



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตโรงแยกแก๊ส
THE ANALYSIS OF PROCESS SAFETY TIME FOR GAS PLANT

ณพรรณภรณ์ รัตน์กิจยนต์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตโรงแยกแก๊ส
THE ANALYSIS OF PROCESS SAFETY TIME FOR GAS PLANT

ณพรรณภรณ์ รัตนกิจยนต์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตโรงแยกแก๊ส

ชื่อ-สกุล นักศึกษา ณพรรณภรณ์ รัตนกิจยนต์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์นิเทศ ดร. นริศรา ทองบุญชู

ผู้นิเทศงาน ดร. นริศรา ทองบุญชู

สถานที่ประกอบการ เทคนิค เอ็นจิเนียริง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ (Process Safety Time) ในกระบวนการแยกแก๊สหลักและระบบทำความเย็นโพรเพนของโรงแยกแก๊สจาลาบาด (Jalalabad) ในประเทศบังคลาเทศ เพื่อที่จะใช้วางแผนป้องกันอันตรายระหว่างกระบวนการผลิตได้ โดยใช้โปรแกรมจำลอง Aspen HYSYS แบบ Dynamics ในการจำลองสถานการณ์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ควบคุมในกระบวนการ โดยในส่วนของกระบวนการแยกแก๊สหลักได้แบ่งกรณีศึกษาเป็น 2 กลุ่มคือ ความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกประเภทต่างๆ ที่ส่งผลต่อเครื่องแยกแรงดันปานกลางและความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง ที่ส่งผลต่อถังเก็บคอนเดนเสท ผลการศึกษาพบว่าในกรณีแรก ความผิดปกติของการทำงานของวาล์วระหว่างเครื่องแยกต่างๆ กับเครื่องแยกแรงดันปานกลาง ส่งผลทำให้เกิดกรณีความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดที่เครื่องแยกแรงดันปานกลาง โดยความผิดปกติจากการเปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุมจากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100% ระหว่างเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 7.5 วินาที ส่วนกรณีหลังพบว่าความผิดปกติของวาล์วระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองชนิดกับถังเก็บคอนเดนเสท ส่งผลทำให้เกิดกรณีความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดที่ถังเก็บคอนเดนเสท โดยความผิดปกติจากการเปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุมจากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100% ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและถังเก็บคอนเดนเสท มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 6 วินาที ในส่วนระบบทำความเย็นโพรเพนได้แบ่งกรณีศึกษาเป็น 2 กลุ่มเช่นกันคือ ความผิดปกติของสวิตช์เตือนระดับของเหลวสูงสุด วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องเก็บโพรเพนเหลวและเครื่องอัดไอ และวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบ และความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องอีโคโนไมเซอร์และเครื่องอัดไอที่มีผลต่อเครื่องอัดไอ ผลการศึกษาพบว่าความผิดปกติที่สวิตช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดและวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบ ส่งผลให้เกิดกรณีโพรเพนเหลวท่วมอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ โดยความผิดปกติจากการเปิดวาล์วเติมโพรเพน 100% มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 1,217 วินาที (20 นาที) ส่วนในกรณีหลังความผิดปกติของวาล์วไม่มีผลทำให้เกิดกรณีโพรเพนเหลวท่วมอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: The Analysis of Process Safety Time for Gas Plant

Student Name: Napanporn Rattanakityon

Faculty: Engineering

Department: Chemical

Advisor Name: Dr. Narisara Thongboonchoo

Mentor Name: Dr. Narisara Thongboonchoo

Company: Technip Engineering (Thailand) Limited

ABSTRACT

The aim of this project study is to estimate a Process Safety Time (PST) for the main gas separation process and propane refrigeration system in Jalalabad gas plant, Bangladesh. This PST could be used to manage risk to avoid catastrophe. Dynamics mode of Aspen HYSYS program is used as a tool to simulate consequence of process control instruments failure scenario. In gas separation process, case studies are divided into 2 groups. There are the failure of valves between upstream separators and Medium Pressure Separator (MPS), and the failure of valves between MPS, Fuel Gas Scrubber (FGS) and Condensate Storages (CS). The simulation results show that in first group the failure of valves between upstream separators and MPS causes pressure in the MPS to over the set point. The failure from the open of bypass valve instead of level control valve between Low Temp Separator and MPS and bypass valve are opened 100% afterwards has the lowest PST at 7.5 seconds. The second group, the failure of valves between the MPS, FGS and CS cause the over set pressure of the CS. The failure from the open of bypass valve instead of level control valve and control valve are opened 100% afterward yields the lowest PST for about 6 seconds. In propane refrigeration system case studies are also divided into 2 groups. There are failure of Level Switch High (LSH), valves between Propane Accumulator and Compressor, Filling Pump Valve (FPV), and the failure of valves between Economizer and Compressor. For the first case, the results reveals that the failure of LSH, and FPV are affected the propane liquid flooded in a compressor. The failure of filling pump valve by open 100% has the lowest PST at about 20 minutes. However, the failure of valves between Economizer and compressor in second case do not cause the propane liquid flooded in a compressor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เทคโนโลยีเอ็นจีเนียริง (ประเทศไทย) ที่มอบโอกาสให้กับนักศึกษาในเข้าฝึกงานและต่อเนื่องไปถึงการทำสหกิจศึกษา ผู้จัดทำรู้สึกประทับใจเป็นอย่างยิ่งกับการได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการทำโครงการจริงของทางบริษัท ได้เรียนรู้ถึงการจำลองโมเดลโรงงานแยกแเก้สจริง และเรียนรู้อย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับตัวโปรแกรมจำลองไดนามิกส์ รวมไปถึงการการได้เรียนรู้ถึงวัฒนธรรมองค์กร การปรับตัวเข้ากับพนักงานทุกคนภายในบริษัทและสังคม จึงขอขอบคุณ คุณภูมินทร์ สิงห์กมลพล ผู้จัดการแผนกกระบวนการผลิต ที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ ไม่ว่าจะป็นทั้งความรู้ ประสบการณ์ การใช้ชีวิตตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงการนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ พนักงานทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา

ขอขอบคุณ ดร. นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษาการทำโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ที่คอยให้การสนับสนุนในทุกเรื่องเป็นอย่างดี และให้ความรู้ในเรื่องของเนื้อหาวิชาการที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งความรู้ในเรื่องของการปรับตัวเข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อมการทำงาน รวมไปถึงการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารและการเขียนงานต่างๆ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยอบรมสั่งสอน ให้ประพฤติปฏิบัติตนถูกต้อง คอยส่งเสริมให้กำลังใจในการทำงาน และคอยสนับสนุน ช่วยเหลือตัวข้าพเจ้าให้ก้าวข้ามสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่เข้ามาได้อย่างราบรื่นมาโดยตลอด จึงขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องมา ณ ที่นี้

ณพรรณภรณ์ รัตนกิจยนต์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ภาพรวมโรงแยกแก๊ส.....	4
2.2 หน่วยแยกหลักของโรงแยกแก๊ส.....	5
2.3 กระบวนการสารทำความเย็น.....	6
2.4 ระบบและอุปกรณ์ควบคุม.....	8
2.5 ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ.....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....	11
3.1 การศึกษารายละเอียดและขอบเขตของโครงการ.....	11
3.2 การศึกษาโปรแกรมสร้างแบบจำลองกระบวนการ Aspen HYSYS.....	17
3.3 การรวบรวมข้อมูล.....	17
3.4 การเลือกใช้ข้อมูล.....	17
3.5 การออกแบบและสร้างแบบจำลองกระบวนการ.....	18
3.6 กรณีศึกษา.....	21
3.7 การวิเคราะห์ผล.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	24
4.1 ผลกรณีศึกษากระบวนการแยกแยะสหัสหลักกลุ่มเอ.....	24
4.2 ผลกรณีศึกษากระบวนการแยกแยะสหัสหลักกลุ่มบี.....	29
4.3 ผลกรณีศึกษาระบบทำความเย็นโทรเพนกลุ่มซี.....	31
4.4 ผลกรณีศึกษาระบบทำความเย็นโทรเพนกลุ่มดี.....	32
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	35
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	36
เอกสารอ้างอิง.....	37
ภาคผนวก.....	38
ภาคผนวก ก.....	38
ภาคผนวก ข.....	44
ภาคผนวก ค.....	46



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ในกระบวนการแยกแยะหลัก.....	4
3.2 รายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นโพรเพน.....	16
3.3 การเลือกใช้ข้อมูลในกระบวนการแยกหลัก.....	18
4.1 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มเอ.....	24
4.2 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มบี.....	29
4.3 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มซี.....	31
4.4 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มดี.....	32



สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพรวมกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สโดยทั่วไป	4
2.2 ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่องแยกหลัก	5
2.3 แผนภาพกระบวนการของระบบทำความเย็น	7
2.4 ส่วนประกอบวาล์วโกลบ.....	7
2.5 กราฟแสดงลักษณะเฉพาะแต่ละประเภทของวาล์ว.....	9
2.6 ส่วนประกอบวาล์วระบายแรงดัน	10
3.1 แผนภาพรวมกระบวนการแยกแก๊สหลัก.....	12
3.2 แผนภาพรวมระบบทำความเย็นโพรเพน.....	15
3.3 หน้าต่างของโปรแกรม Aspen HYSYS.....	17
3.4 แบบจำลองกระบวนการแยกแก๊สหลัก.....	19
3.5 แบบจำลองกระบวนการระบบทำความเย็นโพรเพน.....	20
3.6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา.....	23
3.7 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา.....	23
4.1 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีเอ1.1.....	26
4.2 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีเอ1.3.....	28
4.3 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีบี1.1.....	30
4.4 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีซี1.1.....	33
4.5 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีซี2.1.....	34

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงแยกแก๊สจาลาลาบัต (Jalalabad) ตั้งอยู่ชานเมืองแลคคาตูราห์ (Laccatoorah) ห่างจากทางตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองดากา (Dhaka) ประมาณ 240 กิโลเมตร ประเทศบังกลาเทศ โรงแยกแก๊ส จาลาลาบัตแห่งนี้มีหลุมการผลิต 6 หลุม ส่งต่อน้ำมันและแก๊สที่ได้ไปทางท่อส่งรวมและเข้าสู่กระบวนการต่างๆ ของโรงแยกแก๊สต่อไป เมื่อผ่านกระบวนการจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย ก๊าซธรรมชาติที่ได้จะถูกจัดส่งจำหน่ายโดยมีบริษัทควบคุมการส่งจำหน่ายออกทางระบบท่อเป็นผู้ควบคุม ส่วนคอนเดนเสทที่เป็นผลผลิตจะถูกบีบส่งไปยังท่อส่งจำหน่ายอีกเช่นกัน

กระบวนการผลิตในสภาวะปกติทั้งส่วนที่เป็นกระบวนการแยกหลักและระบบสาธารณูปโภค เช่น สารทำความเย็น จะถูกควบคุมค่าตัวแปรต่างๆ ในทุกส่วนของกระบวนการเพื่อให้กระบวนการดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและได้ผลผลิตที่ตรงกับความต้องการ หากภายในกระบวนการผลิตเกิดมีส่วนใดส่วนหนึ่งขัดข้องไม่ว่าจะเกิดจากตัวอุปกรณ์หรือเกิดจากการควบคุมโดยบุคคล อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการผลิต ระบบหยุดชะงักลง และค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นมูลค่ามหาศาลหรืออาจประเมินมิได้

การวิเคราะห์หาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการจากเหตุการณ์ความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้นต่อกระบวนการผลิตเมื่ออุปกรณ์ในกระบวนการผลิตตัวใดตัวหนึ่งเกิดความผิดพลาด ด้วยการจำลองสถานการณ์หรือกระบวนการผลิตจริงของโรงงานการผลิตโดยใช้โปรแกรมจำลองกระบวนการที่มีความแม่นยำต่อกระบวนการผลิตที่เป็นโรงแยกแก๊สโดยเฉพาะ คือโปรแกรม Aspen HYSYS ที่สามารถนำมาช่วยวิเคราะห์คาดการณ์ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นว่าเกิดจากสาเหตุใดและมีผลกระทบต่อส่วนใดของระบบสามารถใช้หาอุปกรณ์หรือวิธีป้องกันเหตุการณ์วิกฤตที่ตามมาได้อย่างทัน่วงที และปรับปรุงแก้ไขให้กระบวนการดำเนินการไปได้อย่างราบรื่นต่อไปจึงเป็นที่มาของการทำโครงการในครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สโดยใช้โปรแกรมจำลองกระบวนการ Aspen HYSYS เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการทำสถานการณ์จำลองของแต่ละเหตุการณ์

2) เพื่อให้สามารถอธิบายเหตุและผลที่เกิดขึ้นต่อกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สได้ในแต่ละสถานการณ์จำลอง

3) เพื่อหาระยะเวลาป้องกันก่อนเกิดอันตรายต่อกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) ศึกษาและจำลองกระบวนการผลิตจริงของกระบวนการแยกแก๊สหลัก (Gas Separation Process) ซึ่งหน่วยปฏิบัติการหลักประกอบด้วย เครื่องแยกสามวัฏภาคความดันสูง เครื่องแยกสามวัฏภาคทดสอบ เครื่องแยกตะกอนกรอง เครื่องแยกสามวัฏภาคอุณหภูมิต่ำ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนความเย็นยิ่งยวด (Heat Exchanger) เครื่องแยกความดันปานกลาง เครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง เครื่องแก๊สบูสต์ (Gas Boost) และแท่งเก็บคอนเดนเสท

2) ศึกษาและจำลองกระบวนการผลิตจริงของระบบทำความเย็นโพรเพน (Propane Refrigeration System) ซึ่งหน่วยปฏิบัติการหลักประกอบด้วย เครื่องโพรเพนแอกคิวมูเลเตอร์ (Propane Accumulator) เครื่องอีโคโนไมเซอร์ (Economizer) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler) เครื่องซิลเลอร์ (Chiller) เครื่องสครับเบอร์ เครื่องอัดไอ (Compressor) เครื่องควบแน่น (Condenser) และปั๊มเติมสารโพรเพน (Propane Filling Pump)

3) การจำลองกระบวนการผลิตทั้งหมดถูกสร้างขึ้นในโปรแกรมจำลองกระบวนการ Aspen HYSYS ในรูปแบบของไดนามิกส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รับความรู้ในการสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊ส โดยใช้โปรแกรม Aspen HYSYS

2) สามารถอธิบายปรากฏการณ์และเหตุการณ์ความผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ว่ามีสาเหตุมาจากสิ่งใดและผลกระทบที่ตามมาแต่ละส่วนของระบบเกิดขึ้นได้อย่างไร อย่างเป็นลำดับและถูกต้อง

3) ได้ข้อมูลระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการที่จะใช้ในการหาวิธีแก้ไขและเครื่องมือในการป้องกันอันตรายระหว่างกระบวนการผลิตได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

