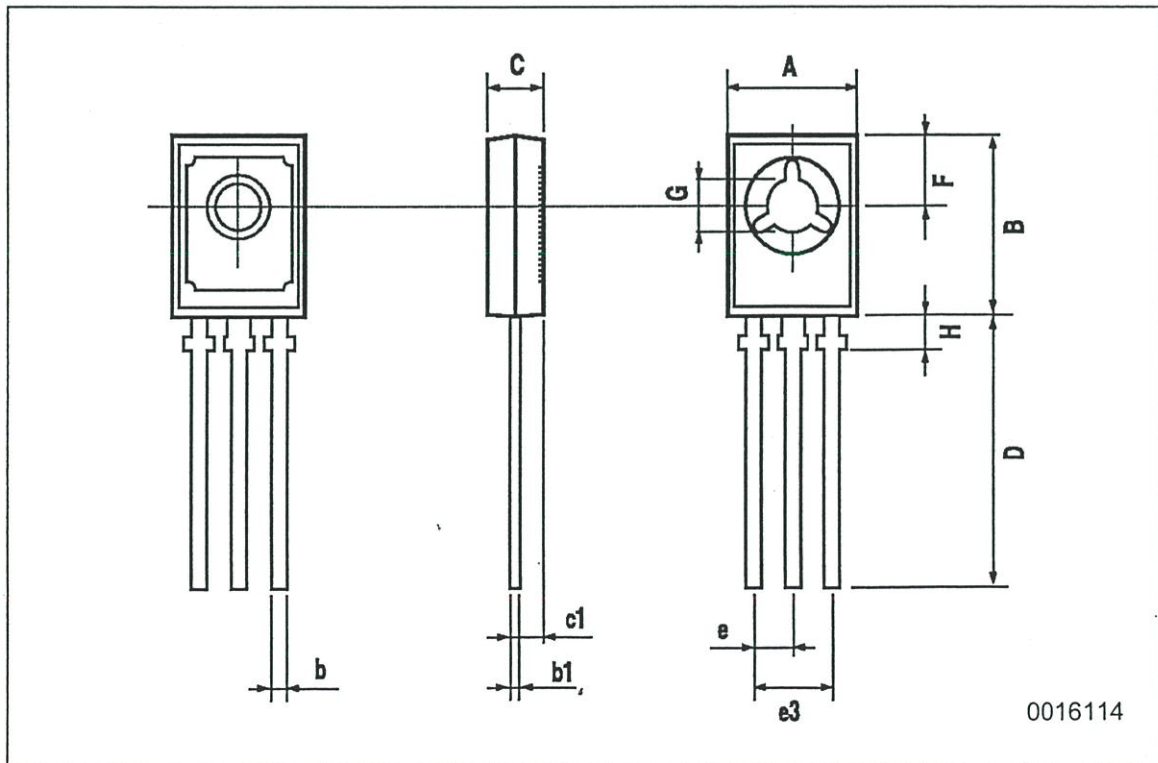
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CBO}	Collector Cut-off Current ($I_E = 0$)	$V_{CB} = 30 V$ $V_{CB} = 30 V$ $T_C = 125^{\circ}C$			0.1 10	μA μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 5 V$			10	μA
$V_{CEO(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 30 mA$ for BD135 for BD137 for BD139	45 60 80			V V V
$V_{CE(sat)*}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 0.5 A$ $I_B = 0.05 A$			0.5	V
V_{BE*}	Base-Emitter Voltage	$I_C = 0.5 A$ $V_{CE} = 2 V$			1	V
h_{FE*}	DC Current Gain	$I_C = 5 mA$ $V_{CE} = 2 V$ $I_C = 0.5 A$ $V_{CE} = 2 V$ $I_C = 150 mA$ $V_{CE} = 2 V$	25 25 40		250	
h_{FE}	h_{FE} Groups	$I_C = 150 mA$ $V_{CE} = 2 V$ for BD139 group 10	63		160	

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %

SOT-32 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	7.4		7.8	0.291		0.307
B	10.5		10.8	0.413		0.445
b	0.7		0.9	0.028		0.035
b1	0.49		0.75	0.019		0.030
C	2.4		2.7	0.04		0.106
c1		1.2			0.047	
D		15.7			0.618	
e		2.2			0.087	
e3		4.4			0.173	
F		3.8			0.150	
G	3		3.2	0.118		0.126
H			2.54			0.100





NE555 SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

DESCRIPTION

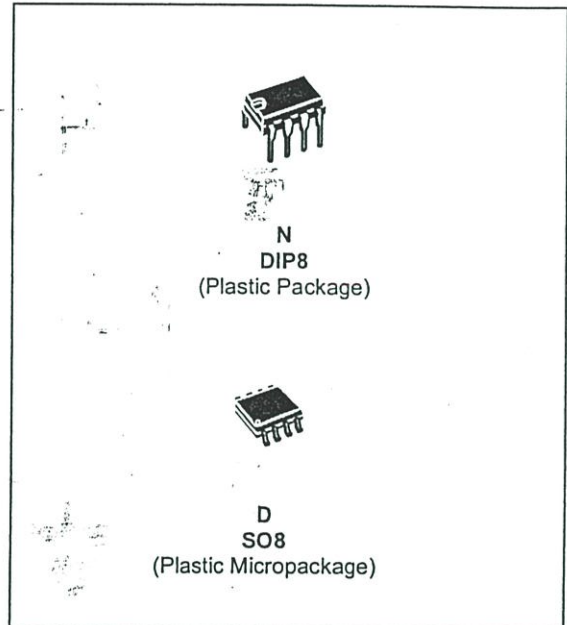
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor.

The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA.

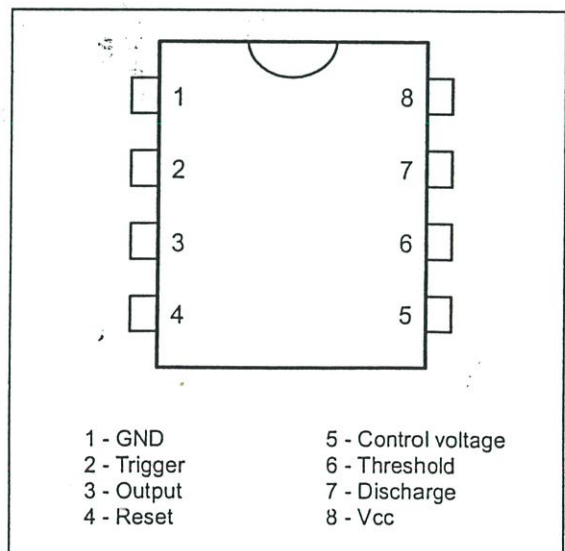
ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C	•	•
SA555	-40°C, 105°C	•	•
SE555	-55°C, 125°C	•	•

N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)



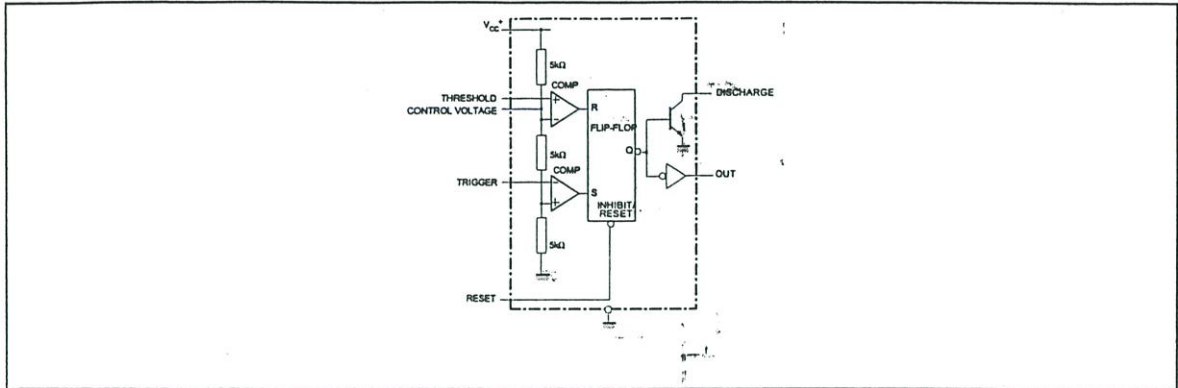
PIN CONNECTIONS (top view)



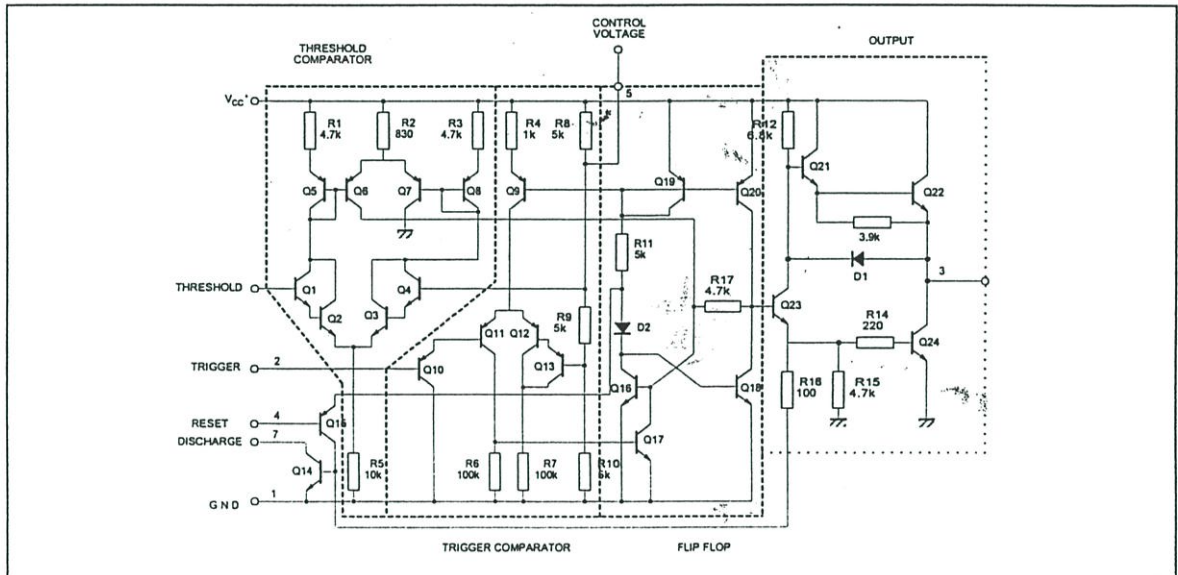
..
»

NE555-SA555-SE555

BLOCK DIAGRAM



SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	18	V
T_j	Junction Temperature	150	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to 150	°C

OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit	
V_{CC}	Supply Voltage	NE555 SA555 SE555	4.5 to 16 4.5 to 16 4.5 to 18	V
$V_{th}, V_{trig}, V_{cl}, V_{reset}$	Maximum Input Voltage	V_{CC}	V	
T_{oper}	Operating Free Air Temperature Range	for NE555 for SA555 for SE555	0 to 70 -40 to 105 -55 to 125	°C

NE555-SA555-SE555

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_{amb} = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	SE555			NE555 - SA555			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
I_{CC}	Supply Current ($R_L \infty$) - note 1) Low Stage $V_{CC} = +5\text{V}$		3	5		3	6	mA
	High State $V_{CC} = +15\text{V}$		10	12		10	15	
	Timing Error (monostable) ($R_A = 2\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$, $C = 0.1\mu\text{F}$)							
	Initial Accuracy - note 2		0.5	2		1	3	%
	Drift with Temperature		30	100		50		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
	Drift with Supply Voltage		0.05	0.2		0.1	0.5	%/V
	Timing Error (astable) ($R_A, R_B = 1\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$, $C = 0.1\mu\text{F}$, $V_{CC} = +15\text{V}$)							
	Initial Accuracy - see note 2		1.5			2.25		%
	Drift with Temperature		30			150		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
	Drift with Supply Voltage		0.15			0.3		%/V
V_{CL}	Control Voltage Level $V_{CC} = +15\text{V}$	9.6	10	10.4	9	10	11	V
	$V_{CC} = +5\text{V}$	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4	
V_{th}	Threshold Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$	9.4	10	10.6	8.8	10	11.2	V
	$V_{CC} = +5\text{V}$	2.7	3.33	4	2.4	3.33	4.2	
I_{th}	Threshold Current - note 3)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA
V_{trig}	Trigger Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$	4.8	5	5.2	4.5	5	5.6	V
	$V_{CC} = +5\text{V}$	1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	
I_{trig}	Trigger Current ($V_{trig} = 0\text{V}$)		0.5	0.9		0.5	2.0	μA
V_{reset}	Reset Voltage 4)	0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
I_{reset}	Reset Current $V_{reset} = +0.4\text{V}$		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	$V_{reset} = 0\text{V}$		0.4	1		0.4	1.5	
V_{OL}	Low Level Output Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$							V
	$I_{O(sink)} = 10\text{mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	
	$I_{O(sink)} = 50\text{mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	
	$I_{O(sink)} = 100\text{mA}$		2	2.2		2	2.5	
	$I_{O(sink)} = 200\text{mA}$		2.5			2.5		
	$V_{CC} = +5\text{V}$		0.1	0.25		0.3	0.4	
	$I_{O(sink)} = 8\text{mA}$		0.05	0.2		0.25	0.35	
V_{OH}	High Level Output Voltage $V_{CC} = +15\text{V}$							V
	$I_{O(sink)} = 200\text{mA}$		12.5			12.5		
	$I_{O(sink)} = 100\text{mA}$	13	13.3		12.75	13.3		
	$V_{CC} = +5\text{V}$	3	3.3		2.75	3.3		
$I_{dis(off)}$	Discharge Pin Leakage Current (output high) ($V_{dis} = 10\text{V}$)		20	100		20	100	nA
$V_{dis(sat)}$	Discharge pin Saturation Voltage (output low) - note 5)							mV
	$V_{CC} = +15\text{V}$, $I_{dis} = 15\text{mA}$		180	480		180	480	
	$V_{CC} = +5\text{V}$, $I_{dis} = 4.5\text{mA}$		80	200		80	200	
t_r	Output rise Time		100	200		100	300	ns
t_f	Output Fall Time		100	200		100	300	ns
t_{off}	Turn off Time - note 6) ($V_{reset} = V_{CC}$)		0.5			0.5		μs

1. Supply current when output is high is typically 1mA less.

2. Tested at $V_{CC} = +5\text{V}$ and $V_{CC} = +15\text{V}$ 3. This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for +15V operation the max total is $R = 20\text{M}\Omega$ and for 5V operation the max total $R = 3.5\text{M}\Omega$

4. Specified with trigger input high

5. No protection against excessive pin 7 current is necessary, providing the package dissipation rating will not be exceeded

6. Time measured from a positive going input pulse from 0 to $0.8 \times V_{CC}$ into the threshold to the drop from high to low of the output trigger is tied to threshold.