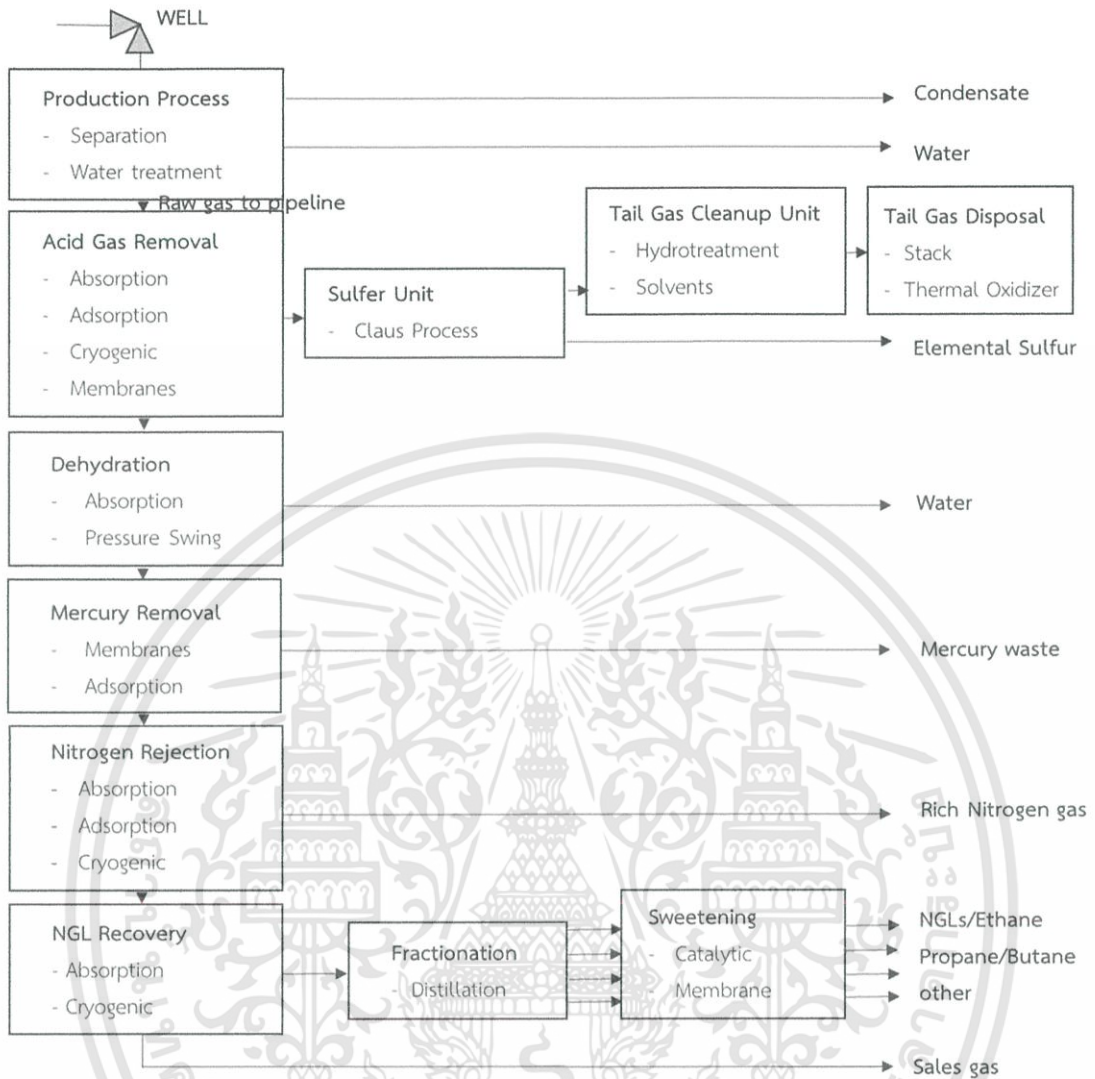
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพร้อมหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ โดยจะกล่าวถึง ภาพรวมกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน หลักการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ภายในกระบวนการผลิตแต่ละส่วน รวมถึงระบบควบคุมภายในกระบวนการผลิต

2.1 ภาพรวมโรงแยกแก๊ส [1]

การผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเพื่อส่งออกสู่ตลาด จะต้องผ่านขั้นตอนกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มจากขั้นการสำรวจ (Exploration) ขั้นตอนที่คาดคะเนถึงแหล่ง วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเป็นหลุมขุดเจาะ โดยใช้คลื่นแม่เหล็กไหวสะเทือน (Seismic Waves) และการขุด เจาะเบื้องต้นในการเริ่มกิจกรรมก่อนตัดสินใจให้เป็นแหล่งขุดเจาะน้ำมันที่แท้จริง ขั้นกระบวนการ ผลิตของแหล่งต้นน้ำ (Upstream) เป็นการปรับเสถียรภาพของน้ำมันและแก๊ส ขั้นกระบวนการผลิต แหล่งกลางน้ำ (Midstream) เป็นขั้นการบำบัดก๊าซเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต และขั้น กระบวนการผลิตของแหล่งปลายน้ำ (Downstream) เป็นขั้นสุดท้ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกมา

ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) เป็นก๊าซผสมที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเป็นหลัก รวมไปถึง ก๊าซผสมตัวอื่นๆ ที่ปรากฏอยู่ในก๊าซธรรมชาติ เช่น อีเทน โพรเพน บิวเทน เพนเทน ไอโซ นีไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม ไนโตรเจน เป็นต้น โดยแหล่งหลุมขุดเจาะวัตถุประสงค์ใน การผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ หลุมน้ำมัน (Oil Wells) หลุมแก๊ส (Gas Wells) และหลุมคอนเดนเสท (Condensate Wells)

ภาพรวมกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สทั่วไป ที่ประกอบไปด้วยกระบวนการผลิตขั้น ต่างๆ พร้อมทั้งผลิตภัณฑ์หลักที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.1 ประกอบไปด้วยขั้นกระบวนการผลิต (Production Process) การกำจัดแก๊สกรด (Acid Gas Removal) การนำเอาน้ำออก (Dehydration) การกำจัดสารปรอท (Mercury Removal) การกำจัดไนโตรเจน (Nitrogen Rejection) และการ แปลงสภาพสารเป็นก๊าซธรรมชาติเหลว (NGL Recovery)



รูปที่ 2.1 แผนภาพรวมกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สโดยทั่วไป [1]

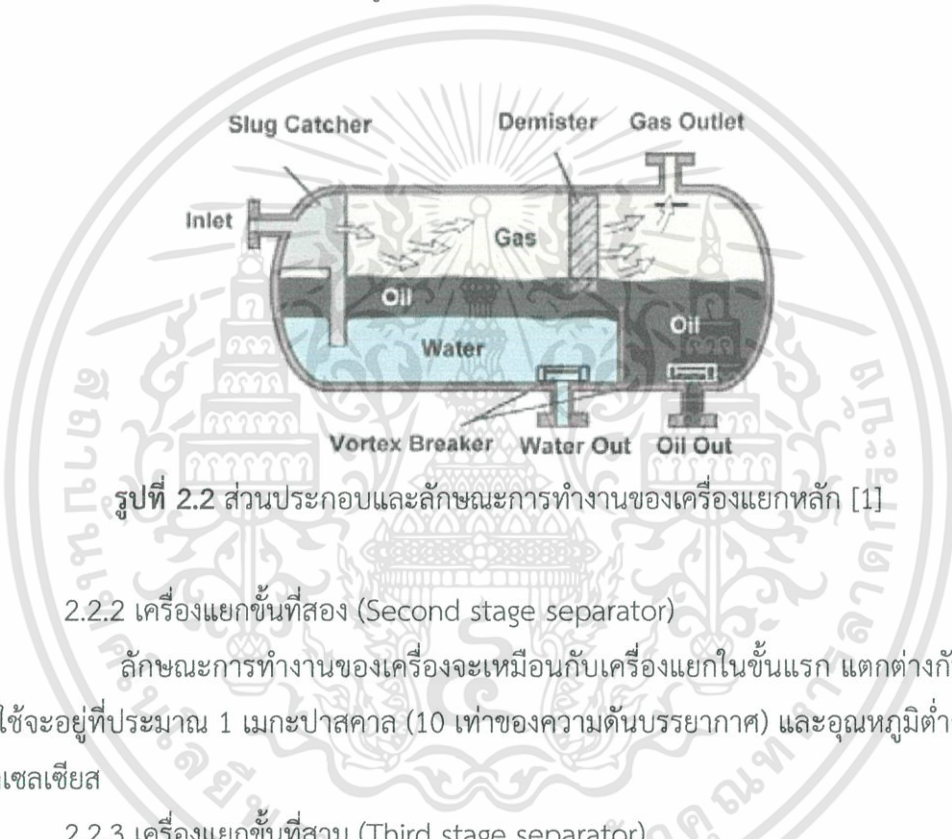
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยแยกหลักของโรงแยกแก๊ส (Separation Units) [1]

ขั้นตอนการแยกประกอบไปด้วยหน่วยย่อยๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 เครื่องแยกหลัก (Production Separators)

เครื่องแยกชนิดนี้ใช้หลักการแยกตามแรงโน้มถ่วง โดยก๊าซจะลอยตัวออกทางด้านบน น้ำจะรวมตัวกันอยู่บริเวณส่วนล่าง และน้ำมันจะถูกแยกออกอยู่ที่บริเวณชั้นกลางของถัง ซึ่งจะใช้ความดันประมาณ 3-5 เมกะปาสคาล (30-50 เท่าของความดันบรรยากาศ ณ อุณหภูมิเข้าในช่วง 100-150 องศาเซลเซียส) ในการแยกสารผสมปกติจะใช้เวลาอยู่ที่ 5 นาที ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่องแยกหลักแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่องแยกหลัก [1]

2.2.2 เครื่องแยกขั้นที่สอง (Second stage separator)

ลักษณะการทำงานของเครื่องจะเหมือนกับเครื่องแยกในขั้นแรก แตกต่างกันที่ความดันที่ใช้จะอยู่ที่ประมาณ 1 เมกะปาสคาล (10 เท่าของความดันบรรยากาศ) และอุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

2.2.3 เครื่องแยกขั้นที่สาม (Third stage separator)

เป็นการแยกแบบสองเฟส โดยความดันจะถูกลดลงจนเหลือความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ องค์ประกอบของแก๊สหนักทั้งหมดสามารถเดือดและระเหยออกได้ในขั้นนี้

2.2.4 เครื่องแยกตะกอนกรอง (Filter Coalescer)

เป็นขั้นสุดท้ายในการกำจัดน้ำออกจากแก๊สผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องแยกขั้นที่สาม โดยใช้แผงตัวนำไฟฟ้าที่เรียงตัวกันเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายใน ทำหน้าที่ในการแตกพันธะระหว่างน้ำกับน้ำมันที่หลงเหลือออก ปริมาณน้ำที่มีในแก๊สขาเข้าทั้งหมดจะลดลง น้ำจะตกลงอยู่ด้านล่างของถังและแก๊สจะลอยตัวอยู่ด้านบน

2.2.5 สครีบบอร์ก๊าซเชื้อเพลิง (Fuel Gas Scrubber)

ใช้ในการกรองอนุภาคและของเหลวต่างๆ เพื่อเพิ่มความบริสุทธิ์ให้กับผลิตภัณฑ์ก๊าซธรรมชาติให้ปราศจากองค์ประกอบสารที่ไม่ต้องการ โดยกลไกของเครื่องสกรีบบอร์ก๊าซเชื้อเพลิงนี้จะทำงานโดยใช้วัสดุกรองในการกำจัดสิ่งเจือปนออกจากสายแก๊ส

2.2.6 ถังเก็บเก็บบรรจุสารที่ความดันบรรยากาศ (Atmosphere Storage Tank)

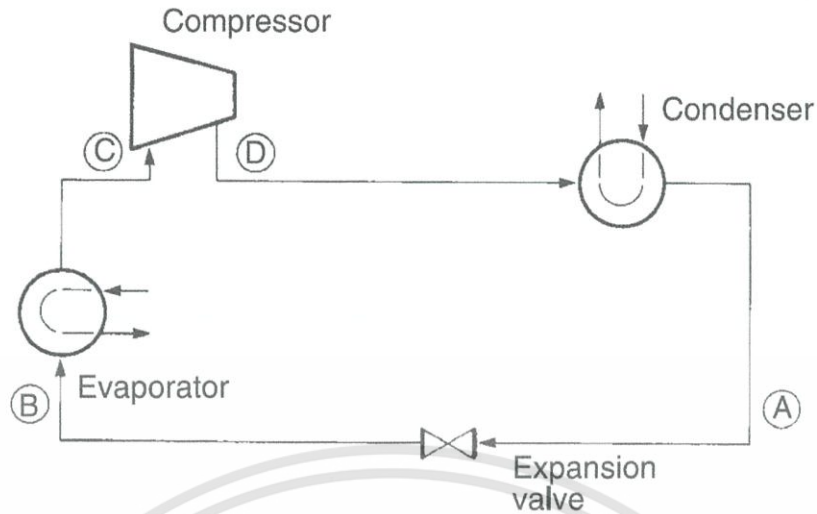
ถังถูกออกแบบและติดตั้งให้เก็บบรรจุสารที่ความดันบรรยากาศ โดยทั่วไปจะเป็นถังทรงกระบอกแนวตั้งที่มีขนาดตั้งแต่เล็กไปใหญ่ มีวาล์วระบายแรงดันติดตั้งที่ส่วนบนของถัง

2.2.7 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchangers)

ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ของไหลไม่จำเป็นต้องผสมกัน อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะออกแบบให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในการทำงาน เช่น เครื่องระเหย (Evaporator) คือการระเหยของเหลวให้เป็นไอหรือเพื่อให้ได้ของเหลวที่เข้มข้นขึ้น เครื่องอุ่น (Preheater) ทำให้ของไหลร้อนล่วงหน้า เครื่องทำให้ร้อน (Heater) เพิ่มอุณหภูมิให้กับของไหลให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เครื่องทำให้ร้อนยิ่งยวด (Superheat Heater) เครื่องนี้จะทำหน้าที่เพิ่มความร้อนให้กับของไหลที่ถูกทำให้ร้อนมาแล้ว เพื่อที่จะทำให้อยู่ในสภาพร้อนยิ่งยวด เครื่องต้มซ้ำ (Re-boiler) เครื่องให้ความร้อนให้กับของเหลวเพื่อที่จะระเหยให้กลายเป็นไ้อีกครั้ง และเครื่องควบแน่น (Condenser) ควบแน่นไอให้กลายเป็นของเหลว เป็นต้น

2.3 กระบวนการสารทำความเย็น [7]

ระบบทำความเย็นนี้มีหลักการในการทำงานของระบบด้วยกัน 4 หลักการใหญ่ๆ ได้แก่ การลดความดัน (Expansion) การระเหย (Evaporation) การอัด (Compression) และการควบแน่น (Condensation) ขั้นตอนการลดความดัน (Expansion Step) ความดันและอุณหภูมิจะถูกลดลงโดยการทำให้ของเหลวเกิดการกลายเป็นไอบางส่วนผ่านวาล์วควบคุม ขั้นตอนการระเหย (Evaporation Step) ปริมาณไอที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการลดความดัน ไม่เป็นที่ต้องการของวงจรทำความเย็น ดังนั้นจึงต้องมีการให้ความร้อนด้วยเครื่องระเหยหรือฮีตเลอร์ เพื่อให้ของเหลวในวงจรดูดซับความร้อนจนเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไทั้งหมด ขั้นตอนการอัด (Compression Step) ไอน้ำทั้งหมดที่ออกจากเครื่องระเหยฮีตเลอร์จะผ่านเข้าสู่เครื่องอัดไอ ได้อไอที่มีความดันที่สูงขึ้นออกมา ขั้นตอนการควบแน่น (Condensation Step) สารทำความเย็นความดันสูงที่ออกจากเครื่องอัดไอ จะถูกควบแน่นจนได้กลับมาเป็นสารทำความเย็นเหลวเริ่มต้นอีกครั้ง แผนภาพกระบวนการของระบบทำความเย็นแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพกระบวนการของระบบทำความเย็น [7]