NE555-SA555-SE555

Figure 1 : Minimum Pulse Width Required for Triggering

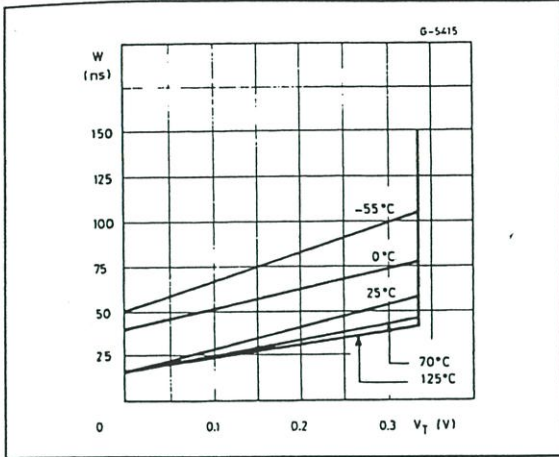


Figure 2 : Supply Current versus Supply Voltage

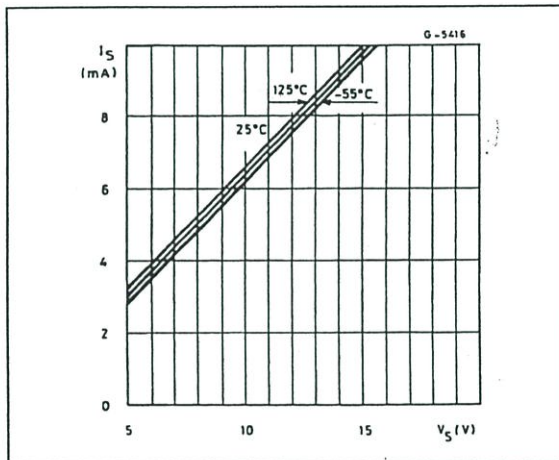


Figure 3 : Delay Time versus Temperature

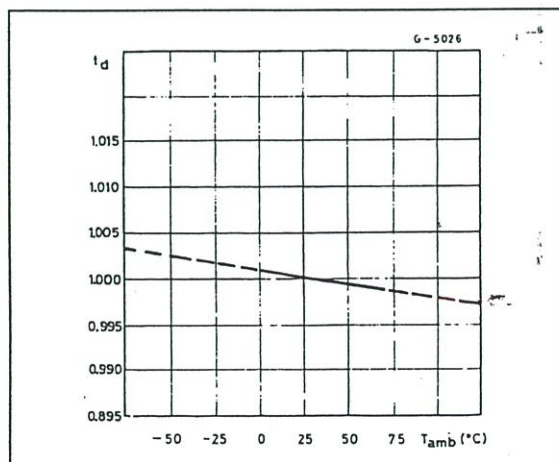


Figure 4 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

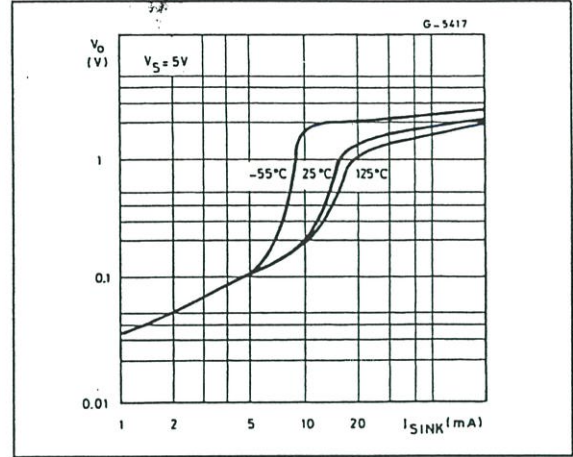


Figure 5 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

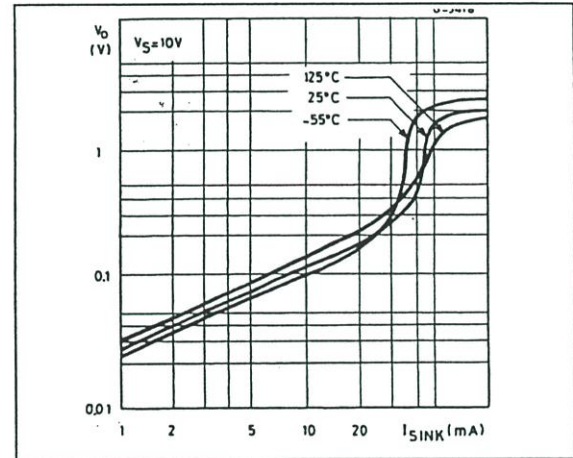


Figure 6 : Low Output Voltage versus Output Sink Current

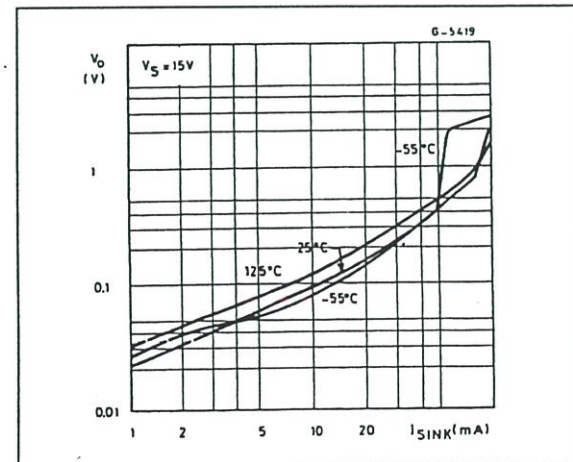


Figure 7 : High Output Voltage Drop versus Output

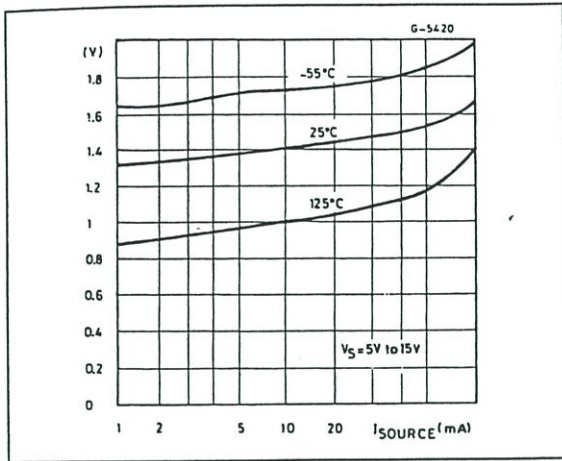


Figure 8 : Delay Time versus Supply Voltage

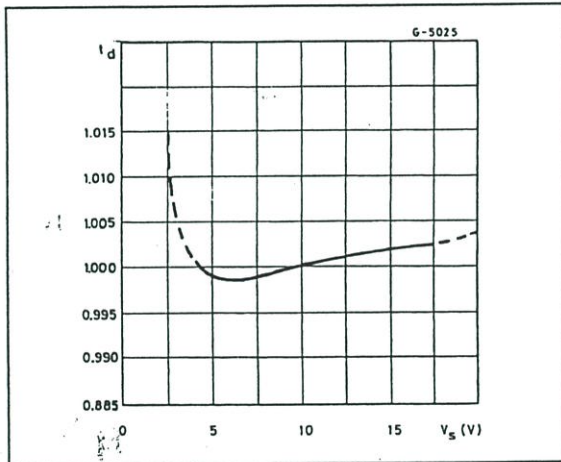
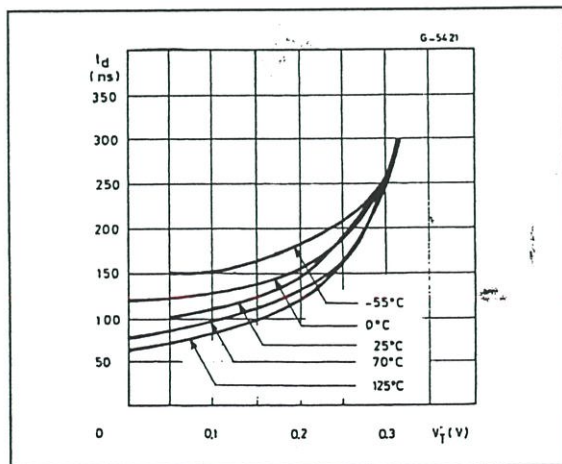


Figure 9 : Propagation Delay versus Voltage Level of Trigger Value

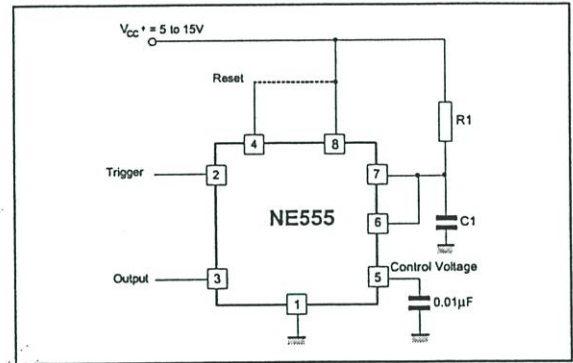


APPLICATION INFORMATION

MONOSTABLE OPERATION

In the monostable mode, the timer functions as a one-shot. Referring to figure 10 the external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer.

Figure 10 :



The circuit triggers on a negative-going input signal when the level reaches $1/3 V_{CC}$. Once triggered, the circuit remains in this state until the set time has elapsed, even if it is triggered again during this interval. The duration of the output HIGH state is given by $t = 1.1 R_1 C_1$ and is easily determined by figure 12.

Notice that since the charge rate and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing interval is independent of supply. Applying a negative pulse simultaneously to the reset terminal (pin 4) and the trigger terminal (pin 2) during the timing cycle discharges the external capacitor and causes the cycle to start over. The timing cycle now starts on the positive edge of the reset pulse. During the time the reset pulse is applied, the output is driven to its LOW state.

When a negative trigger pulse is applied to pin 2, the flip-flop is set, releasing the short circuit across the external capacitor and driving the output HIGH. The voltage across the capacitor increases exponentially with the time constant $t = R_1 C_1$. When the voltage across the capacitor equals $2/3 V_{CC}$, the comparator resets the flip-flop which then discharge the capacitor rapidly and drives the output to its LOW state.

Figure 11 shows the actual waveforms generated in this mode of operation.

When Reset is not used, it should be tied high to avoid any possibly or false triggering.

NE555-SA555-SE555

Figure 11 :

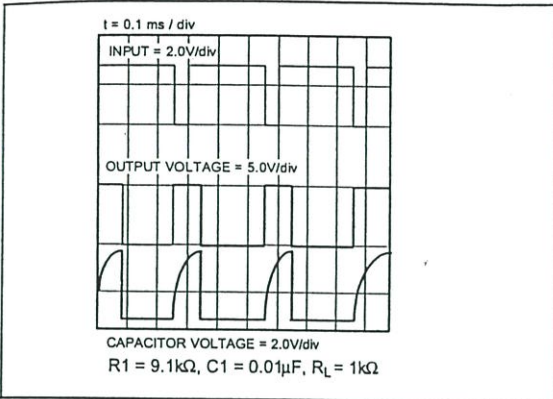
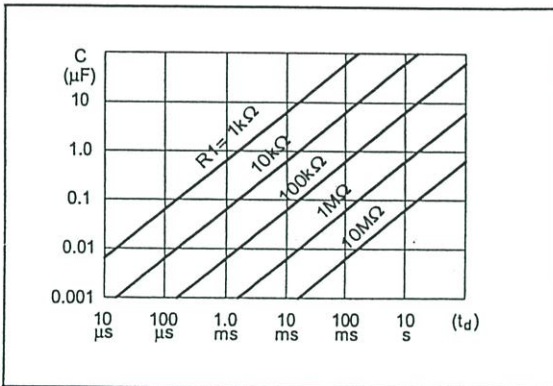


Figure 12 :



ASTABLE OPERATION

When the circuit is connected as shown in figure 13 (pin 2 and 6 connected) it triggers itself and free runs as a multi vibrator. The external capacitor charges through R_1 and R_2 and discharges through R_2 only. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

In the astable mode of operation, C_1 charges and discharges between $1/3 V_{CC}$ and $2/3 V_{CC}$. As in the triggered mode, the charge and discharge times and therefore frequency are independent of the supply voltage.