ขั้นตอนกระบวนการสารทำความเย็นประกอบไปด้วยหน่วยย่อยๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1 เครื่องควบแน่น (Condenser)

หลักการทำงานของเครื่องควบแน่นคือการลดอุณหภูมิของก๊าซความดันสูงที่ได้จากเครื่องอัดไอ โดยความร้อนจากก๊าซเข้าจะถูกนำออกโดยเครื่องควบแน่น โดยใช้ตัวกลางควบแน่น เช่น อากาศหรือน้ำเป็นตัวช่วย

2.3.2 เครื่องอีโคโนไมเซอร์ (Economizer)

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการลดพลังงานที่ใช้ในเครื่องอัดไอและเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ระบบทำความเย็น

2.3.3 เครื่องซิลเลอร์ (Chiller)

เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับสารในกระบวนการแยกหลัก โดยสารทำความเย็นชนิดนี้อาจเกิดการท่วมของของเหลวภายในได้ ซึ่งส่งผลต่อระบบทำความเย็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องอัดไอที่อาจเกิดความเสียหายต่อใบพัดขึ้น

2.3.4 เครื่องลดความดัน (Expander)

ใช้วาล์วเป็นอุปกรณ์ลดความดัน (Throttling device) ที่ลดความดันของของเหลวที่มาจากเครื่องควบแน่นไปสู่เครื่องระเหย ช่วยให้เครื่องระเหยทำงานได้ตลอดและปรับการไหลของของเหลวไปสู่เครื่องระเหยให้สัมพันธ์กับความต้องการของเครื่อง เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับมาทำลายตัวเครื่องอัดไอ

2.3.5 เครื่องอัดไอ (Compressor)

เครื่องอัดไอที่ใช้งานในระบบทำความเย็นจะมีด้วยกัน 3 ประเภท ได้แก่ แบบหอยโข่งแบบลูกสูบชัก และแบบสกรู โดยหลักการทำงานของเครื่องชนิดนี้คือการเพิ่มแรงดันให้กับสารในสถานะแก๊สที่เข้ามา เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องควบแน่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบและอุปกรณ์ควบคุม [6]

2.4.1 ระบบควบคุมไดนามิกส์ (Dynamic Control)

การควบคุมเอาต์พุตของกระบวนการที่ต้องการควบคุม มีโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop control system) เป็นระบบควบคุมที่ไม่มีการนำเอาต์พุตป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับอินพุต และระบบควบคุมแบบปิด (Close loop control system) เป็นระบบควบคุมที่มีการป้อนกลับ (Feedback) โดยนำเอาเอาต์พุตมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุต เพื่อหาความแตกต่างซึ่งถือเป็นค่าความผิดพลาด เพื่อเอาสัญญาณนี้ป้อนเข้าระบบ เพื่อให้ตัวควบคุมสร้างสัญญาณควบคุมใหม่ในการลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับระบบ

ตัวควบคุมพีไอดีประกอบไปด้วยเทคนิคการควบคุมพื้นฐาน 3 แบบ คือแบบสัดส่วน (Proportional หรือ P) แบบอินทิกรัล (Integral หรือ I) และแบบอนุพันธ์ (Derivative หรือ D) แต่ละแบบสามารถนำมาประกอบกันเพื่อให้ได้ตัวควบคุมที่ต้องการได้ โดยตัวควบคุมมีพารามิเตอร์ในการปรับค่า 3 ตัว ได้แก่ค่าอัตราขยายแบบสัดส่วน (K_p) ค่า integral time (T_i) และ derivative time (T_d)

2.4.2 อุปกรณ์ควบคุม

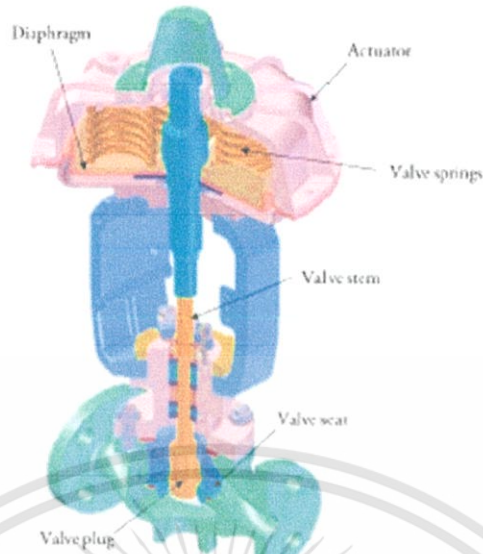
2.4.2.1 ตัวควบคุม (Controller)

ตัวควบคุมรับค่าที่ได้จากเครื่องมือวัด โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าที่รับมากับค่าที่กำหนดไว้ (Set Point) และประมวลผลออกมาเป็นค่าควบคุมที่ต้องการและจะทำการปรับแก้ค่าที่ต้องส่งออก เพื่อให้มีค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด หากค่าที่ได้จากการวัดมากกว่าค่าที่กำหนด (Set Point) ตัวควบคุมจะส่งค่าออกเพิ่มขึ้น เรียกว่า การกระทำโดยตรง (Direct Action) และถ้าหากค่าที่ได้จากการวัดมากกว่าค่าที่กำหนด (Set Point) ตัวควบคุมจะส่งค่าออกน้อยลง เรียกว่า การกระทำส่วนกลับ (Reverse Action)

2.4.2.2 วาล์วควบคุม (Control Valves) [8]

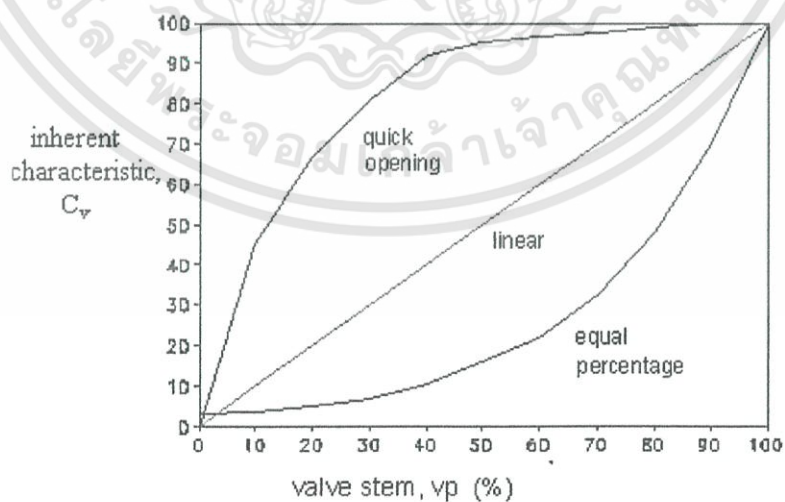
โดยทั่วไปชนิดของวาล์วที่นิยมใช้ในการควบคุมคือวาล์วโกลบ (Globe Valve) จะประกอบไปด้วย ก้านวาล์ว (Valve Stem) ซึ่งเป็นแท่งโลหะที่ยาวไปถึงตัววาล์ว โดยมีปลั๊กวาล์ว (Plug Valve) แนบที่ปลายสุด ก้านของมันสามารถย้ายขึ้นและลงได้ ซึ่งทำให้ปลั๊กวาล์วขยับไปที่ซีท (Valve Seat) เกิดเป็นลักษณะเฉพาะของวาล์ว ส่วนใหญ่แล้ววาล์วควบคุมจะขับเคลื่อนได้ด้วยระบบลม (Pneumatic) ที่อากาศสามารถไหลเข้าสู่พื้นที่ว่างใต้อะแพรมวาล์วได้ ลมนี้จะดันสปริงเพื่อเคลื่อนตัวก้าน เมื่อแรงดันลมถูกระบายออก สปริงจะผลักก้านกลับมาที่เดิมที่เป็นตำแหน่งเริ่มต้น แรงดันลมที่ขับเคลื่อนวาล์วจะปรับได้ด้วยตัวควบคุม (Controller) โดยแปลงสัญญาณให้เป็นแรงดันลมด้วยอุปกรณ์แปลงใกล้เคียง วาล์วควบคุมนี้จะถูกกำหนดค่าให้ปิดเมื่อเกิดความผิดพลาด (Fail Closed) หรือเปิดเมื่อเกิดความผิดพลาด (Fail Opened) ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะอะไรเป็นความปลอดภัย กระบวนการผลิตสูงสุด โดยอากาศที่ใช้ได้ในวาล์วควบคุมนี้เรียกว่า อากาศสำหรับอุปกรณ์ควบคุม (Instrument Air) ส่วนประกอบวาล์วโกลบแสดงดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบวาล์วโกลบ [6]

การออกแบบวาล์วควบคุม (Control Valve Sizing) สำหรับของเหลว จะพิจารณาจากลักษณะเฉพาะของวาล์ว (Valve Characteristics) และค่าสัมประสิทธิ์การไหลของของไหลผ่านวาล์ว (C_v) ของวาล์วในแต่ละแบบ ซึ่งลักษณะเฉพาะของวาล์วมีด้วยกัน 3 ลักษณะ ได้แก่ แบบเส้นตรง (Linear) ซึ่งง่ายต่อการใช้งานเหมาะกับระบบที่ความดันตกคร่อมที่วาล์วคงที่ แบบเปิดเร็ว (Quick Opening) เหมาะสมกับเมื่อต้องการเปิดวาล์วให้สารไหลผ่านด้วยอัตราการไหลที่สูง และแบบเปิดเท่าๆ กัน (Equal percentage) โดยจะเปิดวาล์วตามอัตราการไหลที่เท่าๆ กัน กราฟแสดงลักษณะเฉพาะแต่ละประเภทของวาล์วแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงลักษณะเฉพาะแต่ละประเภทของวาล์ว [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 วาล์วบายพาส (Bypass Valves)

วาล์วบายพาสคือวาล์วที่ถูกติดตั้งบริเวณท่อบายพาสเพื่อใช้เป็นท่อส่งสำรองในกรณีที่เกิดความผิดพลาดหรือมีความเสียหายเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ท่อส่งหลัก

2.4.2.4 อุปกรณ์ระบาย (Relief Devices) [7]

Pressure Safety Valve (วาล์วนิรภัย) หรือ Pressure Relief Valve (วาล์วระบายแรงดัน) เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยของระบบมีหน้าที่หลักคือระบายแรงดันภายในระบบออกซึ่งจะทำงานเองโดยอัตโนมัติเมื่อมีแรงดันเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ ส่วนประกอบวาล์วระบายแรงดันแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบวาล์วระบายแรงดัน [7]

2.5 ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ (Process Safety Time) [14]

ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ คือช่วงเวลาที่มีความผิดพลาดปรากฏขึ้นในกระบวนการหรือในระบบควบคุม ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้น โดยระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตนี้ไม่เป็นค่าที่เฉพาะเจาะจงแต่ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของการปฏิบัติตัวของกระบวนการและตัวอุปกรณ์ การหาค่าระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนแรกในการระบุถึงเวลาที่เป็นไปได้ซึ่งมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการสร้างชั้นป้องกันความปลอดภัยให้แก่กระบวนการผลิต โดยแต่ละเหตุการณ์จะให้ค่าระยะเวลาความปลอดภัยที่แตกต่างกันออกไป ดังเช่นเหตุการณ์เดียวกันสามารถก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่าง เนื่องจากสภาวะการดำเนินการของกระบวนการหรือผลกระทบต่อตัวรับความเสี่ยงที่ต่างกัน ดังนั้นวิธีที่ช่วยในการหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิต คือการระบุถึงค่าที่เปลี่ยนแปลงไปที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายมากที่สุด เช่น การที่ถังเก็บสารเกิดรั่วหรือระเบิดออก การที่ความดันของระบบเพิ่มขึ้นสูงเกินค่าความดันสูงสุดที่ตัวอุปกรณ์รับไว้ได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

โครงการวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตโรงแยกแก๊สนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการจำลองกระบวนการผลิตให้มีสภาวะที่เหมือนกับขั้นตอนการจริงของโรงผลิต เพื่อการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลกระทบที่เกิดขึ้นที่ตามมาในกรณีที่เกิดความผิดพลาดขึ้นที่ตัวอุปกรณ์ภายในกระบวนการผลิตระหว่างขั้นตอนการปกติ เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตในแต่ละสถานการณ์จำลอง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการทั้งหมด 7 ขั้นตอนคือ 1) การศึกษารายละเอียดและขอบเขตของโครงการ 2) การศึกษาโปรแกรมสร้างแบบจำลองกระบวนการ Aspen HYSYS 3) การรวบรวมข้อมูล 4) การเลือกใช้ข้อมูล 5) การออกแบบและสร้างแบบจำลองกระบวนการ 6) กรณีศึกษา 7) การวิเคราะห์ผล

3.1 การศึกษารายละเอียดและขอบเขตของโครงการ

โรงแยกแก๊สจาลาลาบัต (Jalalabad) เป็นบริษัทผลิตแก๊สธรรมชาติและคอนเดนเสท โดยขอบเขตของกระบวนการที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการแยกแก๊สหลัก (Gas Separation) และระบบทำความเย็นโพรเพน (Propane Refrigeration System) ซึ่งทั้งสองระบบนี้มีความสัมพันธ์กันเนื่องจากจะต้องใช้สารจากกระบวนการหนึ่งมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารในอีกกระบวนการหนึ่ง

3.1.1 กระบวนการแยกแก๊สหลัก (Gas Separation)

แผนภาพรวมของกระบวนการแยกแก๊สหลักแสดงดังรูปที่ 3.1 กระบวนการเริ่มจากสารไฮโดรคาร์บอนเหลวถูกส่งเข้าเครื่องแยกแรงดันสูง เครื่องแยกทดสอบ และเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำ 3 วัฏภาคที่แยกออกมาได้ 3 สายได้แก่ สายแก๊สไฮโดรคาร์บอนทางด้านบน สายคอนเดนเสทเหลวบริเวณส่วนกลาง และสายน้ำที่ส่วนล่าง ส่วนสารขาเข้าเครื่องฟิลเตอร์โคเลสเซอร์ เป็นแก๊สไฮโดรคาร์บอนที่มีปริมาณน้ำปะปนอยู่ เมื่อผ่านเครื่องแยกชนิดนี้แก๊สไฮโดรคาร์บอนที่แยกน้ำออกแล้วจะแยกออกทางด้านบน ส่วนน้ำถูกแยกออกทางด้านล่าง โดยสายคอนเดนเสทเหลวของทุกเครื่องที่กล่าวมาข้างต้นจะผ่านวาล์วควบคุมระดับของเหลวและรวมตัวกันเพื่อส่งต่อเป็นสารขาเข้าเครื่องแยกแรงดันปานกลาง โดยเมื่อผ่านเครื่องแยกนี้แล้วจะได้แก๊สไฮโดรคาร์บอนออกทางด้านบนและได้สารคอนเดนเสทเหลวออกสู่ด้านล่าง โดยสารคอนเดนเสทเหลวจะผ่านวาล์วควบคุมระดับของเหลวและมารวมกับสายของเหลวขาออกของเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิงที่ผ่านวาล์วควบคุมระดับของเหลวเข้าสู่เครื่องแยกแก๊สสูงอีกชั้น เพื่อแยกให้ได้แก๊สไฮโดรคาร์บอนปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนสารคอนเดนเสทเหลวที่ได้ จะถูกส่งไปเก็บบรรจุที่ถังเก็บความดันบรรยากาศในขั้นตอนสุดท้าย รายละเอียดของอุปกรณ์ในกระบวนการแยกหลักแสดงดังตารางที่ 3.1

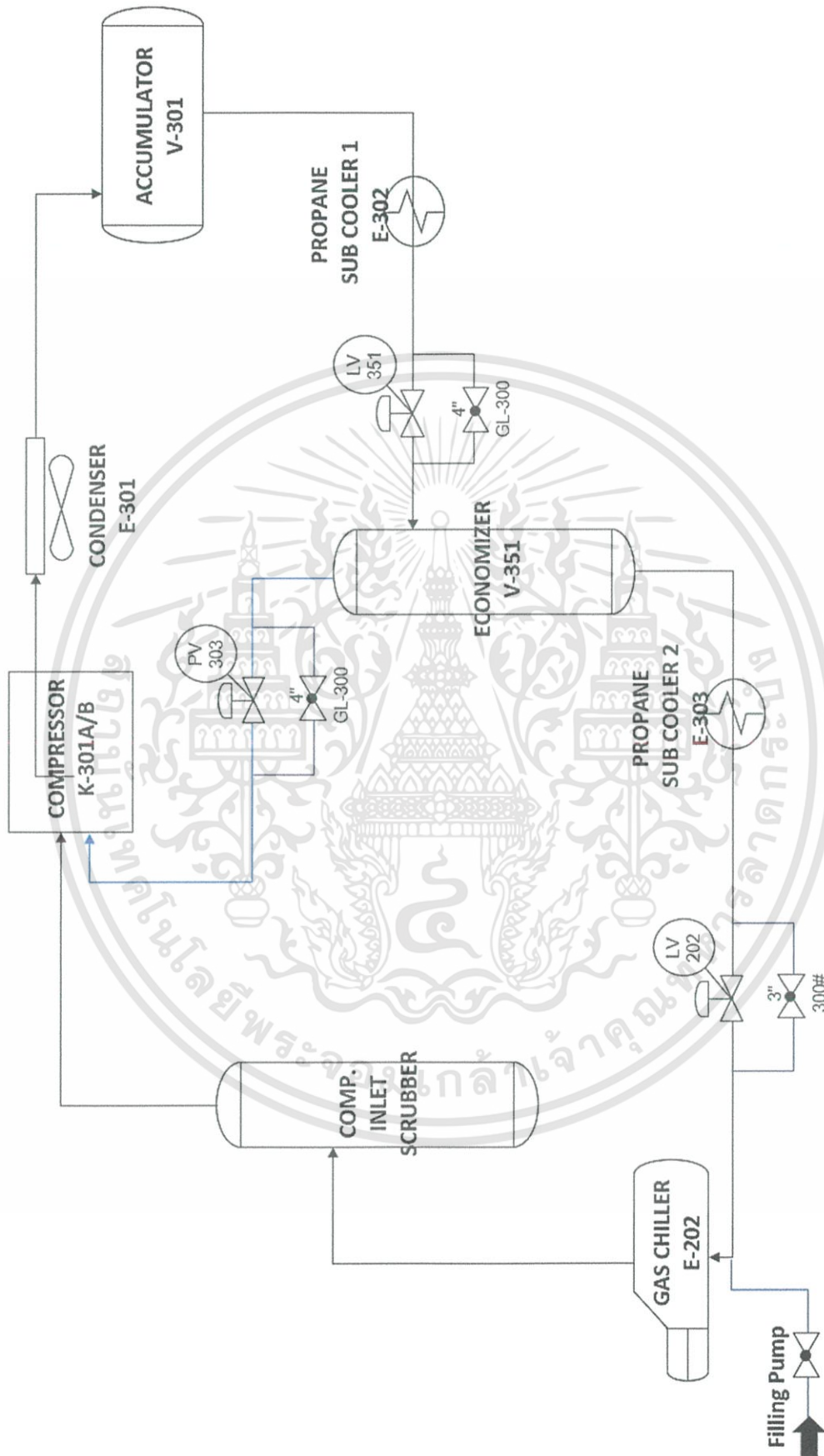
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบการแยกหลัก

อุปกรณ์	รหัส	การทำงาน
เครื่องแยกแรงดันสูง (High Pressure Separator)	V101	แยกสารไฮโดรคาร์บอนผสมออกเป็นแก๊ส คอนเดนเสทเหลว และน้ำ
เครื่องแยกทดสอบ (Test Separator)	V103	แยกสารไฮโดรคาร์บอนผสมออกเป็นแก๊ส คอนเดนเสทเหลว และน้ำ
เครื่องแยกอุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Separator)	V201	แยกสารไฮโดรคาร์บอนผสมออกเป็นแก๊ส คอนเดนเสทเหลว และน้ำผสมไกลคอล
เครื่องแยกแบบกรอง (Filter Coalescer)	F101	แยกหยดน้ำออกจากแก๊สไฮโดรคาร์บอน
เครื่องแยกแรงดันปานกลาง (Medium Pressure Separator)	V104	แยกแก๊สออกจากคอนเดนเสท
เครื่องแยกแก๊ส (Gas Boost)	V105	แยกแก๊สออกจากคอนเดนเสท
เครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง (Fuel Gas Scrubber)	V501	แยกหยดน้ำออกจากแก๊สไฮโดรคาร์บอน
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler)	E302 E303	ลดอุณหภูมิคอนเดนเสทโดยใช้โพรเพน แลกเปลี่ยน
ถังเก็บคอนเดนเสท (Condensate Storages)	T101 T102	เก็บบรรจุมหาสารคอนเดนเสทที่ได้จาก กระบวนการ
	LV101 LV103	
วาล์วควบคุมระดับของเหลว (Level Control Valves)	LV138 LV201 LV104 LV501	ควบคุมระดับของเหลวให้เท่ากับระดับที่ กำหนด
วาล์วควบคุมระดับแรงดันแก๊ส (Pressure Control Valves)	PV104	ควบคุมระดับแรงดันให้เท่ากับระดับที่ กำหนด
วาล์วบายพาส (Bypass Valves)	BP	เปิดใช้ในกรณีที่วาล์วหลักอยู่ระหว่างการ ซ่อมบำรุงหรือต้องการเพิ่มอัตราการไหล
วาล์วระบายแรงดัน (Pressure Relief Valves)	PSV102 PVRV104	ระบายแรงดันเกินในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ระบบทำความเย็นโพรเพน (Propane Refrigeration System)

แผนภาพรวมของระบบทำความเย็นโพรเพนแสดงดังรูปที่ 3.2 กระบวนการเริ่มจากวงจรทำความเย็นที่มี 2 ชั้น โดยวงจรชั้นแรกเริ่มจากแก๊สโพรเพนความดันสูงที่ออกจากเครื่องอัดไอ (Compressor) จะเข้าสู่เครื่องควบแน่น (Condenser) ที่ใช้พัดลมพัดอากาศสิ่งแวดล้อมในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับแก๊สโพรเพนความดันสูงจนได้เป็นสารโพรเพนเหลวขาออก จากนั้นถูกส่งต่อไปเก็บที่เครื่องแอกคูมูเลเตอร์ (Accumulator) เพื่อส่งต่อไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler) แลกเปลี่ยนกับสารไฮโดรคาร์บอนอุณหภูมิต่ำในกระบวนการแยกแก๊สหลัก จากนั้นสารโพรเพนเหลวจะมีความดันและอุณหภูมิลดลงเมื่อผ่านวาล์วควบคุมระดับของเหลวที่เปรียบเสมือนเครื่องลดแรงดัน (Expander) สารโพรเพนที่ได้จะอยู่ในสถานะที่เป็น 2 วัฏภาคคือแก๊สผสมของเหลว ส่งต่อเข้าไปแยกเป็นแก๊สและของเหลวในเครื่องอีโคโนไมเซอร์ในลำดับต่อมา แก๊สโพรเพนที่ออกจากเครื่องทางด้านบนจะเข้าสู่เครื่องอัดไออีกครั้งสิ้นสุดวงจรชั้นแรก ส่วนโพรเพนเหลวที่แยกออกทางด้านล่างจะเข้าสู่วงจรชั้นที่ 2 ที่ส่งต่อเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler) อีกครั้งเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารไฮโดรคาร์บอนในกระบวนการแยกแก๊สหลัก จากนั้นสารโพรเพนเหลวจะมีความดันและอุณหภูมิลดลง เมื่อผ่านวาล์วควบคุมระดับของเหลวที่เปรียบเสมือนเครื่องลดแรงดัน (Expander) สารโพรเพนที่ได้จะอยู่ในสถานะที่เป็น 2 วัฏภาคคือแก๊สผสมของเหลว จากนั้นส่งต่อเข้าสู่เครื่องซิลเลอร์ (Evaporator) เพื่อให้ความร้อนแก่สารโพรเพนผสมให้ระเหยเป็นไอทั้งหมด จากนั้นส่งต่อไปยังเครื่องสครับเบอร์ในการกำจัดสารเจือปนอื่นๆ หรือปริมาณของเหลวที่ยังสะสมอยู่ภายในแก๊สโพรเพน แก๊สโพรเพนที่ออกมาทางด้านสายแก๊สขาออกเครื่องสครับเบอร์จะถูกส่งเข้าสู่เครื่องอัดไอ ได้แก๊สโพรเพนขาออกที่มีความดันสูงและหมุนเวียนในระบบต่อไป สายปั๊มเติมโพรเพนนั้นจะเปิดในกรณีที่มีการสูญเสียโพรเพนระหว่างกระบวนการเท่านั้น รายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นแสดงดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพรวมระบบทำความเย็นโปรเพน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

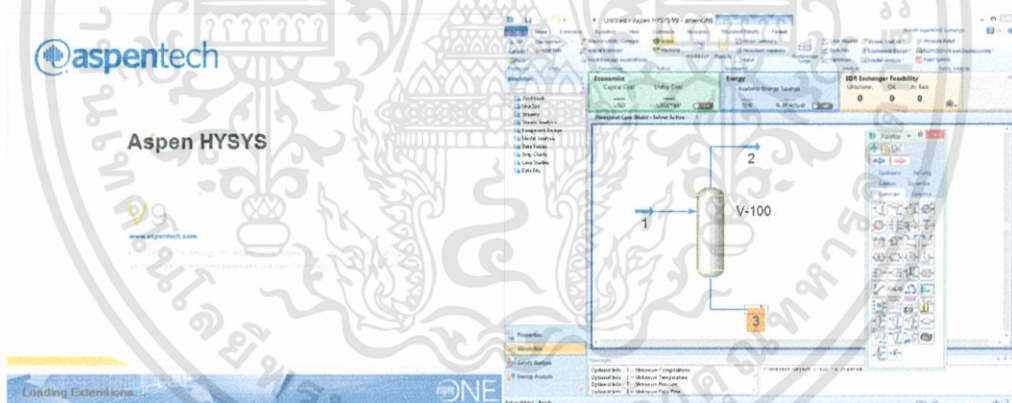
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นโทรเพน

อุปกรณ์	รหัส	การทำงาน
เครื่องควบแน่น (Condenser)	E301	ลดอุณหภูมิโทรเพนเป็นโทรเพนเหลวโดยใช้พัดลมพัดพาอากาศเข้า
ถังพักโทรเพนเหลว (Propane Accumulator)	V301	เก็บบรรจุโทรเพนเหลวในกระบวนการ
อีโคโนไมเซอร์ (Economizer)	E351	แยกโทรเพนผสมให้เป็นโทรเพนเหลวและแก๊สก่อนส่งเข้าเครื่องอัดไอ
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Chiller)	E202	เพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้โทรเพนกลายเป็นไอ
สครับเบอร์ (Compressor Suction Scrubber)	V302	แยกหยดของเหลวออกจากแก๊สโทรเพน
เครื่องอัดไอ (Compressor)	K301	เพิ่มความดันให้กับแก๊สโทรเพน
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler)	E303 E302	ลดอุณหภูมิโทรเพนโดยใช้คอนเดนเสทแลกเปลี่ยน
วาล์วควบคุมระดับของเหลว (Level Control Valves)	LV202 LV351	ควบคุมระดับของเหลวให้เท่ากับระดับที่กำหนด
วาล์วควบคุมระดับแรงดันแก๊ส (Pressure Control Valves)	PV301 PV303	ควบคุมระดับแรงดันให้เท่ากับระดับที่กำหนด
วาล์วบายพาส (Bypass Valves)	BP	จะเปิดใช้ในกรณีที่วาล์วหลักอยู่ระหว่างการซ่อมบำรุงหรือต้องการเพิ่มอัตราการไหล
วาล์วเติมโทรเพน (Filling Pump Valve)		ปรับอัตราการไหลในการเติมโทรเพนเข้าระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาโปรแกรมสร้างแบบจำลองกระบวนการ Aspen HYSYS [Aspentech Operation guide, 2004]

Aspen HYSYS เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบจำลองกระบวนการผลิต อุปกรณ์เครื่องมือทั่วไปจนถึงอุปกรณ์เฉพาะหน่วยของโรงงานอุตสาหกรรม โปรแกรมไฮซิสสามารถแสดงการคำนวณการทำงานของอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี โดยอาศัยหลักการที่สำคัญ ได้แก่ สมดุลมวล สมดุลพลังงาน สมดุลไอและของเหลว การแลกเปลี่ยนความร้อน การแลกเปลี่ยนมวลสาร จลศาสตร์ทางเคมี การกลั่นลำดับส่วน และความดันตกคร่อม เป็นต้น โปรแกรมไฮซิสมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา สามารถจำลองระบบทั้งสถานะคงตัวและไม่คงตัว ออกแบบกระบวนการผลิต ดูแลกิจการดำเนินงานของกระบวนการ การทำกระบวนการผลิตให้ได้ค่าตามที่ต้องการ และความคุ้มค่าในด้านของการตลาด การเริ่มสร้างแบบจำลองจะทำได้โดยการเพิ่มรายการชื่อสารเคมีทั้งหมดที่ใช้ลงไป จากนั้นเลือกชุดสมการทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่เหมาะสมกับกระบวนการ ในที่นี้จะเลือกใช้สมการที่เหมาะสมกับกระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ คือ Peng-Robinson จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองขึ้นมาโดยเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ให้เหมาะสมกับการทำงาน พร้อมใส่ค่าตัวแปรที่ระบบต้องการเข้าไปให้ครบถ้วน ภาพแสดงหน้าต่างของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 หน้าต่างของโปรแกรม Aspen HYSYS [Aspentech Operation guide, 2004]