Figure 13 :

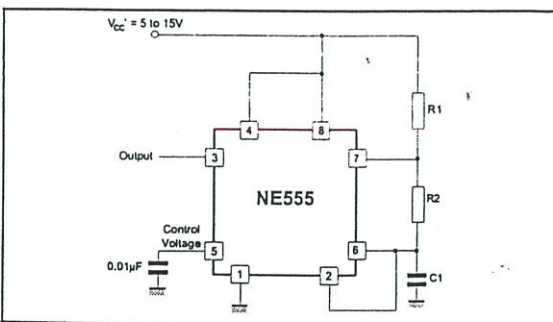


Figure 14 shows actual waveforms generated in this mode of operation.

The charge time (output HIGH) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_1 + R_2) C_1$$

and the discharge time (output LOW) by:

$$t_2 = 0.693 (R_2) C_1$$

Thus the total period T is given by:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_1 + 2R_2) C_1$$

The frequency of oscillation is then:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1}$$

may be easily found by figure 15.

The duty cycle is given by:

$$D = \frac{R_2}{R_1 + 2R_2}$$

Figure 14 :

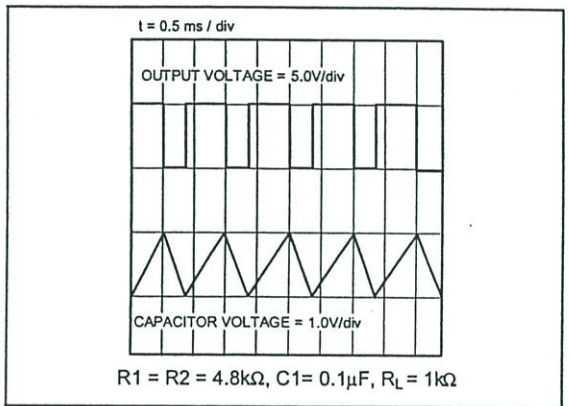
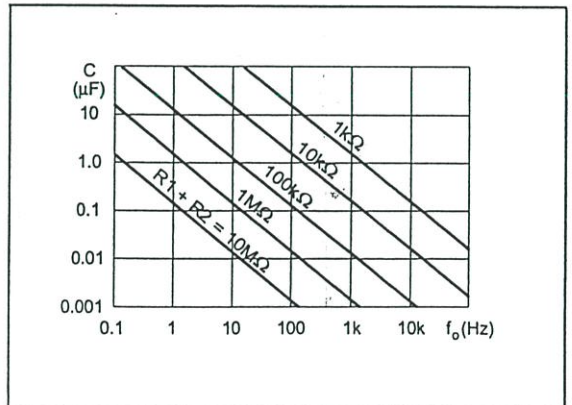


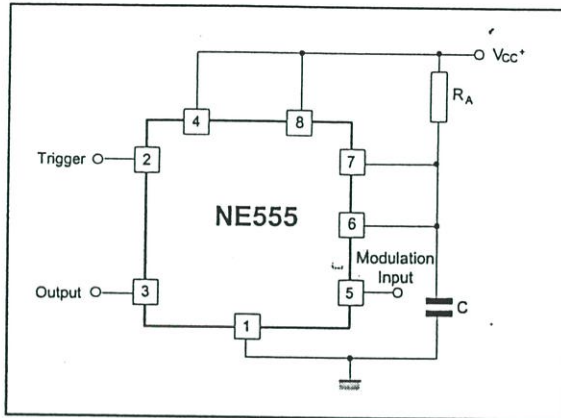
Figure 15 : Free Running Frequency versus R_1 , R_2 and C_1



PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. Figure 16 shows the circuit.

Figure 16 : Pulse Width Modulator



LINEAR RAMP

When the pull-up resistor, RA, in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. Figure 17 shows a circuit configuration that will perform this function.

Figure 17 :

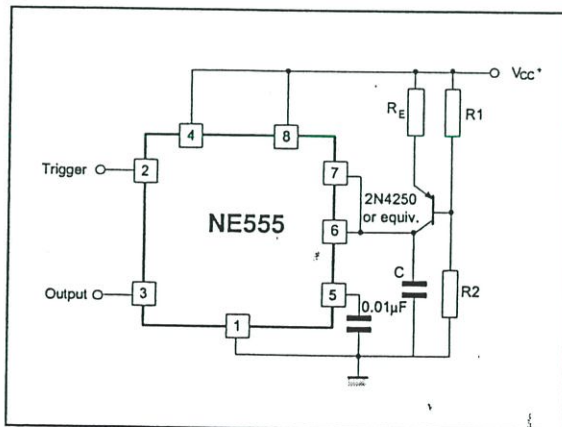


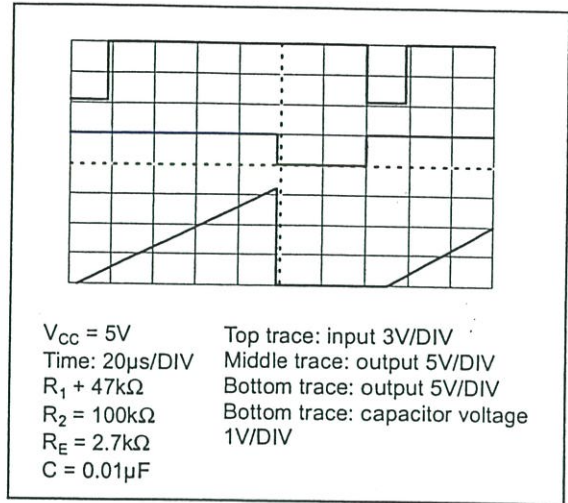
Figure 18 shows waveforms generated by the linear ramp.

The time interval is given by:

$$T = \frac{(2/3 V_{cc} RE (R1+R2) C}{R1 V_{cc} - V_{BE} (R1+R2)} \quad V_{BE} = 0.6V$$



Figure 18 : Linear Ramp



50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle the resistors RA and RE may be connected as in figure 19. The time period for the output high is the same as previous, $t_1 = 0.693 R_A C$

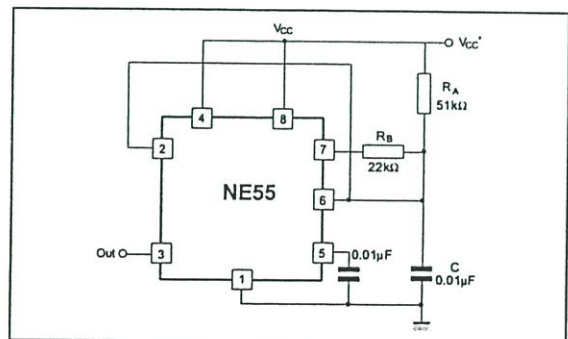
For the output low it is $t_2 =$

$$[(R_1 R_B)/(R_A + R_B)].C.Ln \left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

Thus the frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

Figure 19 : 50% Duty Cycle Oscillator



Note that this circuit will not oscillate if RB is greater than 1/2 RA because the junction of RA and RB cannot bring pin 2 down to 1/3 VCC and trigger the lower comparator.

ADDITIONAL INFORMATION

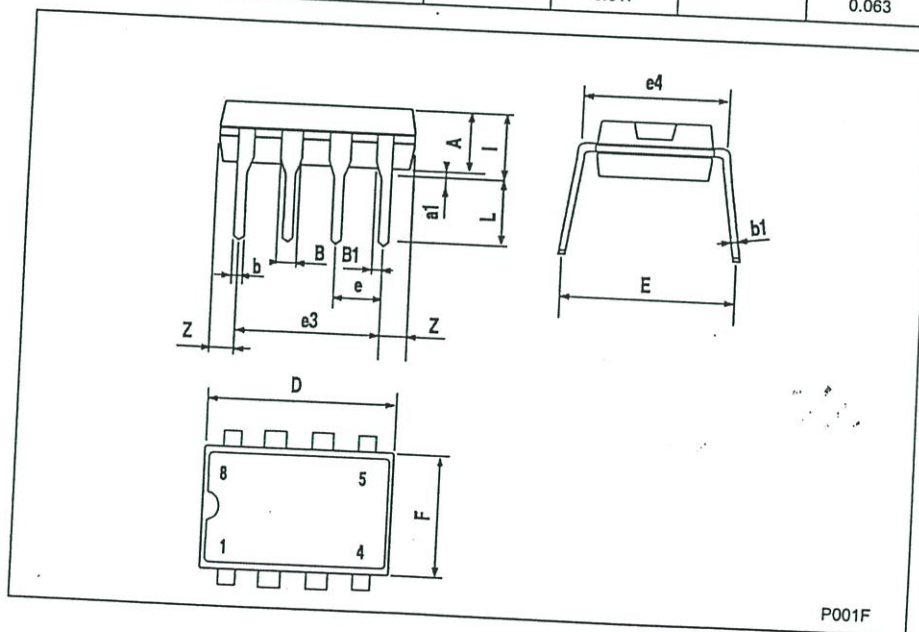
Adequate power supply by passing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is $0.1\mu F$ in parallel with $1\mu F$ electrolytic.

NE555-SA555-SE555

PACKAGE MECHANICAL DATA

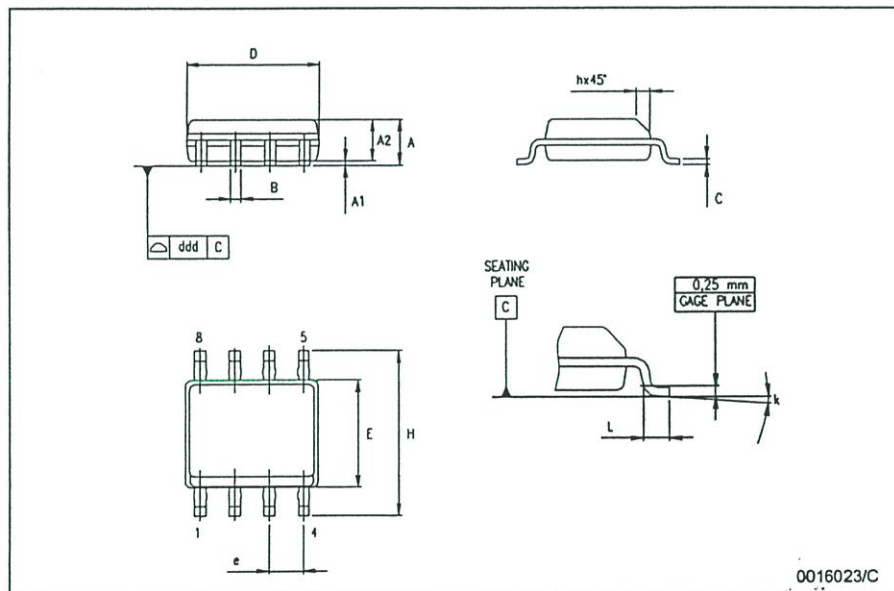
Plastic DIP-8 MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		3.3			0.130	
a1	0.7			0.028		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
B1	0.91		1.04	0.036		0.041
b		0.5			0.020	
b1	0.38		0.5	0.015		0.020
D			9.8			0.386
E		8.8			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		7.62			0.300	
e4		7.62			0.300	
F			7.1			0.280
I			4.8			0.189
L		3.3			0.130	
Z	0.44		1.6	0.017		0.063



PACKAGE MECHANICAL DATA

SO-8 MECHANICAL DATA						
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	1.35		1.75	0.053		0.069
A1	0.10		0.25	0.04		0.010
A2	1.10		1.65	0.043		0.065
B	0.33		0.51	0.013		0.020
C	0.19		0.25	0.007		0.010
D	4.80		5.00	0.189		0.197
E	3.80		4.00	0.150		0.157
e		1.27			0.050	
H	5.80		6.20	0.228		0.244
h	0.25		0.50	0.010		0.020
L	0.40		1.27	0.016		0.050
k	g' (max.)					
ddd			0.1			0.04



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2003 STMicroelectronics - All Rights Reserved
STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom
<http://www.st.com>

ภาคผนวก ข

ผลงานวิจัยในระหว่างการศึกษาที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

ISSN 0857-7951

ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2544

สารบัญ

สาขาวิศวกรรมโยธา

- 1 ผลของน้ำหนักจากถ้ำหินถิกในค้ำที่มีต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์
บุรฉัตร ผักรวีระ และ ณรงค์ศักดิ์ นาฤกษ์
- 9 ผลของวิธีการบ่มต่อกำลังอัดของคอนกรีตคุณภาพสูงหลังถูกไฟเผาที่ระดับความรุนแรงปานกลาง
วินัย อวยพรประเสริฐ, เผด็จ งามเจริญ และ ชำรง เปรมปรีดี

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

- 15 กรณีศึกษาการป้องกัน gas turbine trip จากความล้มเหลวในการปิดของ damper และ HRSG trip เนื่อง
จากคลกวดโซลินอยด์ของชุด hydraulic damper ใหม่
สุรชาติ ถีรารักษ์ และ ทิทัศน์ เลหาสงคราม

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

- 21 Design and Deveopment of Integral Broadband Matching of Stacked Patches Microstrip Antenna
with Coplanar Feed Structure
K. Wattanavichean C. Teachanuntra and M.Boonlarp
- 28 Characteristics of Wall Pressure in Axisymmetric Swirling Pipe Flow and Non-Axisymmetric
Swirling Pipe Flow with Initial Segmental Wake Component:In A Straight Pipe
Kiattisak Kobkanjanakorn and Asi Bunyajitradulya
- 46 ผลกระทบพฤติกรรมการลดเสียงของอุปกรณ์ลดเสียงความถี่สูงแบบมอด็มไฮดรอลิก
รัฐพล นวมทิทัศน์ และ อัครเดช สิ้นจุกัก

สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่

- 52 Contribution of Rainfall-Runoff Data Measurement to Direct Runoff Hydrograph Computation
Tuantan Kitpaisalsakul and Phatcharasak Arlan

สาขาวิศวกรรมเคมี

- 61 การศึกษาผลของอัตราเร็วอากาศต่อการหมักถั่วเหลืองในถังหมักแบบ
มัลติรัน ดรินันท์กุล และ เทียนจิตร ศรีนพคุณ
- 67 การศึกษาเบื้องต้นของการหมักกากถั่วมันครั้งสี่ระดับรังสีด้วยไฮไลเอทีลินชนิดความหนาแน่นต่ำ
ศุทธิษา จันทโรชา และ บุญจวี ศรีหมอก

๖๖

กรณีศึกษาการป้องกัน gas turbine trip จากความล้มเหลวในการปิดของ damper และ HRSG trip
เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ของชุด hydraulic damper ไหม้

Case study of protecting gas turbine trip from damper closing failure and HRSG trip from solenoid coil
of hydraulic damper burned

สุรชาติ ลีราภิรม

ฝ่ายบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพระนครใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

โทร.(02) 3830000 ต่อ 5839 โทรสาร (02) 3830000 ต่อ 5804 Email:sbpsrc@egat.or.th

พิพัฒน์ เลหาสงคราม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร.(02) 3267346 โทรสาร (02) 3267347 Email:klpipat@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงกรณีศึกษาการป้องกัน Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper และ Heat Recovery Steam Generator (HRSG) Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper ไหม้ ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหาเชิงป้องกันขณะขบวนการผลิตไฟฟ้ายังดำเนินอยู่บนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่ทำให้ Gas Turbine และ HRSG Trip

Abstract

This paper is to mention to the case study of protecting gas turbine trip from damper closing failure and heat recovery steam generator (HRSG) trip from solenoid coil of hydraulic damper burned. The preventive maintenance method on the most frequent events that trip the gas turbine and HRSG and how to protect the recurrence is also described.