3.3 การรวบรวมข้อมูล

แหล่งข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ แฟ้มข้อมูลรายละเอียดโครงการ ที่ประกอบไปด้วยรายละเอียดข้อมูลเฉพาะสำหรับตัวอุปกรณ์ที่ใช้ (Equipment Data Sheet) แผนภาพกระบวนการผลิต (PFD) แผนภาพกระบวนการผลิตอย่างละเอียด (P&ID) แผนภาพไอโซเมตริกแบบท่อ (Isometric Diagram) รวมไปถึงข้อมูลสถานะการดำเนินงานปกติของโรงแยกแก๊ส

3.4 การเลือกใช้ข้อมูล

การเลือกข้อมูลนั้นจะต้องสอดคล้องกับค่าที่โปรแกรมต้องการ ดังตัวอย่างการเลือกใช้ข้อมูลในกระบวนการแยกแก๊สหลักแสดงในตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

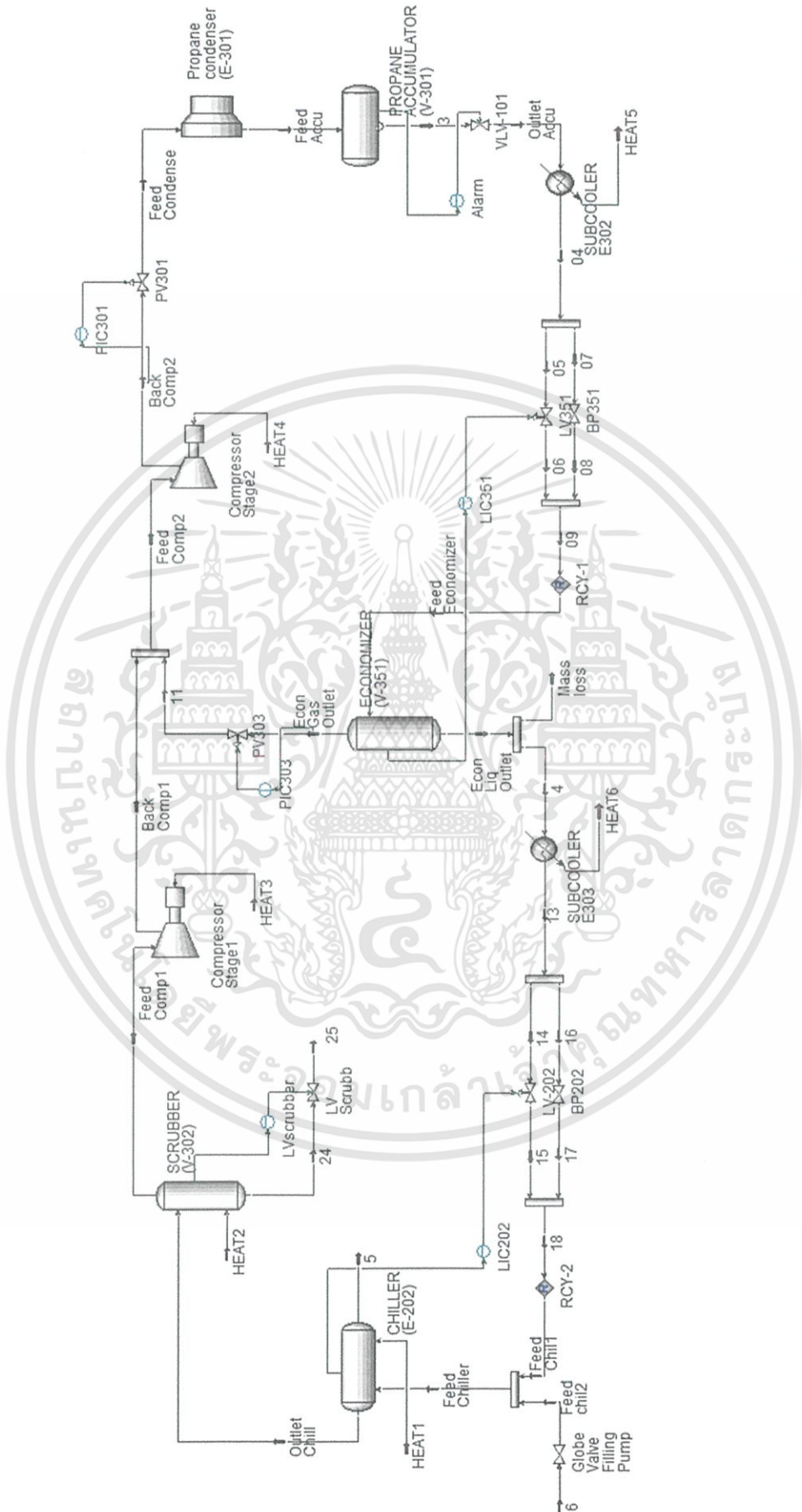
ตารางที่ 3.3 การเลือกใช้ข้อมูลในกระบวนการแยกแก๊สหลัก

อุปกรณ์	ข้อมูลที่ใช้
เครื่องแยกแรงดันสูง (High Pressure Separator)	
เครื่องแยกทดสอบ (Test Separator)	สายการไหลขาเข้า
เครื่องแยกอุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Separator)	<ul style="list-style-type: none"> • ความดัน / อุณหภูมิ • อัตราการไหลเชิงมวลหรือโมล / สารประกอบ ขนาดและชนิดของอุปกรณ์
เครื่องแยกแรงดันปานกลาง (Medium Pressure Separator)	
เครื่องแยกแบบกรอง (Filter Coalescer)	ขนาดและชนิดของอุปกรณ์
เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Subcooler)	ภาระทางความร้อน (Duty) สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Overall K)
วาล์วควบคุม/ตัวควบคุม (Control Valves / Controllers)	ลักษณะเฉพาะของวาล์ว (Characteristic Valve) ความดันตกคร่อม ค่าสัมประสิทธิ์วาล์ว (Cv value) รูปแบบการควบคุมของตัวควบคุม ระดับของเหลวหรือความดันที่ต้องการควบคุม
แผ่นออริฟิส (Orifice plate)	ความดันตกคร่อม
วาล์วบายพาส (Bypass Valves)	ลักษณะเฉพาะของวาล์ว (Characteristic Valve) เเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดวาล์ว ค่าสัมประสิทธิ์วาล์ว (Cv value) การตั้งค่าแอกชูเอเตอร์ (Actuator setting)
วาล์วระบายแรงดัน (Pressure Relieve Valves)	แรงดันที่กำหนด (Set Pressure) แรงดันที่ทำให้วาล์วเปิดเต็มที่ (Full Open Pressure) รูปแบบของตัวออริฟิส (Standard Orifice Designation)

3.5 การออกแบบและสร้างแบบจำลองกระบวนการ

แบบจำลองกระบวนการแยกแก๊สหลักและระบบทำความเย็นที่สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 แบบจำลองกระบวนการระบบทำความเย็นไนโตรเฟรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาที่ถูกเลือกมาเพื่อจำลองความผิดพลาดแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีศึกษากระบวนการแยกแก๊สหลักกลุ่มเอ (A) และบี (B) กรณีศึกษากระบวนการทำความเย็นโพรเพนกลุ่มซี (C) และดี (D) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีเหตุการณ์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับตัวอุปกรณ์ในระหว่างการทำงานปกติที่แตกต่างกันออกไป เริ่มนับระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิตตั้งแต่อุปกรณ์ที่ศึกษาเกิดความผิดพลาดขึ้นจนไปถึงเกิดเหตุการณ์ความอันตรายที่อุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งรายละเอียดการทำกรณีศึกษาแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 กรณีศึกษากระบวนการแยกแก๊สหลักกลุ่มเอ (A)

3.6.1.1 กลุ่มเอ 1 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูง (HP Separator) และเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (MP Separator) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.1.2 กลุ่มเอ 2 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกทดสอบ (Test Separator) และเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (MP Separator) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.1.3 กลุ่มเอ 3 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแบบกรอง (Filter Coalescer) และเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (MP Separator) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.1.4 กลุ่มเอ 4 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำ (LTS Separator) และเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (MP Separator) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 กรณีศึกษากระบวนการแยกแก๊สหลักกลุ่มบี (B)

3.6.2.1 กลุ่มบี 1 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (MP Separator) และถังเก็บคอนเดนเสท (Condensate Storage) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.2.2 กลุ่มบี 2 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง (Fuel gas Scrubber) และถังเก็บคอนเดนเสท (Condensate Storage) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.3 กรณีศึกษากระบวนการทำความเย็นโพรเพนกลุ่มซี (C)

3.6.3.1 กลุ่มซี 1 ความผิดปกติของสวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดโดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 2 กรณีคือ

- 1) สวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดของเครื่องสครับเบอร์ไม่ทำงาน
- 2) สวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดของเครื่องซิลเลอร์ไม่ทำงาน

3.6.3.2 กลุ่มซี 2 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องเก็บโพรเพนเหลว (Propane Accumulator) และเครื่องอัดไอ (Compressor) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

3.6.3.3 กลุ่มซี 3 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบ โดยความผิดปกติเกิดจากการเปิดวาล์วเติมโพรเพน 100%

3.6.4 กรณีศึกษากระบวนการทำความเย็นโพรเพนกลุ่มดี (D)

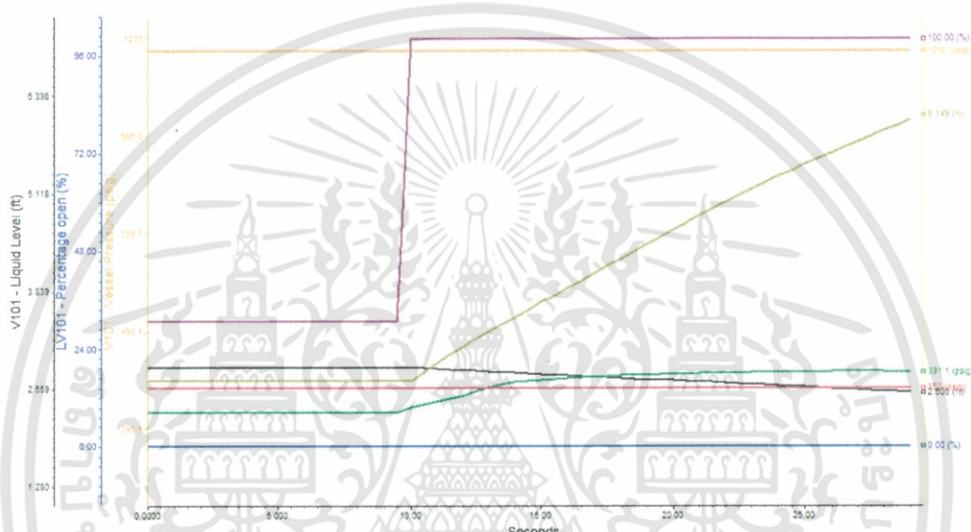
3.6.4.1 กลุ่มดี 1 ความผิดปกติของวาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องอีโคโนไมเซอร์ (Economizer) และเครื่องอัดไอ (Compressor) โดยแบ่งเป็นกรณีย่อย 3 กรณีคือ

- 1) เปิดวาล์วควบคุม 100%
- 2) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100%
- 3) เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การวิเคราะห์ผล

ผลลัพธ์จากแบบจำลองกระบวนการของกรณีศึกษาทั้งหมดจะถูกนำมาแสดงในรูปแบบกราฟและตารางการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา (วินาที) ดังแสดงในรูปที่ 3.6 และ 3.7 ตามลำดับซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ ในกระบวนการแยกแก๊สหลักจะอ่านค่าความดันที่เปลี่ยนแปลงไปของอุปกรณ์ที่สนใจควบคู่ไปกับความดันสูงสุดที่อุปกรณ์ที่สนใจสามารถรับได้ และในระบบทำความเย็นโพรเพนจะอ่านค่าสัดส่วนไอต่อของเหลว (Vapor fraction) ที่เปลี่ยนแปลงไปที่สายแก๊สเข้าเครื่องอัดไอ (Compressor)



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา

Time	V101 - Liquid Level [ft]	V101 - Vessel Pressure [psig]	LV101 - Percentage open [%]	SP101 - Percentage open [%]	MIP SEPARATOR (V104) - Liquid Level [ft]	PSV102 - Feed Pressure [psig]	PS
0.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
0.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
1.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
1.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
2.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
2.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
3.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
3.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
4.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
4.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
5.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
5.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
6.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
6.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
7.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
7.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
8.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
8.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
9.000000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
9.500000	2.846	1200	0.00	30.66	2.665	290.0	
10.000000	2.846	1200	0.00	100.00	2.665	303.7	
10.500000	2.837	1200	0.00	100.00	2.770	309.1	

รูปที่ 3.7 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายถึงผลที่ได้จากการจำลองกรณีศึกษาทั้ง 4 กลุ่ม โดยวิเคราะห์ผลจากกราฟ และตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เทียบกับเวลา (วินาที) เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการและอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับ

4.1 ผลกรณีศึกษากระบวนการแยกแก๊สหลักกลุ่มเอ

จากการทำกรณีศึกษาจำลองความผิดพลาดของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูง เครื่องแยกทดสอบ เครื่องแยกแบบกรอง เครื่องแยกอุณหภูมิต่ำ กับเครื่องแยกแรงดันปานกลางในแต่ละรูปแบบระหว่างการดำเนินงาน เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ ได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลแบบจำลองไดนามิกกรณีศึกษากลุ่มเอ

กลุ่ม	ระบบที่สนใจ	กรณี	ระยะเวลาความปลอดภัย กระบวนการ (Sec.)
เอ1	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูงและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง	เอ1.1	-
		เอ1.2	-
		เอ1.3	10.5
เอ2	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกทดสอบและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง	เอ2.1	-
		เอ2.2	-
		เอ2.3	10.5
เอ3	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแบบกรองและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง	เอ3.1	-
		เอ3.2	-
		เอ3.3	15.5
เอ4	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง	เอ4.1	36.5
		เอ4.2	20
		เอ4.3	7.5

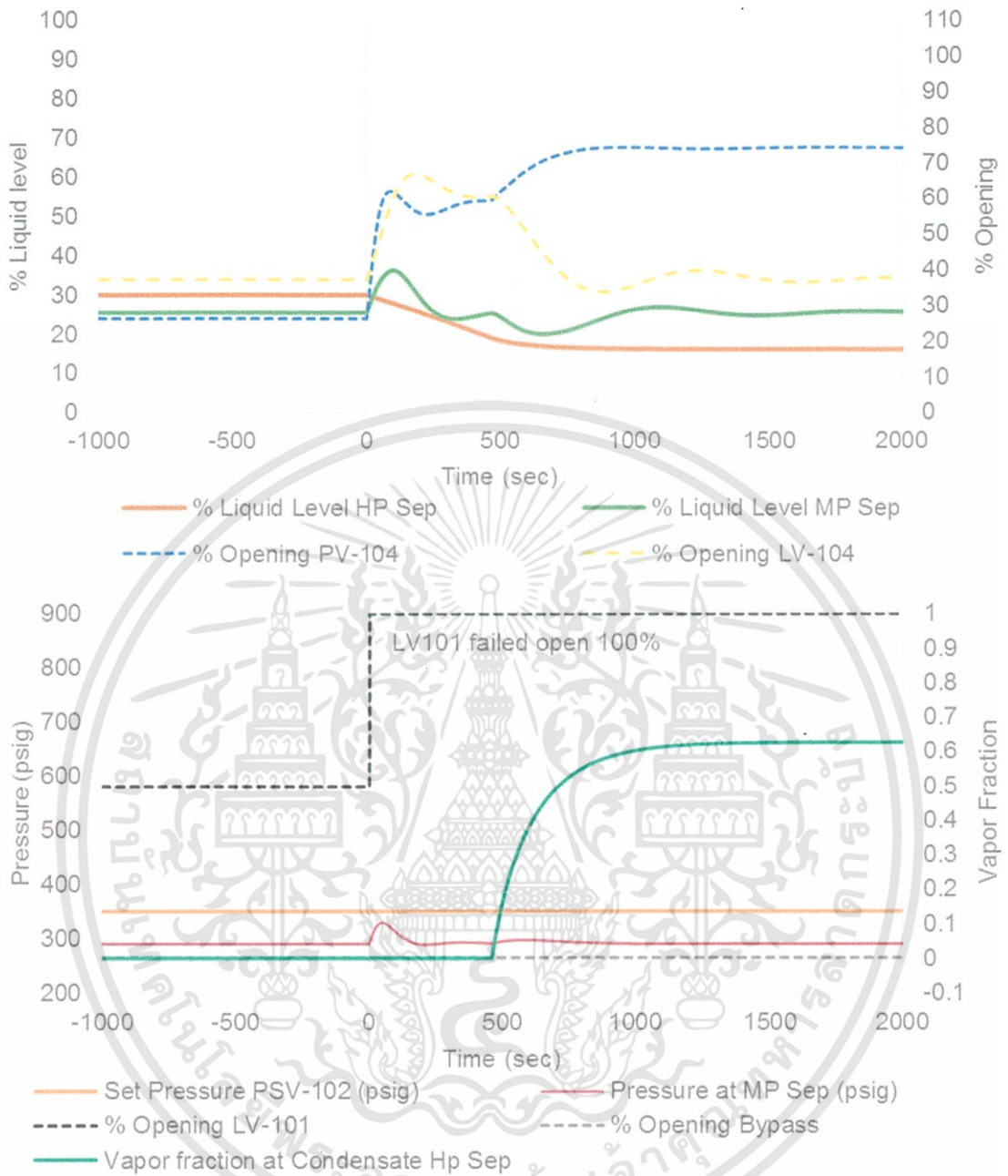
จากตารางพบว่า มีกรณีที่แรงดันปลายทางเกินและไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่เครื่องแยกแรงดันปานกลางรับได้ ระยะเวลาความปลอดภัยจะนับจากเวลาที่เกิดความผิดพลาดของอุปกรณ์จนทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิด Overpressure ที่เครื่องแยกแรงดันปานกลาง โดยพบว่ากรณีเอ1 - เอ3 มีระยะเวลาความปลอดภัยแค่บางกรณีแต่ในกรณีเอ4 มีระยะเวลาความปลอดภัยในทุกกรณี โดยในกรณีเอ4.3 มีระยะเวลาความปลอดภัยสั้นที่สุดคือ 7.5 วินาที ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้หาว่าอุปกรณ์ใดในระบบเป็นอุปกรณ์วิกฤตและหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีระยะเวลาในการตอบสนองภาวะฉุกเฉินแค่ไหน

4.1.1 กรณีที่ไม่มีค่าระยะเวลาความปลอดภัย

ตัวอย่างของกราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและเวลากับความดันกรณีเอ1.1 ซึ่งไม่มีค่าระยะเวลาความปลอดภัยแสดงดังรูปที่ 4.1 เมื่อมีความผิดพลาดจากการเปิดวาล์วควบคุมระดับของเหลว (LV101) ที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางกับเครื่องแยกแรงดันปานกลางปลายทางออก 100% โดยทันที ที่ 0 วินาที พบว่าระดับเปอร์เซ็นต์ของเหลวในเครื่องแยกแรงดันปานกลางปลายทางจะสูงขึ้นไม่มากนัก (เส้นสีเขียว) เนื่องจากได้รับปริมาณของเหลวคอนเดนเสทจากเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางที่ลดระดับลงจากการเปิดวาล์วควบคุม (เส้นสีส้ม) ดังแสดงให้เห็นในรูปบน ทำให้เกิดไอสารไฮโดรคาร์บอนบางส่วนในเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางเข้าผสมกับสารของสายขาออกคอนเดนเสทเหลว (Gas Blowby) ส่งผลให้ความดันปลายทางของระบบ (เส้นสีแดง) มีค่าที่สูงขึ้นในช่วงแรก แต่ไม่เกินเกณฑ์กำหนดค่าแรงดันสูงสุดที่อุปกรณ์ปลายทางรับได้ (เส้นสีส้ม) ดังแสดงให้เห็นในรูปล่าง เนื่องจากวาล์วควบคุมระดับของเหลวทางด้านหลังของเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (LV104) คอยเปิดช่วยระบายของเหลวคอนเดนเสทออกมาและปรับให้อยู่ในระดับปกติ (เส้นประสีเหลือง) และวาล์วควบคุมแรงดัน (PV104) ที่ต่อกับสายแก๊สขาออกเครื่องแยกแรงดันปานกลางปลายทาง ที่เปิดช่วยระบายแรงดันในปริมาณที่เข้ามาได้ทัน (เส้นประสีฟ้า) จึงไม่ทำให้เกิดแรงดันเกินในระบบ (Overpressure) ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีเอ1.2 เอ2.1 เอ2.2 เอ3.1 และเอ3.2

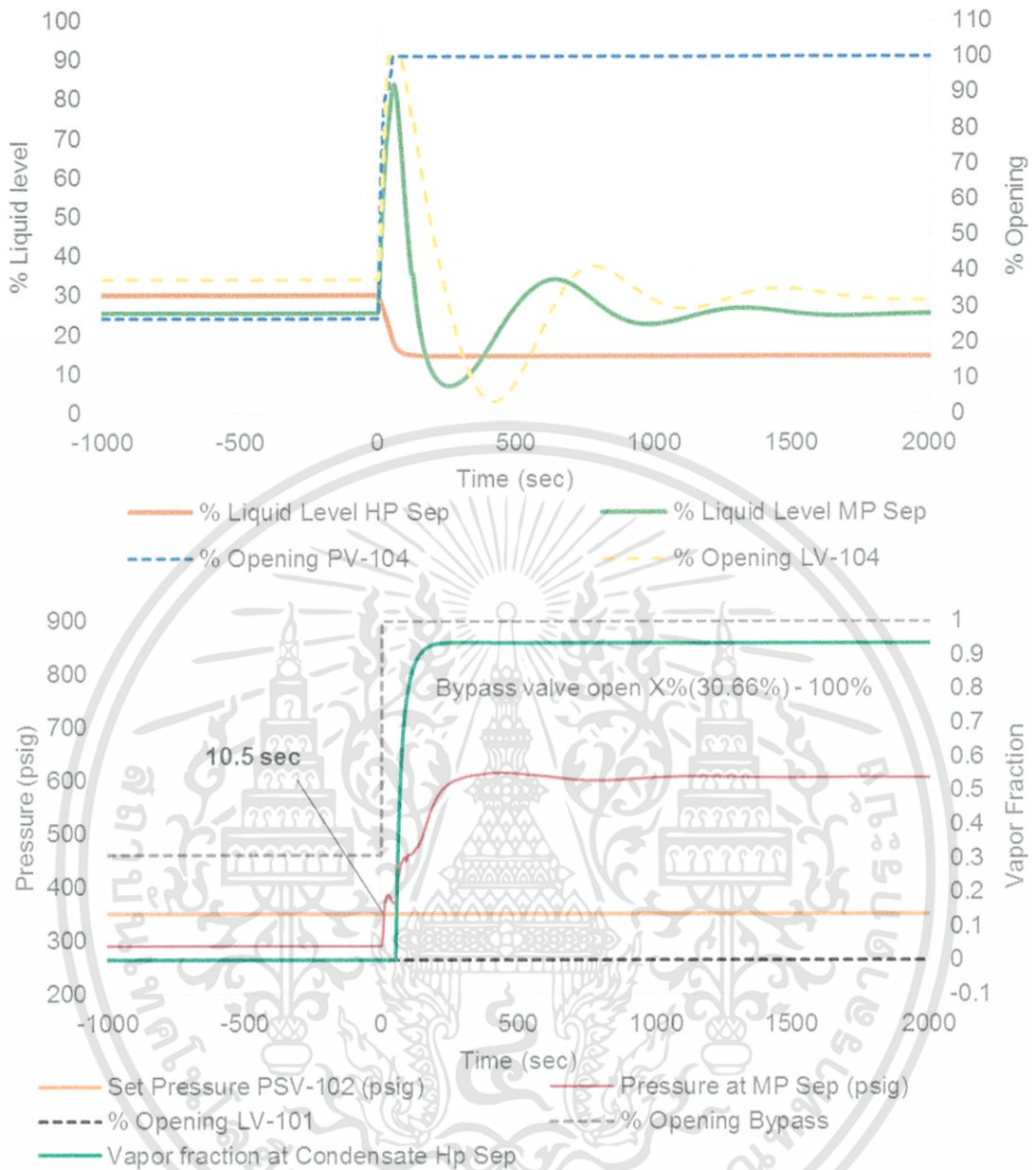


รูปที่ 4.1 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีเอ.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 กรณีที่มีค่าระยะเวลาความปลอดภัย

ตัวอย่างของกราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและเวลากับความดันกรณีเอ1.3 ซึ่งมีค่าระยะเวลาความปลอดภัยแสดงดังรูปที่ 4.2 เมื่อมีความผิดพลาดจากการเปิดวาล์วบายพาส (BP101) ที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางกับเครื่องแยกแรงดันปานกลางปลายทางออก 100% ที่ 0 วินาที พบว่าระดับเปอร์เซ็นต์ของเหลวในเครื่องแยกแรงดันปานกลางปลายทางจะสูงขึ้น (เส้นสีเขียว) อย่างมาก เนื่องจากได้รับปริมาณของเหลวคอนเดนเสทจากเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางที่ลดระดับลงจากการเปิดวาล์วควบคุม (เส้นสีส้ม) ดังแสดงให้เห็นในรูปบน ทำให้เกิดไอสารไฮโดรคาร์บอนบางส่วนในเครื่องแยกแรงดันสูงต้นทางเข้าผสมกับสารของสายขาออกคอนเดนเสทเหลว (Gas Blowby) ส่งผลให้ความดันปลายทางของระบบ (เส้นสีแดง) มีค่าที่สูงขึ้น เกินเกณฑ์กำหนดค่าแรงดันสูงสุดที่อุปกรณ์ปลายทางรับได้ (เส้นสีส้ม) ที่เวลา 10.5 วินาที ดังแสดงให้เห็นในรูปล่าง เนื่องจากวาล์วควบคุมระดับของเหลวทางด้านหลังของเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (LV104) (เส้นประสีเหลือง) และวาล์วควบคุมแรงดัน (PV104) (เส้นประสีฟ้า) ไม่สามารถเปิดระบายปริมาณของเหลวและความดันที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วได้ทัน แม้ว่าวาล์วทั้งสองจะเปิดออกสุด 100 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เกิดแรงดันเกินในระบบ (Overpressure) ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีเอ2.3 เอ3.3 เอ4.1 เอ4.2 และเอ4.3



รูปที่ 4.2 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีเอ1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลกรณีศึกษากระบวนการแยกแก๊สหลักกลุ่มบี

จากการทำกรณีศึกษาจำลองความผิดพลาดของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลาง เครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง กับถังเก็บคอนเดนเสทในแต่ละรูปแบบระหว่างการดำเนินงาน เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ ได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มบี

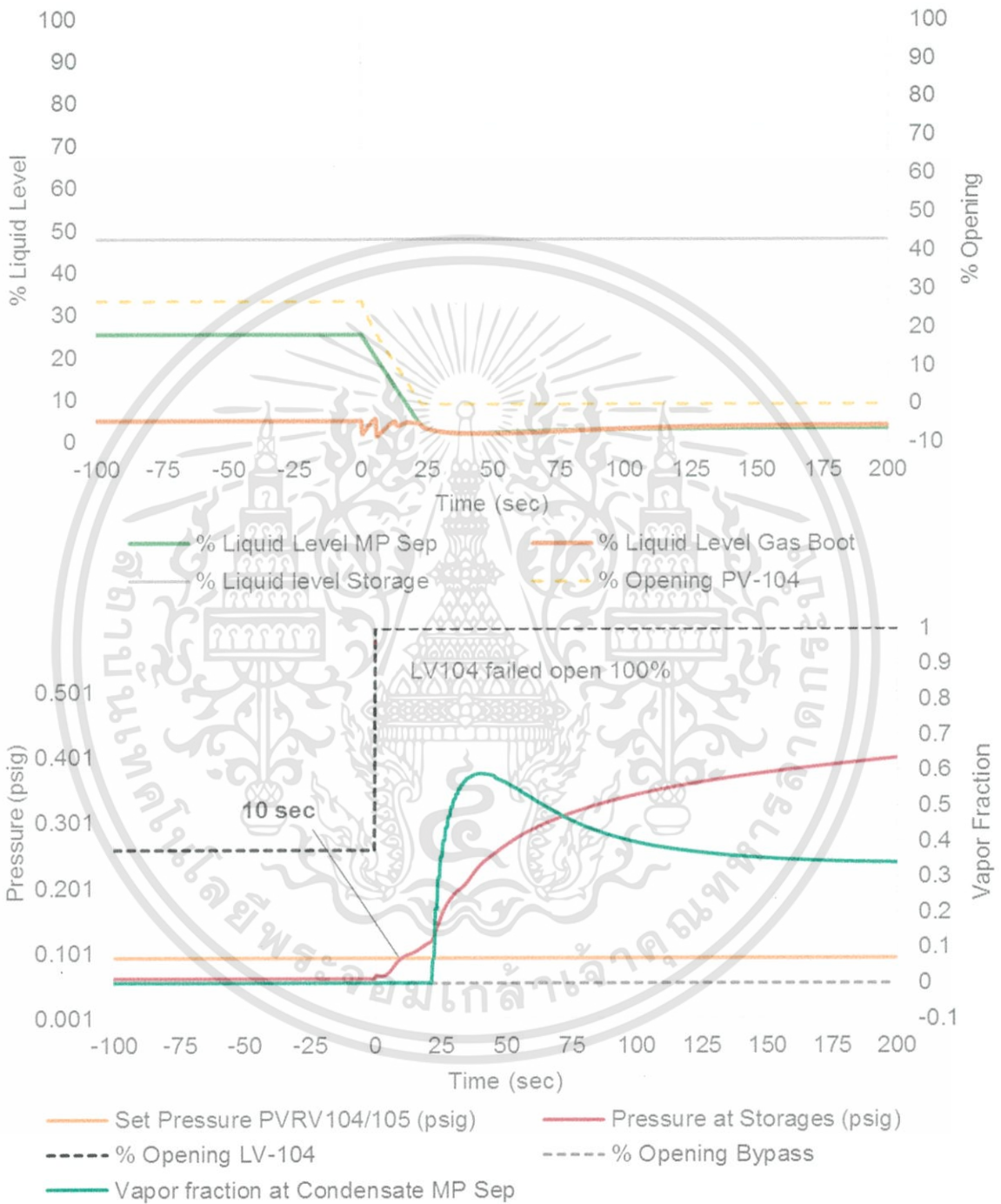
กลุ่ม	ระบบที่สนใจ	กรณี	ระยะเวลาความปลอดภัย กระบวนการ (Sec.)
ปี1	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและถังเก็บคอนเดนเสท	ปี1.1	10
		ปี1.2	6
		ปี1.3	15.5
ปี2	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสสายคอนเดนเสทระหว่างเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิงและถังเก็บคอนเดนเสท	ปี2.1	175.5
		ปี2.2	171
		ปี2.3	41