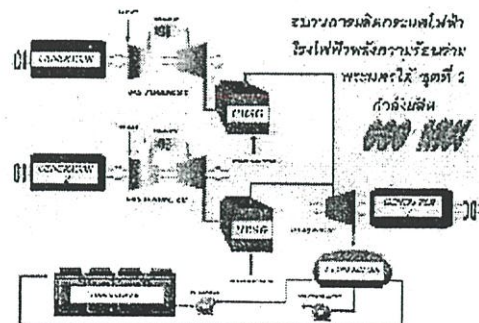
1 บทนำ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ [1] หน่วยที่ 2 (Combined Cycle) ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันก๊าซ (Gas Turbine) 2 เครื่องๆ ละ 202 MW และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam Turbine) 1 เครื่อง 219 MW ที่ประกอบด้วย Heat Recovery Steam Generator (HRSG) 2 เครื่อง รวมกำลังผลิต 623 MW

ชุด Hydraulic Damper เป็นชุดควบคุมการเปิด-ปิดของ Damper เพื่อนำความร้อนจาก Exhaust Gas ที่ออกจากเครื่อง Gas Turbine ซึ่งมีอุณหภูมิสูงและปริมาณมากพอ ผ่านเข้าไปยัง Boiler หรือเรียกว่า HRSG มาใช้ในกระบวนการผลิตไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงพอที่จะไปขับ Steam Turbine ในการผลิตไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุด Hydraulic Damper นี้ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ (1) ขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper ไหม้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์เป็นเหตุให้ HRSG Trip (2) การขัดตัวของโซลินอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper เนื่องจากอุณหภูมิสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์และโซลินอยด์วาล์วส่งผลให้น้ำมัน Hydraulic บริเวณตัววาล์วมีอุณหภูมิสูงเป็นเหตุให้โซลินอยด์วาล์วขัดตัวเมื่อ HRSG Trip ทำให้ Damper เปิดค้างและปิดตัวลงมาไม่ทันตามเวลาที่กำหนดส่งผลให้ Gas Turbine Trip ซึ่งทำให้หน่วยงานเกิดการสูญเสียโอกาสในการจ่ายกระแสไฟฟ้าซึ่งก็คือการสูญเสียรายได้นั่นเอง

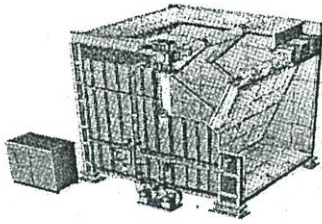
การปรับปรุงแก้ไขและการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) เพิ่มเติมชุดระบายความร้อนให้แก่ขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper ซึ่งเดิมไม่มี (2) เพิ่มเติมชุด Exercise โซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper พิจารณาทดลอง 1 ตัวจากทั้งหมด 9 ตัว โซลินอยด์วาล์วที่พิจารณาทดลองมีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve ” ซึ่งได้ทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเพิ่มเติมชุดดังกล่าวซึ่งการทดลองได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้และทำให้กระบวนการผลิตไฟฟ้าดำเนินการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบได้ต่อเนื่อง เพิ่มรายได้และลดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กรเป็นอย่างมาก



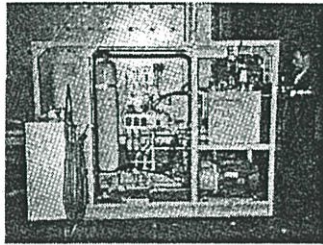
รูปที่ 1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2

RECEIVED 4 JULY, 2000
ACCEPTED 3 OCTOBER, 2001

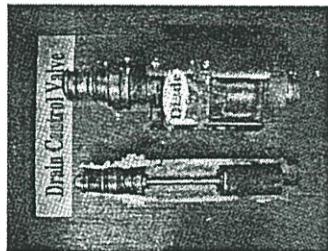
๕๕



รูปที่ 2 Damper Unit ของบริษัท Wahlco



รูปที่ 3 ชุด Hydraulic Damper ควบคุมผ่านทาง DCS ของบริษัท ABB Bailey



รูปที่ 4 โครงสร้างโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper

2 ทฤษฎีและหลักการ

การเปิด Damper จะเปิดเป็นช่วงเวลาเพื่อเพิ่มอุณหภูมิใน HRSG ขึ้นอย่างพอเหมาะไม่ให้ Temperature Gradient เกินกว่าค่าที่กำหนดทำให้ไม่เกิด Thermal Stress ซึ่ง Thermal Stress นี้ จะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง นอกจากนี้อุณหภูมิที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นนี้ จะมีผลทำให้ความดันภายใน HRSG เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมด้วย ตัวแปรที่ใช้ควบคุมการเปิด Damper ที่สำคัญประกอบด้วย High Drum Pressure และ Exhaust Gas Temperature

กรณี HRSG เกิดความคิดปิดบินอย่าง (Trip) เช่น ขดลวดโซลินอยด์ของ Drain Control Valve ไหม [2] ระบบป้องกันจะทำงานตามฟังก์ชันที่ออกแบบไว้ คือส่งสัญญาณให้ Damper ปิดตัวลงทันทีเพื่อป้องกันท่อภายใน HRSG ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากความร้อนเกิน (Overheat) เมื่อระบบป้องกันทำงานจะส่งคำสั่งไปที่ระบบควบคุมเพื่อปิดวาล์วหลักของไอน้ำ (Main Steam Shut off Valve) ถ้า Damper ไม่สามารถปิดภายในเวลา 40 วินาที ระบบป้องกันจะสั่ง Gas Turbine Trip

3 ส่วนประกอบและการทำงานของชุด Hydraulic Damper [3]

3.1 ส่วนประกอบหลักที่สำคัญ

3.1.1 มอเตอร์ / ปั๊ม (PU1)

มอเตอร์ เป็นขนาด 21 KW ขับปั๊ม (PU1) ซึ่งเป็นปั๊มหลัก (Main Pump) มีอัตราการไหล 57 ลิตรต่อวินาที ที่ความดัน 160 Bar มีตัวกรองน้ำมันถูกติดตั้งที่ด้านเอาต์พุทของปั๊ม ซึ่งเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้ ปั๊ม (PU1) นี้เป็นตัวจ่ายน้ำมัน Hydraulic ให้กับการเปิด-ปิด Damper และยังมีปั๊ม (PU2) ทำหน้าที่เป็นปั๊มสำรอง (Backup Pump) กรณีเกิดการเสียหายใช้งานไม่ได้ของปั๊ม (PU1) เอาต์พุทของปั๊มสามารถดูได้จากเกจวัดแรงดันและมีสวิทช์แรงดันเป็นตัวตรวจจับแรงดันในท่อ

3.1.2 มอเตอร์ / ปั๊ม (PU2)

มอเตอร์ เป็นขนาด 2.6 KW ขับปั๊ม (PU2) ซึ่งเป็นปั๊มสำรอง มีอัตราการไหล 8 ลิตรต่อวินาที ที่แรงดัน 160 Bar มีตัวกรองน้ำมันเช่นกันถอดเปลี่ยนได้ ติดตั้งอยู่ด้านเอาต์พุทของปั๊ม ปั๊มชุดนี้เป็นตัวจ่ายน้ำมัน Hydraulic เพื่อที่จะอัดแรงดันและรักษาแรงดันที่ Accumulator ปั๊มชุดนี้ควบคุมด้วยสวิทช์แรงดันโดยส่งชุดที่แรงดัน 160 Bar และส่งเดินปั๊มที่แรงดัน 140 Bar ปั๊ม (PU2) นี้จะเป็นปั๊มสำรองของปั๊ม (PU1) ในกรณีปั๊ม (PU1) ชักข้องหรือทำแรงดันไม่ได้ แรงดันด้านเอาต์พุทสามารถดูได้จากเกจวัดแรงดันและมีสวิทช์แรงดันเป็นตัวตรวจจับแรงดันในท่อ

3.1.3 ไฮดรอลิกแอคคูมูเลเตอร์ (Hydraulic Accumulator)

Accumulator มีความจุ 37 ลิตร ภายในบรรจุก๊าซไนโตรเจนแรงดัน 35 Bar และเมื่ออัดน้ำมัน Hydraulic เข้าไปจะมีแรงดัน 160 Bar ซึ่งเป็นจำนวนเพียงพอที่จะจ่ายน้ำมันให้กระบอกสูบทั้งสองตัว แรงดันของน้ำมัน Hydraulic ที่พอเพียงในการปิด Damper นี้ ต้อง ไม่น้อยกว่า 55 Bar ของ Accumulator ซึ่งก็คือแรงดันในระบบนั่นเองซึ่งสามารถดูได้จากเกจวัดแรงดัน

3.2 ฟังก์ชันการทำงาน (ดูรูปที่ 5 Flow Diagram ประกอบ)

3.2.1 การเริ่มเปิด

เมื่อสั่งเปิด Damper ตัวปั๊ม (PU1) และ Direction Valve ด้านเปิดจะทำงาน น้ำมัน Hydraulic จะถูกส่งโดยตรงจากปั๊ม (PU1) ผ่าน Direction Valve ผ่าน Check Valve และ Flow Regulator ไปยังกระบอกสูบทั้งสองของ Damper ทำให้ Blade ของ Damper เริ่มเคลื่อนที่และ Limit Switch ด้านปิดสุดจะหลุดจากตำแหน่งเดิม ซึ่งความเร็วในการเปิดถูกตั้งค่าไว้ประมาณ 70 วินาทีได้มุมเปิด 90 องศา (100%)

∴

โดยการปรับ Flow Regulator เราสามารถสั่งหยุด Damper ได้ทุกตำแหน่งโดยการตั้ง Direction Valve ด้านเปิดและปัม (PU1) ให้หยุดทำงาน ขณะที่ Damper เคลื่อนตัวปิดจนเกือบถึงตำแหน่งเปิดสุด Blade ของ Damper ก็จะมี Limit Switch ด้านเปิด ส่วน Drain Control Valve จะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อนำน้ำมัน ไปคืนบ่าวาล์วของ Drain Valve ให้ปิดสนิทไม่ให้น้ำมัน Hydraulic ระบายสู่ถังพักน้ำมัน

3.2.2 การเปิดสุด

ตำแหน่งเปิดสุด Direction Valve ด้านเปิดจะหยุดทำงานและวาล์วด้านเปิดสุด 2 ตัว (Hold Open) จะทำงานแทน เพื่อให้แรงดันน้ำมัน Hydraulic จาก Accumulator คั้นให้กระบอกสูบเปิดสุดตลอดเวลา โดยตัวหนึ่งทำหน้าที่คั้นลูกสูบให้เคลื่อนที่ต่อและไหลผ่านวาล์วอีกตัวลงสู่ถังพักน้ำมัน