จากตารางพบว่า แรงดันปลายทางของทุกกรณีมีค่าเกินแรงดันสูงสุดที่ถังเก็บคอนเดนเสท ความดันบรรยากาศรับได้ ระยะเวลาความปลอดภัยจะนับจากเวลาที่เกิดความผิดพลาดของอุปกรณ์จนทำให้เกิด Overpressure ที่ถังเก็บคอนเดนเสท โดยพบว่ากรณีปี1 – ปี2 มีระยะเวลาความปลอดภัยในทุกกรณี โดยในกรณีปี1.2 มีระยะเวลาความปลอดภัยสั้นที่สุดคือ 6 วินาที ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้หาว่าอุปกรณ์ใดในระบบเป็นอุปกรณ์วิกฤตและหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีระยะเวลาในการตอบสนองภาวะฉุกเฉินแค่ไหน

ตัวอย่างของกราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและเวลากับความดันกรณีปี1.1 ซึ่งมีค่าระยะเวลาความปลอดภัยแสดงดังรูปที่ 4.3 เมื่อมีความผิดพลาดจากการเปิดวาล์วควบคุมระดับของเหลว (LV104) ที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางต้นทางกับถังเก็บคอนเดนเสทปลายทางออก 100% โดยทันที ที่ 0 วินาที พบว่าระดับเปอร์เซ็นต์ของเหลวในเครื่องแยกแรงดันปานกลางต้นทางลดระดับลง จากการเปิดวาล์วควบคุม (เส้นสีเขียวเข้ม) ดังแสดงให้เห็นในรูปบน ทำให้เกิดไอสารไฮโดรคาร์บอนบางส่วนในเครื่องแยกแรงดันปานกลางต้นทางเข้าผสมกับสารของสายขาออกคอนเดนเสทเหลว (Gas Blowby) ส่งผลให้ความดันปลายทางของระบบที่ถังเก็บคอนเดนเสท (เส้นสีแดง) มีค่าที่สูงขึ้น เกินเกณฑ์กำหนดค่าแรงดันสูงสุด (Overpressure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุปกรณ์ปลายทางรับได้ (เส้นสีส้ม) ที่เวลา 10 วินาที ดังแสดงให้เห็นในรูปล่าง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีปี 1.2 ปี 1.3 ปี 2.1 ปี 2.2 และปี 2.3



รูปที่ 4.3 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเปิดประตูระดับของเหลว และเวลากับความดัน กรณีปี 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลกรณีศึกษาการระบบทำความเย็นโทรเพนกลุ่มซี

จากการทำกรณีศึกษาจำลองความผิดพลาดของอุปกรณ์สวิทช์เต็อนระดับของเหลวสูงสุดที่ไม่ทำงานและวาล์วควบคุมอัตราการเติมโทรเพนเข้าระบบที่ถูกเปิดออกระหว่างการดำเนินงานที่ทำให้เกิดการท่วมของโทรเพนเหลวในตัวอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มซี

กลุ่ม	ระบบที่สนใจ	กรณี	ระยะเวลาความปลอดภัย กระบวนการ (Sec.)
ซี1	สวิทช์เต็อนระดับของเหลวสูงสุด	ซี1.1	1,805.5
		ซี1.2	10,227
ซี2	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาส ระหว่างเครื่องเก็บโทรเพนเหลวและเครื่องอัดไอ	ซี2.1	-
		ซี2.2	-
		ซี2.3	-
ซี3	วาล์วควบคุมอัตราการเติมโทรเพนเข้าระบบ	ซี3	1,217

จากตารางพบว่า มีและไม่มี การท่วมของโทรเพนเหลวในตัวอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ โดยระยะเวลาความปลอดภัยจะนับจากเวลาที่เกิดความผิดพลาดของอุปกรณ์จนทำให้เกิดการท่วมของโทรเพนเหลวก่อนหน้าเครื่องอัดไอ พบว่ากรณีซี1 และซี3 มีการท่วมของโทรเพนเหลวในทุกกรณี แต่ในกรณีซี2 ไม่มีการท่วมของโทรเพนเหลวในทุกกรณี โดยในกรณีซี3 มีระยะเวลาความปลอดภัยสั้นที่สุดคือ 1,217 วินาที ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้หาว่าอุปกรณ์ใดในระบบเป็นอุปกรณ์วิกฤตและหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีระยะเวลาในการตอบสนองภาวะฉุกเฉินแค่ไหน

4.4 ผลการศึกษาระบบทำความเย็นโทรเพนกลุ่มดี

จากการทำกรณีศึกษาจำลองความผิดพลาดของอุปกรณ์วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสที่อยู่ระหว่างเครื่องเก็บโทรเพนเหลวกับเครื่องอีโคโนไมเซอร์ในแต่ละรูปแบบระหว่างการดำเนินงานที่ทำให้เกิดการท่วมของโทรเพนเหลวในตัวอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ เพื่อหาระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ ได้ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.4

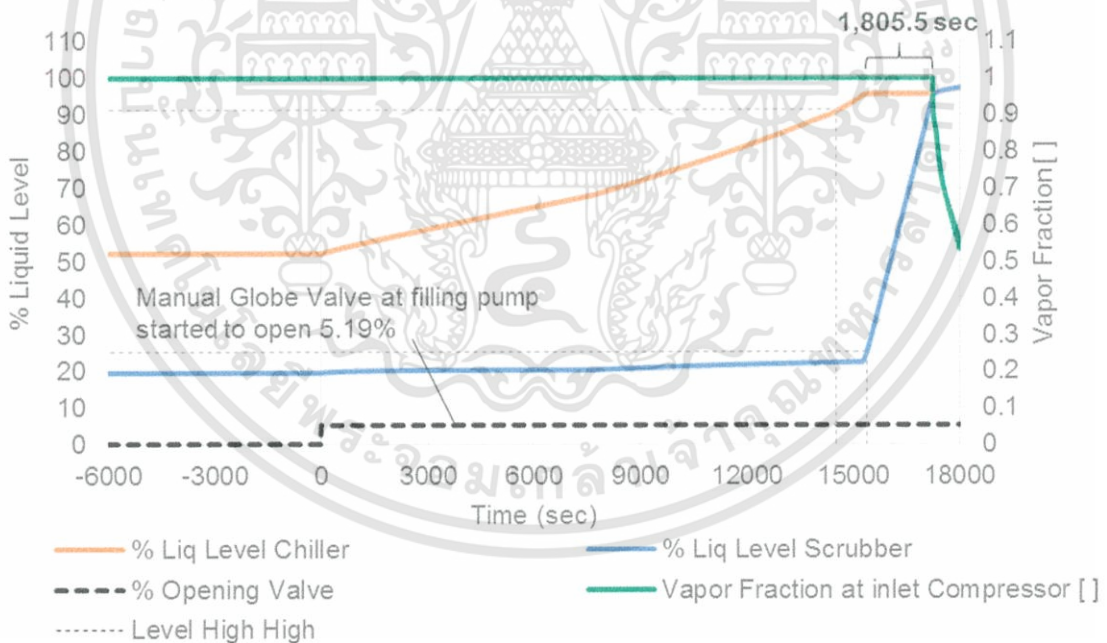
ตารางที่ 4.4 ผลแบบจำลองไดนามิกส์กรณีศึกษากลุ่มดี

กลุ่ม	ระบบที่สนใจ	กรณี	ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการ (Sec.)
ดี1	วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องอีโคโนไมเซอร์และเครื่องอัดไอ	ดี1.1	-
		ดี1.2	-
		ดี1.3	-

จากตารางพบว่า ไม่มีการท่วมของโทรเพนเหลวในทุกกรณี จึงไม่มีระยะเวลาความปลอดภัยที่เกิดจากการท่วมของโทรเพนเหลวก่อนหน้าเครื่องอัดไอ

4.4.1 กรณีมีการท่วมของโพรเพนเหลวในตัวอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ

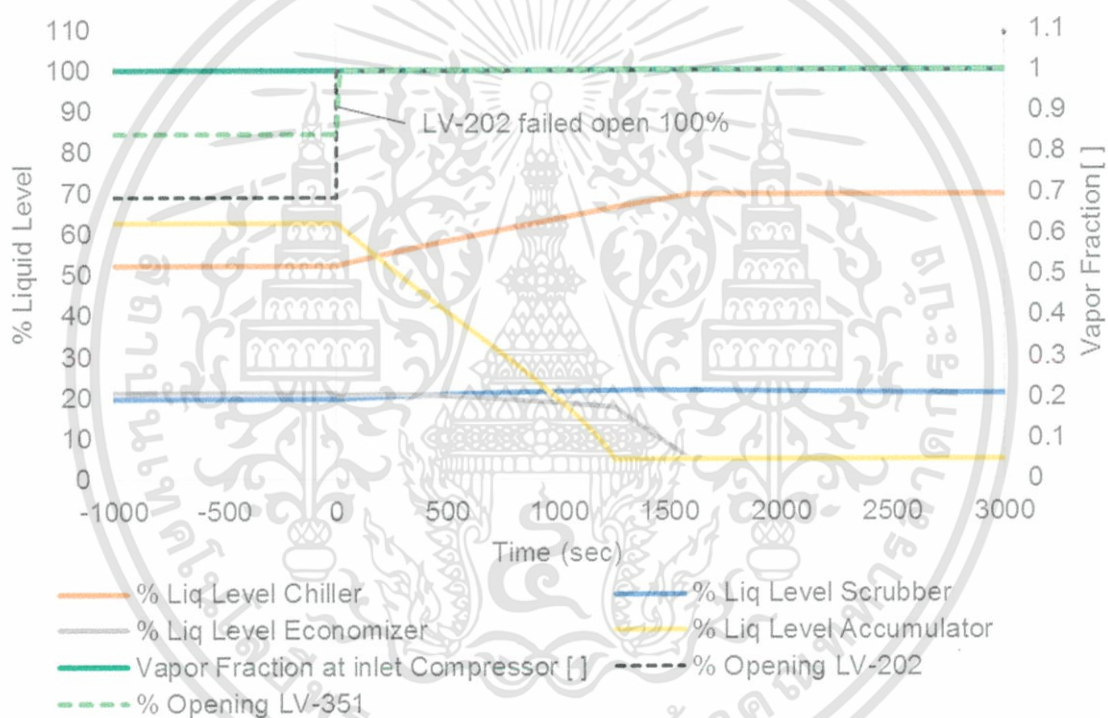
ตัวอย่างของกราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและสัดส่วนไอต่อของเหลวกรณีซี1.1 ซึ่งมีค่าระยะเวลาความปลอดภัยแสดงดังรูปที่ 4.4 เมื่อมีความผิดพลาดจากการเปิดวาล์วเติมสารโพรเพนให้ไหลด้วยอัตราการไหลโดยมวลค่าหนึ่งเข้าสู่ระบบ (เส้นประสีดำ) ที่ 0 วินาที พบว่าหากสวิตช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดของเครื่องสครับเบอร์ (LSHH) เกิดความผิดพลาดหรือไม่ทำงาน จะทำให้ระดับของเหลวโพรเพนในเครื่องซิลเลอร์มีระดับที่สูงขึ้นเรื่อยๆ (เส้นสีส้ม) จนเลยระยะสูงสุด (LSHH) ของเครื่อง ของเหลวโพรเพนนั้นจะท่วมและล้นออกสู่เครื่องสครับเบอร์ ทำให้ระดับของเหลวโพรเพนในเครื่องสครับเบอร์มีระดับที่สูงขึ้นเรื่อยๆ (เส้นสีฟ้า) จนเลยระยะสูงสุด (LSHH) ของเครื่องเช่นกัน ซึ่งทำให้โพรเพนเหลวไหลท่วมล้นออกสู่สายแก๊สขาเข้าเครื่องอัดไอและทำให้เครื่องอัดไอเกิดความเสียหายในที่สุด โดยวิเคราะห์ได้จากค่าสัดส่วนไอต่อของเหลว (Vapor Fraction) ที่เปลี่ยนแปลงไป (เส้นสีเขียว) จาก 1 คือไอโพรเพน 100% กลายเป็นต่ำกว่า 1 คือโพรเพนสถานะไอของเหลว ภายในระยะเวลา 1,805.5 วินาที (30 นาที) ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีซี1.2 และซี3



รูปที่ 4.4 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลว และสัดส่วนไอต่อของเหลว กรณีซี1.1

4.4.2 กรณีไม่มีการท่วมของโพรเพนเหลวในตัวอุปกรณ์ก่อนหน้าเครื่องอัดไอ

ตัวอย่างของกราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและสัดส่วนไอต่อของเหลวกรณีซี2.1 ซึ่งมีค่าระยะเวลาความปลอดภัยแสดงดังรูปที่ 4.5 เมื่อมีความผิดพลาดจากการเปิดวาล์วควบคุมระดับของเหลว (LV202) ที่อยู่ระหว่างถังเก็บโพรเพนเหลวกับเครื่องซิลเลอร์ 100% โดยทันที (เส้นประสีดำ) ที่ 0 วินาที พบว่าระดับโพรเพนเหลวในถังเก็บโพรเพน (เส้นสีเหลือง) และเครื่องอีโคโนไมเซอร์ (เส้นสีเทา) ลดระดับต่ำลง ส่วนระดับโพรเพนเหลวที่เครื่องซิลเลอร์ (เส้นสีส้ม) มีระดับเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่เกินระดับของเหลวสูงสุดของเครื่องซิลเลอร์จนทำให้ปริมาณของโพรเพนเหลวท่วมล้นออกมาได้ จึงไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องอัดไอ ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับกรณีซี2.2 ซี2.3 ดี1.1 ดี1.2 และดี1.3



รูปที่ 4.5 กราฟแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับเปอร์เซ็นต์ระดับของเหลวและสัดส่วนไอต่อของเหลว กรณีซี2.1

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำโครงการจำลองกระบวนการผลิตของโรงแยกแก๊สโดยใช้โปรแกรมจำลอง Aspen HYSYS :Dynamics ในการจำลองสถานการณ์ความผิดพลาดจากกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ควบคุมในกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและหาค่าระยะเวลาคงความปลอดภัย กระบวนการ สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) แบบจำลองกระบวนการผลิตที่ได้ทั้งกระบวนการแยกแก๊สหลักและระบบทำความเย็นโพรเพน แบบไดนามิกมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการทำกรณีศึกษาต่างๆ

2) กรณีศึกษาในกระบวนการแยกแก๊สหลักที่พิจารณาผลของความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกประเภทต่างๆ ที่ส่งผลต่อเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (กรณีเอ) พบว่า