3.2.3 การเริ่มปิด

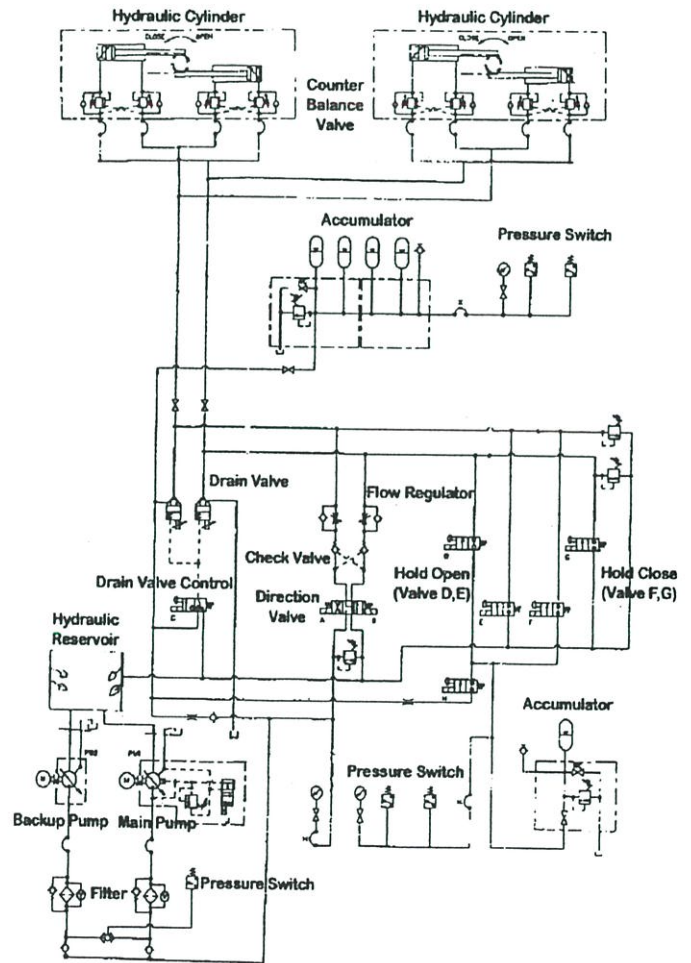
การที่จะปิด Damper ได้ วาล์วด้านเปิดสุด 2 ตัว (Hold Open) จะหยุดทำงาน Direction Valve ด้านปิดและตัวปัม (PU1) จะทำงานแทน น้ำมัน Hydraulic จะถูกส่งโดยตรงจากปัม (PU1) ผ่าน Direction Valve ผ่าน Check Valve และ Flow Regulator ไปยังกระบอกสูบทั้งสองของ Damper ทำให้ Blade ของ Damper เริ่มเคลื่อนที่และ Limit Switch ด้านเปิดสุดจะหลุดจากตำแหน่งเดิม ความเร็วในการปิดจะถูกตั้งค่าไว้ประมาณ 60 วินาที ได้มุมปิด 90 องศา (0 %) โดยการปรับ Flow Regulator เราสามารถสั่งหยุด Damper ได้ทุกตำแหน่งทุกเวลาโดยการตั้ง Direction Valve ด้านปิดและปัม (PU1) ให้หยุดทำงาน ขณะที่ Damper เคลื่อนตัวปิดจนเกือบถึงตำแหน่งเปิดสุด Blade ของ Damper ก็จะมี Limit Switch ด้านปิด ส่วน Drain Control Valve จะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อนำน้ำมัน ไปคืนบ่าวาล์วของ Drain Valve ให้ปิดสนิทไม่ให้น้ำมัน Hydraulic ระบายสู่ถังพักน้ำมัน

3.2.4 การปิดสุด

ตำแหน่งปิดสุด Direction Valve ด้านปิด จะหยุดทำงานและวาล์วด้านปิดสุด 2 ตัว (Hold Close) จะทำงานแทน เพื่อให้แรงดันน้ำมัน Hydraulic จาก Accumulator คั้นให้กระบอกสูบปิดสุดตลอดเวลา โดยตัวหนึ่งทำหน้าที่คั้นลูกสูบให้เคลื่อนที่ต่อและไหลผ่านวาล์วอีกตัว ลงสู่ถังพักน้ำมัน

3.2.5 การปิดฉุกเฉิน (Emergency Closing / Fail Safe)

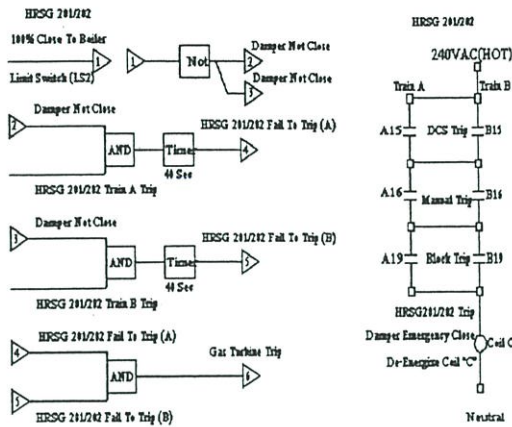
Damper สามารถสั่งปิดได้ตลอดเวลาโดยการตั้ง Drain Control Valve ไม่ให้ทำงาน ในสภาวะการณ์นี้ Direction Valve ด้านเปิดและปิดจะหยุดทำงาน วาล์วด้านเปิดสุดและด้านปิดสุดจะหยุดทำงานเช่นกัน เมื่อ Drain Control Valve ไม่ทำงานส่งผลให้ Drain Valve ทั้งสองตัวเปิด น้ำมัน Hydraulic จาก Accumulator ที่สะสมอยู่จะไหลผ่าน Drain Valve ผ่าน Check Valve ไปยังกระบอกสูบและไหลกลับทาง Counter Balance Valve ผ่าน Drain Valve อีกตัวกลับสู่ถังพักน้ำมัน ภายในตัว Drain Valve นี้สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ในการปิดเวลาในการปิดจะตั้งไว้ที่ 20 วินาทีสำหรับ Emergency Close



รูปที่ 5 Flow Diagram ของ Hydraulic Damper

∴

3.3 ลอจิกไคอะแกรม



รูปที่ 6 ลอจิกระบบป้องกัน Gas Turbine และ HRSG Trip

17มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
29มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
31พ.ค.2541	HRSG #201	Gas Turbine 21 Trip
09ก.ค.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip
07ต.ค.2541	HRSG# 201	Gas Turbine 21 Trip
07ส.ค.2541	HRSG# 201	Gas Turbine 21 ไม่Trip
15ม.ค.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
03ก.พ.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip
01มี.ค.2542	HRSG# 201	Gas Turbine 21 Trip
08มี.ค.2542	HRSG#201	Gas Turbine 21 ไม่Trip
30มี.ค.2542	HRSG# 202	Gas Turbine 22 Trip
01เม.ย.2542	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip
05พ.ค.2543	HRSG#201	Gas Turbine 21 ไม่Trip
05พ.ค.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
31ต.ค.2543	HRSG#201	Gas Turbine 21 Trip
01ก.ย.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip
20ธ.ค.2543	HRSG#202	Gas Turbine 22 Trip

4 ศึกษาข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 1 HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณี 1)

วัน/เดือน/ปี	HRSG#_ Trip	สาเหตุการ Trip
01พ.ค.2541	HRSG# 201	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
12ต.ค.2541	HRSG# 201	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
31ส.ค.2541	HRSG# 201	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
22มี.ย.2541	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
19ก.ค.2541	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
12ส.ค.2541	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
15ม.ค.2542	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
01เม.ย.2542	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่
01ก.ย.2542	HRSG# 202	ขดลวดโซลินอยด์ใหม่

จากข้อมูลที่บันทึกไว้ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2541 ถึงเดือน กันยายน 2542 HRSG Trip สาเหตุจากขดลวดโซลินอยด์ของวาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่ เนื่องจากความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์วัดได้ 100° C

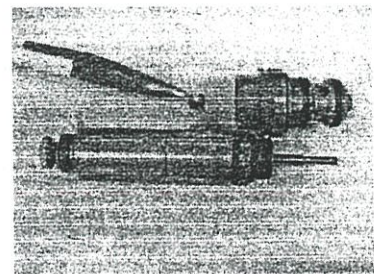
สาเหตุของปัญหาคืออุณหภูมิในตัวขดลวดโซลินอยด์สูงขึ้น ทำให้ฉนวนของขดลวดโซลินอยด์เสื่อมสภาพ อายุการใช้งานสั้นลง และในที่สุดขดลวดโซลินอยด์จึงไหม้และขาดวงจรในที่สุด นี่คือนิยามของปัญหาที่จะหาวิธีการแก้ไขป้องกัน

ตารางที่ 2 : Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณี 2)

วัน/เดือน/ปี	สาเหตุ HRSG#_ Trip	เป็นเหตุให้ Gas Turbine #_ Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า 40 วินาที)
16 ก.พ.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
12 มี.ค.2541	HRSG# 202	Gas Turbine 22 ไม่Trip
15มี.ค.2541	HRSG#202	Gas Turbine 22 ไม่Trip

จากข้อมูลที่บันทึกไว้ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ 2541 ถึงเดือน ธันวาคม 2543 HRSG Trip 20 ครั้ง (1) Damper ปิดใช้เวลามากกว่า 40 วินาที 10 ครั้ง เป็นเหตุให้ Gas Turbine Trip 10 ครั้ง (2) Damper ปิดภายใน 40 วินาที 10 ครั้ง Gas Turbine ไม่ Trip สามารถเดินเครื่องจ่ายโหลดปกติคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ทำให้ Gas Turbine Trip คือ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่ามีความถี่สูงมากนี่คือปัญหาที่จะหาวิธีแก้ไขป้องกัน

น้ำมัน Hydraulic ที่ใช้อยู่เป็นน้ำมันทนไฟประเภทน้ำมันที่มีน้ำหนักโมเลกุล น้ำมันประเภทนี้ประกอบด้วยน้ำ 35-40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นสารต้านทานการติดไฟ โกลคอลลและสารประกอบจากน้ำที่เป็นขงเหนียวทำให้เกิดความหนืด [6] ดังนั้นเมื่อน้ำมัน Hydraulic บริเวณโซลินอยด์วาล์วมีอุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำที่ผสมในน้ำมันระเหย น้ำมันบริเวณดังกล่าวจะกลายเป็นขงเหนียวแข็งดังรูปที่ 7 ไปอุดทางการเคลื่อนที่ของ Drain Control Valve เป็นเหตุให้วาล์วขัดตัว ส่งผลทำให้ Gas Turbine Trip



รูปที่ 7 ลักษณะขงเหนียวภายใน Drain Control Valve เนื่องจากความร้อนที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์เป็นเหตุให้วาล์วขัดตัว

∴

5 ปัญหาการตรวจสอบแก้ไขชุด Hydraulic Damper ที่ผ่านมา

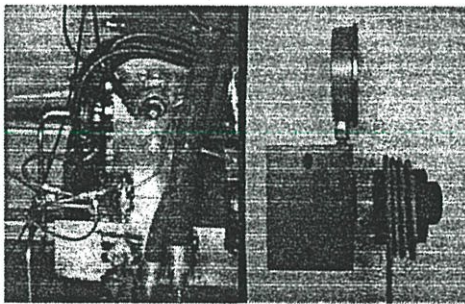
จากการตรวจสอบหาสาเหตุ เราได้ List อุปกรณ์ที่สำคัญที่มีผลต่อเวลาในการปิด Damper สรุปได้ดังนี้

- Accumulator
- Counter Balance Valve
- Limit Switch
- ขดลวดโซลินอยด์ของ Drain Control Valve
- Drain Control Valve

หลังจากโรงไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ Trip/ Shutdown ได้ทำการตรวจสอบแรงดันของไนโตรเจนของ Accumulator ตรวจสอบแก้ไขการรั่วของ Counter Balance Valve ปรับแต่ง Limit Switch เปลี่ยนขดลวดโซลินอยด์ที่ใหม่เนื่องจากความร้อนสูง ทำความสะอาด Drain Control Valve และโซลินอยด์วาล์วตัวอื่นๆ ที่ใช้ควบคุมชุด Hydraulic Damper ที่ขัดตัวเนื่องจากความร้อนที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ ท้ายสุดทำการทดสอบการเปิด-ปิด Damper และบันทึกเวลาที่ Damper เคลื่อนที่ (Emergency Close เวลาควรอยู่ที่ 20 วินาที) ในส่วนกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ายังคงดำเนินอยู่ ดังนั้นสิ่งที่ยังคงทำได้คือการระบายความร้อนแก่ขดลวดโซลินอยด์และทำการ Exercise ชุด Drain Control Valve

6 การทดลองเชิงแก้ไขป้องกัน (ทดลองกับ HRSO202)

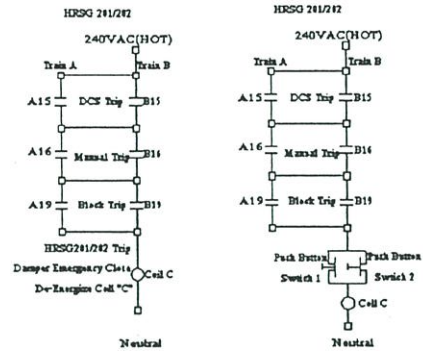
6.1 เพิ่มเติมนุ้ระบายความร้อนให้แก่ขดลวดโซลินอยด์ของ วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper



รูปที่ 8 ชุดระบายความร้อนขดลวดโซลินอยด์วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper

เนื่องจากโซลินอยด์วาล์วทั้งหมดของชุด Hydraulic Damper ถูกติดตั้งในตู้ Skid ที่แคบและไม่มีชุดระบายความร้อน เมื่อได้ทำการแก้ไขโดยเพิ่มเติมนุ้ระบายความร้อน โดยใช้ท่อขนาด 1/4 นิ้ว ขดรอบขดลวดโซลินอยด์ดังรูปที่ 8 และทำการเจาะรูรอบๆท่อที่ขดรอบขดลวดโซลินอยด์ จากนั้นใช้ลมที่ค่อจาก Service Air ไปเป่าขดลวดโซลินอยด์ซึ่งส่งผลทำให้อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์ลดลงจาก 100 °C เหลือ 40 °C

6.2 เพิ่มเติมนุ้ชุด Exercise วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper



รูปที่ 9 วงจรไฟฟ้าเดิม (ซ้าย) และวงจรไฟฟ้าใหม่หลังการปรับปรุง (ขวา)

ในการเพิ่มเติมนุ้ชุด Exercise ของ Drain Control Valve นี้ ได้เพิ่มเติม Push Button Switch อนุกรมกับวงจรไฟฟ้าเดิมซึ่งสัญญาณที่ได้จะสั่ง Drain Control Valve หยุดทำงานมี 3 ส่วนคือสัญญาณ DCS Trip Manual Trip และ Block Trip อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำมัน Hydraulic จาก Accumulator ที่สะสมอยู่ไหลผ่าน Drain Valve ทาง Check Valve ไปยังกระบอกสูบและไหลกลับ Counter Balance Valve ผ่าน Drain Valve อีกตัวกลับสู่ถังพักน้ำมัน ทำให้ Damper ปิดตัวลงมาแต่ในการ Exercise ของ Drain Control Valve เราได้ทำการปิด Manual Valve ก่อนและหลังเข้ากระบอกสูบ เมื่อเรากด Push Button Switch เพื่อทดสอบการ Exercise ของ Drain Control Valve ผลคือน้ำมัน Hydraulic ก็จะไม่ไหลเวียนอยู่ในระบบโดยไม่ผ่านกระบอกสูบ Damper จึงไม่ปิดตัวลงมาซึ่งมีขั้นตอนการ Exercise ดังนี้

- 1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ายังคงดำเนินอยู่ Steam Turbine จำยไหลลปิดติ ด้วย HRSO ทั้งสอง
- 2 Damper อยู่ตำแหน่งเปิด 100 % และปั้ม ทุกตัวอยู่ตำแหน่ง Automatic Mode
- 3 ทำการปิด Manual Valve ก่อนและหลังเข้ากระบอกสูบ จากนั้นตรวจสอบความพร้อมทั่วไป
- 4 สังเกตเกจวัดแรงดันที่ Accumulator 160 Bar
- 5 กด Push Button Switch 2 ตัวพร้อมกันประมาณ 10 วินาทีแล้วปล่อยเพื่อตัดวงจร Drain Control Valve สังเกตเกจวัดแรงดันที่ Accumulator แรงดันจะค่อยๆ ลดลงจาก 160 Bar ลงเหลือ 140 Bar ปั้ม (PU2) จะ Automatic Start และจะ Automatic Stop ที่ 160 Bar แสดงว่า Drain Control Valve ทำงานไม่เกิดการขัดตัว

๖๖

- 6 เปิด Manual Valve ก่อนและหลังเข้ากระบวนการสูบเพื่อเข้าใช้งาน ซึ่งเป็นการเสร็จสิ้นการทดสอบ

หมายเหตุ : ถ้าเกจวัดแรงดันที่ Accumulator ไม่ลดตามเดิมจน Drain Control Valve ชัดตัวต้องทำการแก้ไขช่วงกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าหยุดเครื่อง (Plant Shutdown)

7 ข้อมูลหลังเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนขดลวดโซลินอยด์

และชุด Exercise ของ Drain Control Valve

ตารางที่ 3 HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่ (กรณี 1)

วัน/เดือน/ปี	HRSG#_ Trip	สาเหตุการ Trip
ม.ค.2543 ถึง ปัจจุบัน	HRSG# 202 ไม่มี Trip	-

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2543 ถึงปัจจุบัน ไม่มีเหตุการณ์ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ใหม่

ตารางที่ 4 Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (กรณี 2)

วัน/เดือน/ปี	สาเหตุ HRSG#_ Trip	เป็นเหตุให้ Gas Turbine #_ Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper (มากกว่า 40 วินาที)
17 มี.ค. 2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
20 มี.ค.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
07 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
08 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
27 เม.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip
26 มิ.ย.2544	HRSG#202	Gas Turbine 202 ไม่ Trip

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2544 ถึงปัจจุบัน ไม่มีเหตุการณ์ที่ Gas Turbine Trip เนื่องจากความล้มเหลวในการปิดของ Damper

8 สรุปผลการทดลอง

- เมื่อเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนให้แก่ขดลวดโซลินอยด์ชุด Hydraulic Damper ส่งผลให้อุณหภูมิที่ขดลวดโซลินอยด์ลดลงจาก 100 °C เหลือ 40 °C ตั้งแต่เดือนมกราคม 2543 ถึงปัจจุบัน ดังนั้นปัญหาจากเหตุการณ์ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ใหม่จึงไม่เกิดขึ้น
- เมื่อเพิ่มเติมชุด Exercise ของ Drain Control Valve และทำการ Exercise วาล์วดังกล่าวโดยมีระยะเวลาเดือนละ 1 ครั้ง ขณะที่กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ายังคงดำเนินอยู่ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 ถึงปัจจุบัน พบว่า

เหตุการณ์ Gas Turbine Trip เนื่องจาก Damper ล้มเหลวในการปิดไม่เกิดขึ้นอีก โดยสังเกตจากข้อมูลที่บันทึกของเหตุการณ์ที่ HRSG Trip จาก Alarm Printer

9 กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ปฏิบัติงานกองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและกองการผลิตโรงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและค้นหาข้อมูล และขอขอบคุณว่าที่ ร.อ. ปรีชา วันดี ที่คอยแนะนำให้คำปรึกษา ให้ความรู้ที่ลุ่มลึก

10 เอกสารอ้างอิง

- [1] _____, " South Bangkok Power Plant, Public Relation Division, Electricity Generating Authority of Thailand " June 1995.
- [2] _____, " Operating Instruction, South Bangkok Combined Cycle Power Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand " Volume 2, 1997, Black & Veath International.
- [3] _____, " Instruction Book for Heat Recovery Steam Generator, South Bangkok Combined Cycle Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand " Volume 2/6 , 1995, Cockerill Mechanical Industries.
- [4] Somporn Tiramatsatian, Banlue Boonporn, " Meeting of Combined Cycle Power Plant for Asean Member Countries " Tab 12, December 13-15, 2000.
- [5] รุ่งโรจน์ รัตนาวรินทร์, " การวิเคราะห์และตรวจสอบระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรกล " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [6] ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ปานเพชร ชินินทร, "เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น" หน้า 300, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา

สารบัญ

สาขาวิศวกรรมโยธา

- 1 อิทธิพลของคุณสมบัติดินลมหอบซอนแก่้นที่มีต่อความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะขนาดเล็ที่ใช้ระบบเจาะแห้ง
วัชรินทร์ กาสลัก
- 6 การให้ประโยชน์จากทรายค่าเข้าด้านหินบิทมินัส และกากแคลเซียมคาร์ไบด์เพื่อผลิตเป็นมอร์ตาร์เมตตา เพื่อผลเจริญ
- 14 การให้ประโยชน์จากกากตะกอนเตาหลอมตะกั่วจากแบตเตอรี่หมอคายูเพื่อผลิตคอนกรีตบล็อกเมตตา เพื่อผลเจริญ
- 21 A Program Design for Combined Implementation of the Finite Element and Meshless Methods by Object-Oriented Modeling
Pruettha Nanakorn and Chantima Somprasert
- 34 Preliminary Feasibility Study on Run-of-River Type Small Hydropower Project in Thailand: Case Study in Maehongson Province
Taweeep Chaisomphob and Chakri Kupakrapinyo
- 44 A Hedging Rule for Managing The Dry-Season Water Shortages of The Chao Phraya Basin
Chavalit Chaleeraktrakoon and Nattinee Peerawat

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

- 53 การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิชที่ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์ว่าล์ว
สุรชาติ ลีวกริมล และ ทิพัฒน์ เลาหสงคราม

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

- 59 เตาเผาใหม่จำลองวอร์เทค-ฟลูอิดซ์เบค: การศึกษาเชิงการทดลองพฤติกรรมการไหลของอากาศ-แก๊ส
ฐานิตย์ เมธยานนท์, นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์, อติศักดิ์ นาถกรณกุล และสมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์

สาขาวิศวกรรมเคมี

- 68 การศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมในการชุบโลหะทองแดง
พงศกร สุวรรณพิสิทธิ์, ทักตร์จจี พรุคเจริญ, เก๋จวี พฤษชาทร และมะดิ หุ่นสม

๖๖

การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิค สวิตซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

Solving the problem of gas turbine and HRSG trip from hydraulic damper closing by the switching
technique with low frequency control the solenoid valve

นายสุรชาติ ลิ้มศรีผล

กองบำรุงรักษารักษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 2 ฝ่ายบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพระนครใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

โทร.(02) 3830000 ต่อ 5839 โทรสาร (02) 3830000 ต่อ 5804 Email:surachart.l@egat.co.th

พิพัฒน์ เลาสงคราม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร.(02) 3264203 โทรสาร (02) 3264204 Email:klpipat@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอเทคนิคการแก้ปัญหความร้อนที่สะสมใน
ขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วควบคุม Hydraulic Damper เคมี
[1] โดยใช้เทคนิคสวิตซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำ ได้ทำการทดลองติดตั้งวิจัยเก็บข้อมูล
ที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 พบว่าทำให้เกิด
การประหยัดพลังงานที่สิ้นเปลืองจาก Service Air ที่ใช้ระบายความร้อน
และพลังงานสูญเสียในขดลวดโซลินอยด์ ซึ่งเทคนิคนี้มุ่งเน้นแก้ปัญหาที่
ต้นเหตุ โดยลดความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์
วาล์วนี้ได้จริงและสามารถป้องกัน Gas Turbine Trip จากปัญหา
Hydraulic Damper ปิดตัวไม่ทันเนื่องจากโซลินอยด์วาล์วขัดตัว และ
HRSG Trip จากขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ควบคุม Hydraulic Damper ใหม่

คำสำคัญ : โซลินอยด์คอล์ย , โซลินอยด์วาล์ว

Abstract

This article presents a technique to solve the problem of
accumulated heat in the solenoid coil of the solenoid valve controlling
hydraulic damper [1] by using the low frequency switching technique.
The experiment was install and research data was collected from
South Bangkok Combined Cycle Power Plant II . Result from the new
method indicated the energy saving in the solenoid coil. The technique
concentrates on solve in the basic problem by directly reducing the heat
in the solenoid coil of the solenoild valve. This completely protected
the gas turbine trip due to the failure closing the hydraulic damper. As
well as the heat recovery steam generator (HRSG) trips due to the
burning of the solenoid coil of hydraulic damper.

Keywords : solenoid coil, solenoid valve , hydraulic damper,

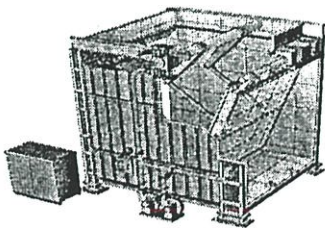
Gas turbine trip, damper closing failure

๖๖

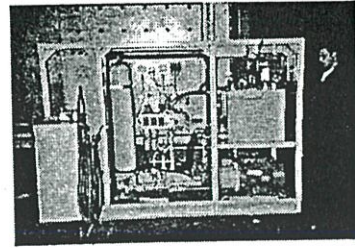
1 บทนำ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุด Hydraulic Damper ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมในประเทศไทย (Combined Cycle Power Plant) แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ (1) การขัดตัวของโซลินอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุด Hydraulic Damper เนื่องจากความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วส่งผลให้น้ำมัน Hydraulic บริเวณตัววาล์วมีอุณหภูมิสูงระลอกนานๆ ทำให้น้ำมัน Hydraulic เปลี่ยนสภาพเป็นลักษณะขางเหนียวแข็ง เป็นเหตุให้โซลินอยด์วาล์วขัดตัว เมื่อวาล์วมีการขัดตัวจึงไม่สามารถขยับตัวได้ และเมื่อ HRSG Trip จึงทำให้ Damper เปิดค้างและปิดตัวลงมาไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ Gas Turbine Trip (2) ขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วที่ใช้ควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่ เนื่องจากความร้อนสูงที่สะสมในขดลวดโซลินอยด์ เป็นเหตุให้ HRSG Trip ซึ่งทำให้หน่วยงานสูญเสียโอกาสในการจ่ายกระแสไฟฟ้าทำให้สูญเสียรายได้อย่างมาก และยังส่งผลให้อายุใช้งานของ Gas Turbine และ HRSG สั้นลงอีกด้วย จึงได้ทำการศึกษาป้องกันโดยวิธีระบายความร้อนโดยใช้ลมจาก Service Air ระบายความร้อนและทำการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว [1] ซึ่งพบว่าเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ปลอดภัย

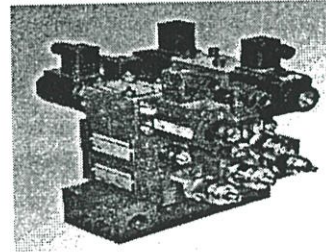
จึงได้ทำการพัฒนาออกแบบแก้ไขปรับปรุงและทำการทดลองโดยเพิ่มวงจรสวิทซ์ซึ่งความถี่ต่ำด้วยการออกแบบวงจรแรงดันใช้กับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 Volt โดยให้โซลินอยด์วาล์วรับแรงดันตรง 24 Volt ช่วงเวลาแรกซึ่งเป็นเวลาที่โซลินอยด์วาล์วเริ่มขยับตัวเปิด หลังจากนั้น 5 วินาที ให้ควบคุมที่แรงดัน 9 Volt แทน ซึ่งเป็นเวลาที่โซลินอยด์วาล์วทำงานเปิดสุดแล้วโดยให้สามารถรักษาค่าแรงดันวาล์วให้คงที่จนกระทั่งปิดตัวลง ซึ่งโซลินอยด์วาล์วที่ทดลองนี้มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve ” และได้ทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเพิ่มเติมชุดคังกล่าวที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 ซึ่งการทดลองได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถแก้ปัญหาคังกล่าวได้



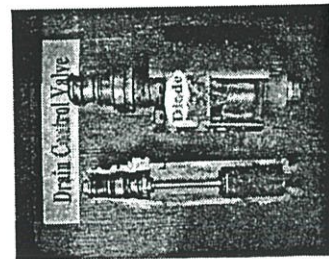
รูปที่1 Damper Unit ของบริษัท Wahlo



รูปที่2 ชุด Hydraulic Damper ควบคุมผ่านทาง DCS ของบริษัท ABB



รูปที่3 ชุดโซลินอยด์วาล์วที่ติดตั้งอยู่บน Hydraulic Unit



รูปที่4 โครงสร้างโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper

2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ชุด Hydraulic Damper

2.1.1 หลักการทำงานเบื้องต้น

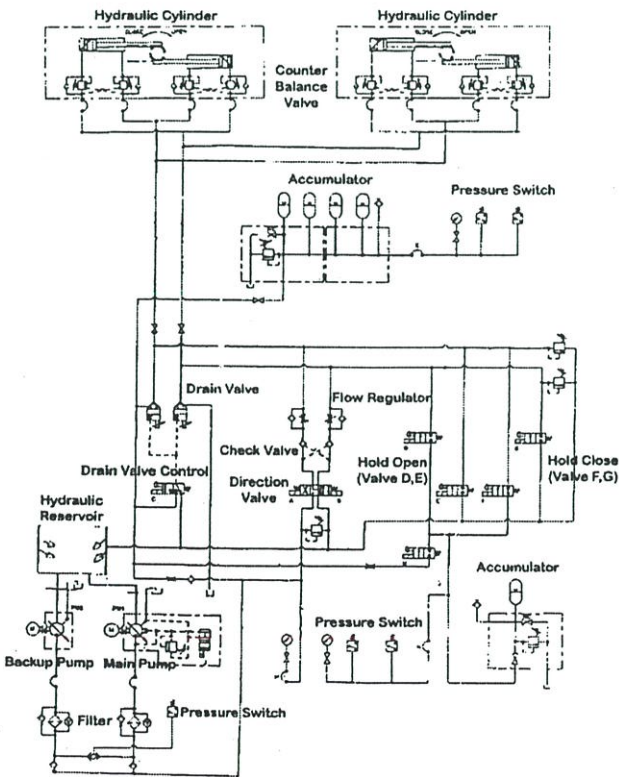
ชุด Hydraulic Damper เป็นชุดควบคุมการเปิด-ปิด Damper เพื่อนำความร้อนจาก Exhaust Gas มาใช้ในขบวนการผลิตไอน้ำ ซึ่งการเปิด Damper จะเปิดเป็นช่วงเวลาเพื่อเพิ่มอุณหภูมิใน HRSG (Heat Recovery Steam Generator) ขึ้นอย่างพอเหมาะไม่ให้ Temperature Gradient เกินกว่าค่าที่กำหนดทำให้ไม่เกิด Thermal Stress ซึ่ง Thermal Stress นี้จะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง นอกจากนี้อุณหภูมิที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นนี้จะมีผลทำให้ความดันภายใน HRSG เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมด้วย ตัวแปรที่ใช้ควบคุมการเปิด Damper ที่สำคัญประกอบด้วย Drum Pressure และ Exhaust Gas Temperature [3]

2.1.2 ฟังก์ชันการทำงาน

ฟังก์ชันการทำงานของชุด Hydraulic Damper แบ่งการทำงานได้ดังนี้คือ การเริ่มเปิด การเปิดสุด การเริ่มปิด การปิดสุด และการปิดฉุกเฉิน ซึ่งโซลินอยด์วาล์วที่มีหน้าที่เปิด-ปิดวงจรน้ำมันแต่ละตัวนั้นมีฟังก์ชันทำงานที่แตกต่างกันพิจารณารูปที่ 5

กรณีเกิดความผิดปกติในระบบบางอย่าง เช่น High Pressure Boiler Feed Pump Trip ระบบป้องกันจะทำงานตามฟังก์ชันที่ออกแบบไว้คือส่งสัญญาณให้ Damper ปิดตัวลงมาทันทีเพื่อป้องกันท่อภายใน HRSG ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากความร้อนเกิน (Overheat) โดยมีสัญญาณสั่งให้ระบบ Hydraulic Damper เปิด Drain Control Valve จากนั้น Drain Valve จะเปิดตามทำให้ น้ำมัน Hydraulic ที่สะสมอยู่ใน Accumulator ทั้งสี่ไหลเข้ากระบอกสูบตัว Damper ก็จะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ซึ่งใช้เวลาไม่เกิน 40 วินาที ถ้า Drain Control Valve ชัดตัวจะส่งผลให้ Damper เปิดค้างไม่สามารถปิดภายในเวลา 40 วินาที ระบบป้องกันจะส่ง Trip Gas Turbine ทันที

หรือกรณีที่โซลินอยด์คอยล์ของโซลินอยด์วาล์ว " Drain Control Valve" ไหม้ขาดวงจร ตัว Drain Control Valve และ Drain Valve จะเปิด ส่งผลให้น้ำมัน Hydraulic ที่สะสมอยู่ใน Accumulator ไหลผ่านวาล์วทั้งสองทำให้ Damper เคลื่อนปิดตัวลงมาทันที ส่งผลให้ HRSG Trip

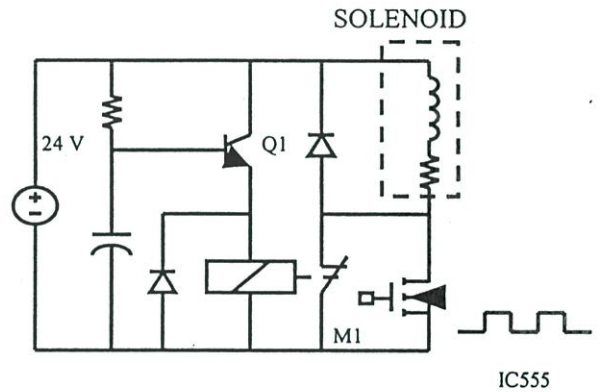


รูปที่ 5 Flow Diagram ของ Hydraulic Damper

2.2 ชุดควบคุมโซลินอยด์วาล์ว Hydraulic Damper

2.2.1 หลักการเบื้องต้น

วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์วของชุด Hydraulic Damper นี้ถูกออกแบบให้ควบคุมแรงดันที่ 24 Volt ช่วงเวลาแรกของการทำงานซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โซลินอยด์วาล์วเริ่มเคลื่อนที่เปิด หลังจากนั้น 5 วินาทีให้ควบคุมแรงดันที่ 9 Volt เป็นช่วงเวลาที่โซลินอยด์วาล์วขับเคลื่อนตัวเปิดสุดแล้วพิจารณารูปที่ 6 เมื่อป้อนแรงดันอินพุต 24 Volt ให้กับวงจรควบคุมที่เวลา $t = +0$ โซลินอยด์วาล์วจะได้รับแรงดัน 24 Volt โดยตรงผ่านทางหน้าสัมผัสปกติปิดของรีเลย์ เมื่อเวลาผ่านไปที่ $t = +5$ วินาที วงจรควบคุมทรานซิสเตอร์ Q1 ที่หน่วงไว้ก็จะสั่งให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ปกติปิดก็จะเปิด มอสเฟต M1 ซึ่งทำงานอยู่แล้วก็จะควบคุมแรงดันของโซลินอยด์วาล์วแทนที่ 9 Volt โดยใช้ IC-555 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ให้กับมอสเฟต M1 โดยออกแบบไว้ที่ความถี่ 375 Hz



รูปที่ 6 วงจรสวิตซ์ที่ซึ่งควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

3 การออกแบบวงจร

3.1 เงื่อนไขที่ต้องการและข้อมูลที่มีอยู่

- 1) แรงดันเดิมที่ใช้กับโซลินอยด์วาล์วคือ 24 Volt
- 2) แรงดันที่ทำการทดสอบว่าสามารถรักษาโซลินอยด์วาล์วให้คงสถานะเปิดสุดนั้นได้ ทำการทดสอบโดยการจ่ายแรงดัน 24 Volt เพื่อให้โซลินอยด์วาล์วขับเคลื่อนตัวเปิดและเปิดสุดและทำการลดระดับแรงดันลงมาจนกระทั่งโซลินอยด์วาล์วไม่สามารถรักษาสถานะเปิดนั้นได้ ที่แรงดันต่ำสุดคือ 8 Volt
- 3) ค่าแรงดันที่ต้องการ ในการออกแบบให้ควบคุมแทน 24 Volt หลังโซลินอยด์วาล์วเปิดสุด คือ $8 \times 1.1 = 9 \text{ Volt}$ (1.1 คือค่าที่เผื่อไว้ 10% ของค่าแรงดันที่ได้จากการทดสอบ)
- 4) เลือกค่าแรงดันที่ต้องการควบคุมโซลินอยด์วาล์วให้คงสถานะเปิดหลังจากวาล์วเปิดสุด คือ 9 Volt

3.2 วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 7 คำนวณหาค่าช่วงเวลาที่ทำให้รีเลย์ทำงาน

$$I_b = (V_{cc} - V_{be}) / R_b$$

$$I_b = (24 \text{ V} - 0.7 \text{ V}) / 100 \text{ k}\Omega = 0.23 \text{ mA}$$

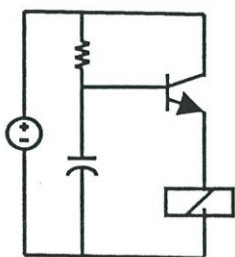
$$I_c = \beta I_b = 100 \times 0.23 \text{ mA} = 23 \text{ mA}$$

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c \cdot R_c = 24 \text{ V} - (23 \text{ mA} \times 0) = 24 \text{ V}$$

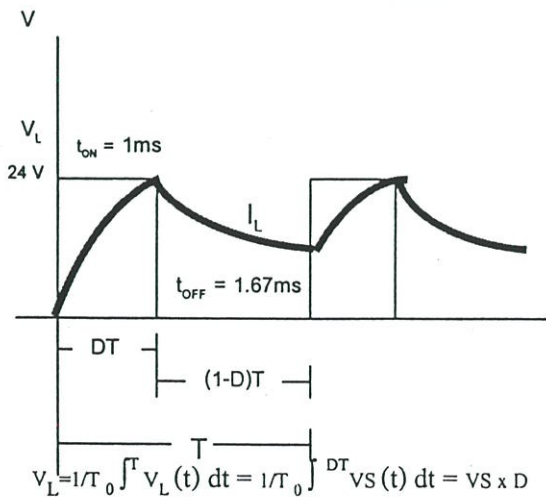
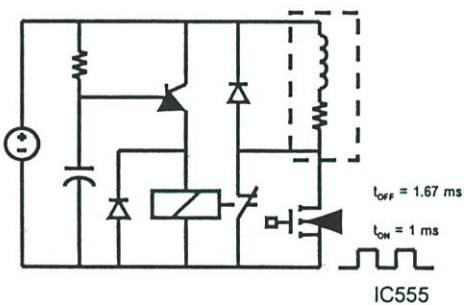
ค่าช่วงเวลาที่ทำให้รีเลย์ทำงาน (ต้องการหน่วง 5 วินาที)

$$\text{Time Constant } (\tau) = R_b \times C_1$$

$$(\tau) = 100 \text{ k}\Omega \times 0.05 \text{ }\mu\text{F} = 5 \text{ Second}$$



รูปที่ 7 วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์



รูปที่ 8 กระแสและแรงดันที่ตกคร่อมขดลวด โซลินอยด์

3.3 วงจรสวิตซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำใช้งานมอสเฟต M1

การเลือกความถี่สวิตซ์ที่ซึ่งใช้ ในการออกแบบต้องการให้ กระแส ไหลผ่านโซลินอยด์ค่าลั่วต่อเนื่อง ค่าขดลวดโซลินอยด์ค่าลั่วที่ใช้ มีค่า $R = 20 \Omega$, $L = 20 \text{ mH}$ จากรูปที่ 8 คำนวณหาค่าความถี่ที่ใช้งาน เมื่อ V_s (แรงดันแหล่งจ่าย) = 24 V และ V_o (แรงดันเอาต์พุตที่ ต้องการ) = 9 V ; Duty Ratio (D) = $V_o / V_s = 9 / 24 = 0.375 = 37.5 \%$; $\tau = L / R = 20 \text{ mH} / 20 \Omega = 0.001 = 1 \text{ mSec}$

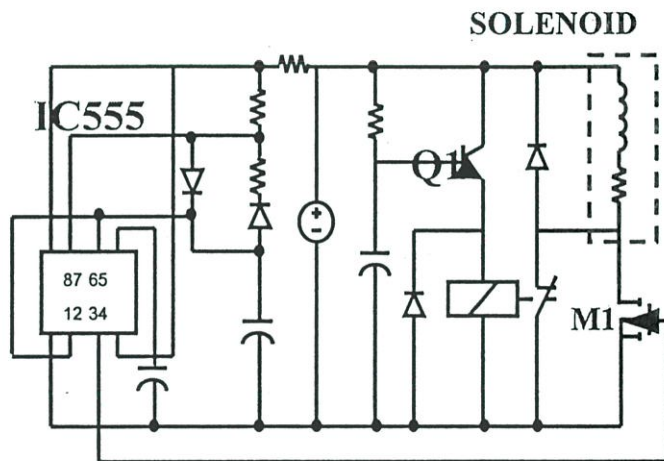
L รับพลังงานและคายพลังงานหมดใช้เวลาประมาณ $5 \tau = 5 \text{ mSec}$

ความถี่ที่เหมาะสมใช้งาน = $D (1 / \tau) = 0.375 \times (1 / 0.001) = 375 \text{ Hz}$

$$T = 1/f = 1/375 = 2.67 \text{ mSec} ;$$

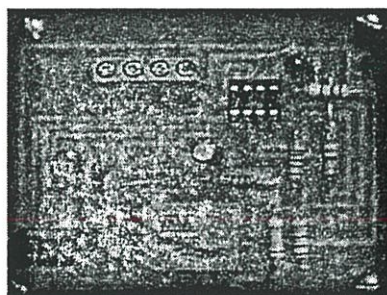
$$t_{on} = 0.375 \times 2.67 = 1 \text{ mSec} ; t_{off} = (1-0.375) \times 2.67 = 1.67 \text{ mSec}$$

$$D = t_{on} / T = t_{on} / (t_{on} + t_{off})$$



รูปที่ 9 วงจรสวิตซ์ที่ซึ่งใช้ขดลวดควบคุมโซลินอยด์ค่าลั่ว

3.4 ชิ้นงานต้นแบบ



รูปที่ 10 ชิ้นงานต้นแบบขดลวดควบคุมโซลินอยด์ค่าลั่ว

∴

4 ข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้น

4.1 ปัญหา Gas Turbine Trip จากการขัดตัวของโซลินอยด์วาล์ว

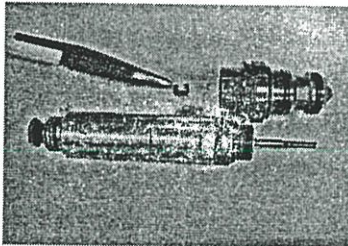
พิจารณาจากข้อมูลในรอบ 2 ปี (1 มกราคม 2541 – 31 ธันวาคม 2542) HRSG Trip และ Damper ปิดใช้เวลามากกว่า 40 วินาที เป็นเหตุให้ Gas Turbine Trip เฉลี่ยมากกว่า 3 ครั้ง/ปี ทำให้หน่วยงานสูญเสียรายได้หลายล้านบาท นี่คือนิยามที่จะหาวิธีแก้ไขป้องกัน

สาเหตุของปัญหาคือ น้ำมัน Hydraulic ที่ใช้จะเป็นน้ำมันทนไฟประเภทน้ำมันที่มีน้ำผสม ไกลคอล น้ำมันประเภทนี้ประกอบด้วยน้ำ 35-40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นสารต้านทานการกัดไฟ ไกลคอลและสารประกอบจากน้ำที่เป็นขางเหนียวทำให้เกิดความหนืด [6] ดังนั้นเมื่อน้ำมัน Hydraulic บริเวณ โซลินอยด์วาล์วมีอุณหภูมิสูงจะทำให้หน้าที่ผสมในน้ำมันระเหย ใอน้ำมันบริเวณดังกล่าวจะกลายสภาพเป็นขางเหนียวแข็งดังรูปที่ 11 ไปจุดทางการเคลื่อนที่ของ Drain Control Valve เป็นเหตุให้วาล์วขัดตัว เมื่อ HRSG Trip ส่งผลทำให้ Gas Turbine Trip

4.2 ปัญหา HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper ใหม่

พิจารณาจากข้อมูลในรอบ 2 ปี (1 มกราคม 2541 – 31 ธันวาคม 2542) HRSG Trip สาเหตุจากขดลวดโซลินอยด์ของโซลินอยด์วาล์วควบคุม Hydraulic Damper ใหม่เนื่องจากความร้อนสูงสะสมในขดลวดโซลินอยด์ เฉลี่ยมากกว่า 3 ครั้ง/ปี ทำให้หน่วยงานสูญเสียรายได้

สาเหตุของปัญหาคือ อุณหภูมิในตัวขดลวดโซลินอยด์สูงสะสมเป็นเวลานานๆ ทำให้ฉนวนของขดลวดเสื่อมสภาพ อายุการใช้งานสั้นลงและในที่สุดขดลวดโซลินอยด์จึงไหม้และขาดวงจรส่งผลให้ HRSG Trip



รูปที่ 11 ความร้อนสูงสะสมในขดลวดโซลินอยด์ทำให้เกิดขางเหนียวเป็นผลให้วาล์วขัดตัว

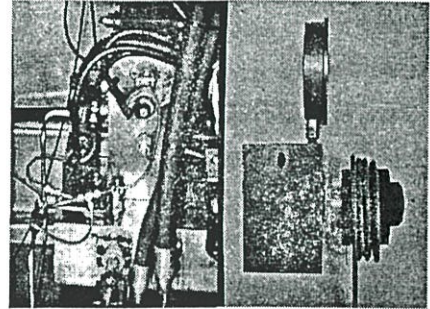
5 การวิจัยและทดลอง

5.1 หลักการเดิม

5.1.1 เพิ่มชุดระบายความร้อนและเพิ่มฟังก์ชันการ Exercise โซลินอยด์วาล์ว

ทำการแก้ไขโดยเพิ่มเติมชุดระบายความร้อนโดยใช้ท่อขนาด ¼ นิ้ว ขดรอบขดลวดโซลินอยด์และทำการเจาะรูรอบๆท่อที่ขดรอบขดลวดโซลินอยด์ จากนั้นใช้ลมที่ค่อจาก Service Air ไปเป่าขดลวดโซลินอยด์ซึ่งส่งผลทำให้อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์ลดลงจาก 120 ° C

เหลือ 54° C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 230 Volt และลดลงจาก 85° C เหลือ 50° C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 Volt และทำการเพิ่มฟังก์ชันการ Exercise วาล์วควบคุม (Drain Control Valve) โดยทำการ Exercise ทุก ๆ วันที่ 1 ของเดือน ขณะที่ขบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายโหลดให้กับระบบ เพื่อป้องกันและตรวจสอบการขัดตัวของโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาโซลินอยด์วาล์วขัดตัว [1] ข้อเสียคือสิ้นเปลืองพลังงานจาก Service Air ที่ใช้ระบายความร้อน และมีความยุ่งยากต่อการนำท่อ Service Air เข้าใช้งาน ดังรูปที่ 12

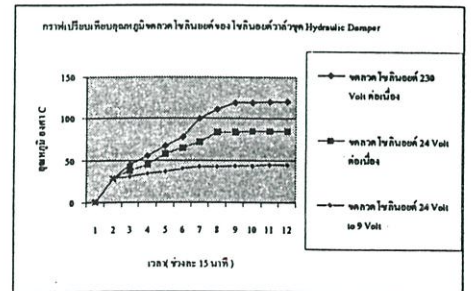


รูปที่ 12 ชุดระบายความร้อนขดลวดโซลินอยด์วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper

5.2 หลักการใหม่

5.2.1 เพิ่มเติมวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

เมื่อนำวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำเข้าใช้งานโดยทดลองใช้กับโซลินอยด์วาล์วที่มีชื่อเรียกว่า “ Drain Control Valve “ ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2545 ถึงตุลาคม 2546 สามารถลดอุณหภูมิจาก 85° C เหลือ 45° C สำหรับโซลินอยด์วาล์วขนาด 24 Volt โดยผลที่ได้รับเหมือนกับข้อ 5.1.1 ข้อดีคือประหยัดพลังงานสิ้นเปลืองจาก Service Air และสามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากปัญหาดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ โดยเก็บข้อมูลทำการเปรียบเทียบระหว่างโซลินอยด์วาล์วที่รับแรงดันไฟฟ้าโดยตรงต่อเนื่อง 230 Volt และ 24 Volt เทียบกับโซลินอยด์วาล์วที่มีวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งที่ลดแรงดันจาก 24 Volt เหลือ 9 Volt หนึ่งเวลา 5 วินาที ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 อุณหภูมิของขดลวดโซลินอยด์ 230 Volt และ 24 Volt จ่ายแรงดันโดยตรง 230 Volt และ 24 Volt ต่อเนื่องเทียบกับขดลวดโซลินอยด์ 24 Volt ผ่านวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งลดแรงดัน 24 Volt เหลือ 9 Volt หนึ่งเวลา 5 วินาที

;;

6 ข้อมูลหลังเพิ่มเติมวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำ

6.1 ปัญหา Gas Turbine Trip โชลินอยด์วาล์วขัดตัว

เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2545 ถึงปัจจุบันเดือน ตุลาคม 2546 ไม่มีเหตุการณ์ที่ Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวจากการปิดของ Damper เนื่องจากโชลินอยด์วาล์วขัดตัว หลังจากเพิ่มเติมนววงจรสวิทซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำเข้าใช้งานอุณหภูมิลดลงเหลือจาก 85 °C เหลือ 45 °C สำหรับโชลินอยด์วาล์วขนาด 24 Volt และทำให้ประหยัคพลังงานสิ้นเปลืองลมจาก Service Air ที่ใช้ระบายความร้อนด้วย

7 สรุปผลการทดลอง

1 หลังจากนำวงจรสวิทซ์ที่ซึ่งความถี่ต่ำที่ออกแบบไว้เข้าใช้งาน ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2545 ถึงปัจจุบันเดือน ตุลาคม 2546 โดยควบคุม แรงดันที่ 24 Volt ช่วงแรกหลังจากนั้น 5 วินาทีให้ควบคุมแรงดันที่ 9 Volt แทนนั้น สามารถควบคุมการทำงานชุด Hydraulic Damper ได้ปกติ ไม่กระทบต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งผลดีที่ลดระดับแรงดันลง เพื่อควบคุมโชลินอยด์วาล์ว 9 Volt นี้ช่วยให้อุณหภูมิต่ำลงที่ชุดวาล์ว โชลินอยด์ลดลงเหลือ 45° C เปรียบเทียบกับโชลินอยด์วาล์วที่ควบคุมแรงดัน 24 Volt ต่อเนื่องซึ่งอุณหภูมิสะสมสูงถึง 85 °C และเทียบกับหลักการเดิมที่ใช้ Service Air ระบายความร้อนให้กับชุดวาล์วโชลินอยด์วาล์ว ผลดีคือประหยัคพลังงานสิ้นเปลืองของ Service Air และลดความยุ่งยากในการติดตั้งและตรวจสอบต่อ Service Air

2 สามารถแก้ปัญหา Gas Turbine Trip จากการปิดของชุด Hydraulic Damper เนื่องจากโชลินอยด์วาล์วขัดตัว และแก้ปัญหา HRSG Trip จากชุดวาล์วโชลินอยด์ของโชลินอยด์วาล์วควบคุมชุด Hydraulic Damper ใหม่ เนื่องจากความร้อนสูงสะสมในชุดวาล์วโชลินอยด์วาล์วได้ และขี้อายุการใช้งานของเครื่องจักร Gas Turbine และ HRSG ทำให้หน่วยงานประหยัคค่าใช้จ่ายและทำให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบได้ต่อเนื่อง

8 กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้บังคับบัญชา คุณกิตติชัย มะลิคา ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องวัด2 ที่ให้การสนับสนุนงานทดลองวิจัยนี้ และคุณฉวีวุฒิ ศรีศิลป์ คุณเสรี เวียงพิทักษ์ คุณโอภาส น้าสมบุญ ที่อนุเคราะห์ช่วยเหลือเครื่องมือแ่งทดลองงานด้านเอกสารต่างๆ ขอขอบคุณผู้ปฏิบัติงานโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ทุกท่านที่ช่วยเก็บบันทึกข้อมูลในงานวิจัยนี้

10 เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรชาติ ลิ้ร่ากรีมผล , พิพัฒน์ เลาหสงคราม “ กรณีศึกษา การป้องกัน Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Damper และ HRSG Trip เนื่องจากชุดวาล์วโชลินอยด์ของชุด Hydraulic Damper ใหม่ ” วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ฉบับที่ 4 ปีที่ 12 พ.ศ.2544 หน้าที่ 15-20
- [2] นภัทร วัฒนเทพินทร์, “ ทฤษฎีและการออกแบบวงจรพัลส์ ” บริษัทสกายบุ๊คส์ จำกัด
- [3] _____, “ Operating Instruction, South Bangkok Combined Cycle Power Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand ” Volume 2, 1997, Black & Veath International.
- [4] _____, “ Instruction Book for Heat Recovery Steam Generator, South Bangkok Combined Cycle Plant II, Electricity Generating Authority of Thailand ” Volume 2/6 , 1995, Cockerill Mechanical Industries.
- [5] Somporn Tiramatsatian, Banlue Boonporn, “ Meeting of Combined Cycle Power Plant for Asean Mumber Countries ” Tab12, December 13-15,2000.
- [6] ประเสริฐ เทียนนิมิตร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์, ปานเพชร ชินินทร, “เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น” หน้า 300,บริษัทไฮ้คยูเคชั่น จำกัด.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสุรชาติ ลีราษฎร์ผล
วัน-เดือน-ปีเกิด	2 มกราคม 2512 ที่อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
ที่อยู่	1775/185 ซอยพหลโยธิน34 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2537 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544

ประสบการณ์ในการทำงาน

ปัจจุบันทำงานที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครใต้ หน่วยที่ 2 แผนกบำรุงรักษาอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องวัด 2 กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 2 ฝ่ายบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพระนครใต้ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้า รับผิดชอบงานอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุม เครื่องจักรไอน้ำ (Steam Turbine)

ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

1 สุรชาติ ลีราษฎร์ผล พิพัฒน์ เลหาสงคราม บทความวิชาการเรื่อง “ กรณีศึกษาการป้องกัน Gas Turbine Trip จากความล้มเหลวในการปิดของ Hydraulic Damper และ HRSG Trip เนื่องจากขดลวดโซลินอยด์ใหม่ ” วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2544

2 สุรชาติ ลีราษฎร์ผล พิพัฒน์ เลหาสงคราม บทความวิชาการเรื่อง “ การแก้ปัญหา Gas Turbine และ HRSG Trip เนื่องจากการปิดของชุด Hydraulic Damper โดยใช้เทคนิคสวิตซ์ซึ่งความถี่ต่ำควบคุมโซลินอยด์วาล์ว ” วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 14 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2546

รางวัลเกียรติคุณ

1 โล่ประกาศเกียรติคุณและใบประกาศเกียรติคุณ จากผู้ว่าการการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รางวัลดีมาก ประเภทสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เรื่องวงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์วชุด Hydraulic Damper เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2546