ความผิดปกติของการทำงานของวาล์วระหว่างเครื่องแยกแรงดันสูง เครื่องแยกทดสอบ เครื่องแยกแบบกรองกับเครื่องแยกแรงดันปานกลาง ที่ส่งผลทำให้เกิดกรณีความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดที่เครื่องแยกแรงดันปานกลาง เกิดขึ้นเฉพาะกับกรณีที่เปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุม จากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100% เท่านั้น (กรณี เอ1.3 เอ2.3 และ เอ.3.3)

ความผิดปกติของการทำงานของวาล์วระหว่างเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำและเครื่องแยกแรงดันปานกลางทั้ง 3 กรณี ส่งผลทำให้เกิดกรณีความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดที่เครื่องแยกแรงดันปานกลาง (กรณี เอ4.1-4.3)

3) กรณีศึกษาในกระบวนการแยกแก๊สหลักที่พิจารณาผลของความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง ที่ส่งผลต่อถังเก็บคอนเดนเสท (กรณีบี) พบว่า ความผิดปกติของการทำงานของวาล์วในทั้ง 3 กรณี ส่งผลทำให้เกิดกรณีความดันสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดที่ถังเก็บคอนเดนเสท (กรณีบี 1.1-1.3 และ บี2.1-2.3)

4) กรณีศึกษาระบบทำความเย็นโพรเพนที่พิจารณาความผิดปกติของสวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุด วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องเก็บโพรเพนเหลวและเครื่องอัดไอ และวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบที่ส่งผลต่อเครื่องอัดไอ (กรณีซี) พบว่าความผิดปกติที่สวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุดและวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบ ส่งผลให้เกิดกรณีโพรเพนเหลวท่วมเข้าสู่สายแก๊สขาเข้าเครื่องอัดไอ (กรณีซี 1.1-1.2 และ ซี3)

5) กรณีศึกษาระบบทำความเย็นโพรเพนที่พิจารณาความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องอีโคโนไมเซอร์และเครื่องอัดไอ ที่ส่งผลต่อเครื่องอัดไอ (กรณีดี) พบว่าความผิดปกติของวาล์วควบคุมและวาล์วบายพาส ไม่มีผลทำให้เกิดกรณีโพรเพนเหลวท่วมเข้าสู่สายแก๊สขาเข้าเครื่องอัดไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สำหรับระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการที่ประเมินได้จากกรณีศึกษาต่างๆ

กรณีศึกษาในกระบวนการแยกแก๊สหลักที่พิจารณาผลของความผิดปกติของวาล์วควบคุมและวาล์วบายพาสที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกประเภทต่างๆ ที่ส่งผลต่อเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (กรณีเอ) พบว่าความผิดปกติจากการเปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุมจากนั้นเปิดวาล์วบายพาส 100% ระหว่างเครื่องแยกอุณหภูมิต่ำและเครื่องแยกแรงดันปานกลาง (กรณีเอ4.3) มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 7.5 วินาที

กรณีศึกษาในกระบวนการแยกแก๊สหลักที่พิจารณาผลของความผิดปกติของวาล์วที่อยู่ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและเครื่องสครับเบอร์แก๊สเชื้อเพลิง ที่ส่งผลต่อถังเก็บคอนเดนเสท (กรณีบี) พบว่าความผิดปกติจากการเปิดวาล์วบายพาสแทนวาล์วควบคุมจากนั้นเปิดวาล์วควบคุม 100% ระหว่างเครื่องแยกแรงดันปานกลางและถังเก็บคอนเดนเสท (กรณีบี1.2) มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 6 วินาที

กรณีศึกษาในกรณีศึกษาระบบทำความเย็นโพรเพนที่พิจารณาความผิดปกติของสวิทช์เตือนระดับของเหลวสูงสุด วาล์วควบคุมหรือวาล์วบายพาสระหว่างเครื่องเก็บโพรเพนเหลวและเครื่องอัดไอ และวาล์วควบคุมอัตราการเติมโพรเพนเข้าระบบที่ส่งผลต่อเครื่องอัดไอ (กรณีซี) พบว่าความผิดปกติของวาล์วเติม โพรเพนเข้าระบบ จากการเปิดวาล์วเติมโพรเพน 100% มีระยะเวลาความปลอดภัยที่น้อยที่สุด คือ 1,217 วินาที (20 นาที)

5.2 ข้อเสนอแนะ

การป้องกันอุบัติเหตุภายในโรงงานที่มีสาเหตุเนื่องมาจากความผิดพลาดส่วนบุคคล เครื่องจักรหรือตัวอุปกรณ์ สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งรวมไปถึงระยะเวลาความปลอดภัย กระบวนการที่เป็นตัวช่วยในการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยแนวทางการแก้ไข ออกแบบ หรือจัดหาอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการป้องกันเหตุการณ์ไม่คาดคิดได้อย่างทันถ่วงที ได้เสนอแนวทางการป้องกันดังต่อไปนี้

1) ทำการแก้ไข ออกแบบ หรือติดตั้งวาล์วระบายแรงดันของ วาล์วระบายแรงดัน (PSV102) และวาล์วระบายแรงดันสูญญากาศ (PVRV104/105) ใหม่ที่สามารถรองรับกับแรงดันที่เกิดขึ้นในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในระบบระหว่างการดำเนินงานเพื่อป้องกันอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์เสียหาย

2) เปลี่ยนวาล์วควบคุมระดับของเหลวหรือวาล์วควบคุมแรงดันใหม่แทนของเก่าที่ชำรุดหรือวาล์วที่มีสภาพเสี่ยง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดความผิดพลาดเนื่องมาจากตัวอุปกรณ์ (Mechanical Failure)

3) ทำฟังก์ชันวัดคุมความปลอดภัย (Safety Instrument Function SIF) ให้กับกระบวนการ ซึ่งเป็นกลุ่มของอุปกรณ์ที่ช่วยลดความเสี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต เช่นการติดตั้ง สวิตช์ความดันคอยตรวจจับความดันที่สูง (Pressure Switch High High) และวาล์วหยุดระบบ (Shutdown Valve SDV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] H. Devold, Oil and gas production handbook An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry, Zürich: lulu.com, 2013.
- [3] อภรณ์รัตน์, เทอร์โมไดนามิกส์ขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2558.
- [4] Yunus A. Cengel, Thermodynamics An Engineering Approach, New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [5] J. HOLMAN, Heat Transfer, New York: McGraw-Hill Education, 2010.
- [6] Postlethwaite, Essential Process Control for Chemical Engineers, Glasgow: Bookboon.com, 2017.
- [7] GPSA, Engineering Data Book, Tulsa, Oklahoma: GPSA, 2004, pp. 7-1.
- [8] Pressure Relieving and Depressuring Systems, Washington, DC, 2007.
- [9] Richard Turton, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Prentice Hall, 2443.
- [10] DOE, Fundamentals Handbook Engineering Symbology, Prints, and Drawings, Springfield: The National Technical Information Service, 1993.
- [11] ชลศึกษ์, การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม, กรุงเทพฯ, 2560.
- [12] E. Vinogradova, ECONOMIZERS IN CHILLER, Mikkeli: MIKKELIN, 2012.
- [13] ทวีพล, การวัดและเครื่องมือวัด ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร, กรุงเทพฯ, 2555.
- [14] GCPS, Impacts of Process Safety Time on Layer of Protection Analysis, Texas, 2015.
- [15] Andrew, Applied Instrumentation in the Process Industries, Texas: Gulf Publishing Company, 1974.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

รายละเอียดขั้นตอนการทํากรณีศึษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทำกรณีศึกษากลุ่มเอ

ตารางผนวกที่ 1-1 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาเอ1.1 เอ2.1 เอ3.1 และเอ4.1

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	MP Separator Pressure = 290 psig MP Separator Temperature = 94 °F
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close.)	
XX	PSV starts lifting once pressure reach set pressure	PSV set pressure = 350 psig %Maximum overpressure = 10%.
3000	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

ตารางผนวกที่ 1-2 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาเอ1.2 เอ2.2 เอ3.2 และเอ4.2

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	MP Separator Pressure = 290 psig MP Separator Temperature = 94 °F (the control valve close to 0% and is replaced by the bypass valve Opening X %)
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close.)	
XX	PSV starts lifting once pressure reach set pressure	PSV set pressure = 350 psig %Maximum overpressure = 10%.
3000	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

ตารางผนวกที่ 1-3 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาเอ1.3 เอ2.3 เอ3.3 และเอ4.3

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	MP Separator Pressure = 290 psig MP Separator Temperature = 94 °F
0	Open the bypass valve to 100% with appropriate opening time	Actuator bypass Setting; - Linear mode/Linear rate. - Actuator bypass opening time is 3 sec. (from X% - 100%)
XX	PSV starts lifting once pressure reach set pressure	PSV set pressure = 350 psig %Maximum overpressure = 10%
3000	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทำกรณีศึกษากลุ่มบี

ตารางผนวกที่ 1-4 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาปี1.1 และปี2.1

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	Storage Tank Pressure = 0.0625 psig Storage Tank Temperature = 86 °F
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close.)	
XX	PVRV starts lifting once pressure reach set pressure	PVRV set pressure = 0.0937 psig
300/600	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

ตารางผนวกที่ 1-5 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาปี1.2 และปี2.2

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	Storage Tank Pressure = 0.0625 psig Storage Tank Temperature = 86 °F (The control valve close to 0% and is replaced by the bypass valve opening X%)
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close)	
XX	PVRV starts lifting once pressure reach set pressure	PVRV set pressure = 0.0937 psig
300/600	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

ตารางผนวกที่ 1-6 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาปี1.3 และปี2.3

Time (second)	Event	Remark
Initial Condition	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	Storage Tank Pressure = 0.0625 psig Storage Tank Temperature = 86 °F (The control valve close to 0% and is replaced by the bypass valve opening X%)
0	Open the bypass valve to 100% with appropriate opening time	Actuator bypass Setting; - Linear mode/Linear rate. - Actuator bypass opening time is 3 sec. (from X% - 100%)
XX	PVRV starts lifting once pressure reach set pressure	PVRV set pressure = 0.0937 psig
300/600	Simulation End	The simulation is run until reach steady state.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทำกรณีศึกษากลุ่มซี

ตารางผนวกที่ 1-7 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาซี1.1

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	At Compressor Stage 1 Pressure = 43 psig Temperature = 87 °F Vapor fraction = 1
0	Start open the filling pump to fill the propane liquid into Chiller and Scrubber	Open manual globe valve %opening at rated capacity
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
18000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-8 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาซี1.2

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	At Compressor Stage 1, Pressure = 43 psig Temperature = 87 °F, Vapor fraction = 1
0	Start open the filling pump to fill the propane liquid into Chiller and Scrubber	Open manual globe valve %opening at rated capacity
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
18000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-9 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาซี2.1

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	At Compressor Stage 1, Pressure = 43 psig Temperature = 87 °F, Vapor fraction = 1
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close)	
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1-10 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 2.2

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	At Compressor Stage 1, Pressure = 43 psig, Temperature = 87 °F, Vapor fraction = 1 (the control valve close to 0% and is replaced by the bypass valve opening X%)
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close)	
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-11 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 2.3

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	At Compressor Stage 1, Pressure = 43 psig Temperature = 87 °F, Vapor fraction = 1
0	Open the bypass valve to 100% with appropriate opening time	Actuator bypass Setting; - Linear mode/Linear rate. - Actuator bypass opening time is 3 sec.
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-12 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 3

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State with propane liquid filling open in case of the system loss and running at steady state condition	At Compressor Stage 1, Pressure = 43 psig Temperature = 87 °F, Vapor fraction = 1
0	Open the globe valve at filling pump from X% to 100% with appropriate opening time	Actuator Setting; - Linear mode/Linear rate. - Actuator opening time is 3 sec.
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
2000	Simulation End	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทำกรณีศึกษากลุ่มดี

ตารางผนวกที่ 1-13 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 1.1

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition	At Compressor Stage 2, Pressure = 97.4 psig Temperature = 81.8 °F, Vapor fraction = 1
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close.)	
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-14 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 1.2

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	At Compressor Stage 2, Pressure = 97.4 psig, Temperature = 81.8 °F, Vapor fraction = 1,
0	Manually open the level control valve to 100% (This control valve failed to close.)	
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

ตารางผนวกที่ 1-15 ขั้นตอนการทำกรณีศึกษาที่ 1.3

Time (second)	Event	Remark
Initial State	Start Dynamic Initial State and running at steady state condition with the Bypass valve opening X%	At Compressor Stage 2, Pressure = 97.4 psig Temperature = 81.8 °F, Vapor fraction = 1 (The control valve close to 0% and is replaced by the bypass valve opening X%)
0	Open the bypass valve to 100% with appropriate opening time	Actuator bypass Setting; - Linear mode/Linear rate. - Actuator bypass opening time is 3 sec. (from X% - 100%)
XX	Vapor fraction of the feed compressor start changing to mix fraction from flooded liquid at Chiller and Suction Scrubber	At normal operating condition Vapor fraction = 1
3000	Simulation End	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

สัมประสิทธิ์การไหลต่อการเปิด-ปิดวาล์วควบคุมปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1-16 สัมประสิทธิ์การไหลต่อการเปิด-ปิดวาล์วควบคุมชั้นการดำเนินงานปกติ

	Valves	Mode	SP	PV	OP%	CV
	Cluster A/B	LIC101	Auto	2.5	2.5000004	49.779848
BP101		Manual			30.66	47
LIC103		Auto	2.5	2.5000008	61.628973	4.03
BP103		Manual			29.92	47
LIC138		Auto	1	0.2669656	0	0.437
BP138		Manual			0	13
LIC201		Auto	9.2958333	9.2958711	5.5084901	24.3
BP201		Manual			22.684	47
LIC104		Auto	2.667	2.6670127	37.421705	43.9
BP104		Manual			47.278	47
PIC-104		Auto	290	290.00176	26.457893	23.7
LIC-501		Auto	2	2.0000017	0.2712703	1.66
BP501		Manual			5.87	11
Cluster C/D		LIC202	Auto	3	3.0000099	68.75908
	BP202	Manual			53.95	110
	LIC351	Auto	2.9166667	2.9166825	84.327496	24.3
	BP351	Manual			51.76	110
	PIC303	Auto	97.4	98.977924	100	224
	PIC301	Auto	230	232.07804	100	338
	grobe filling	Manual	rated cap.	6194 (lb/hr)	5.19	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค.

คำตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการแยกแยะสํกษณ์หลักและระบบทําคําความเยັນ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1-17 ค่าตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการแยกแก๊สหลัก

CONDITIONS	EQUIPMENT									
	HP SEPERATOR (V101)	TEST SEPERATOR (V103)	FILTER COALESCER (F131)	LTS SEPERATOR (V201)	MP SEPERATOR (V104)	FUEL GAS SCRUBBER (V501)	GAS BOOST (V105)	CONDENSATE STORAGE TANKS (T101/T102)		
Vessel Temperature [F]	95.00	95.00	95.00	27.30	94.27	34.76	86.80	86.82		
Vessel Pressure [psig]	0.00	1200.00	1200.00	1183.00	290.00	110.18	0.06	0.06		
Liquid Volume Percent [%]	0.00	35.44	2.22	24.72	25.40	26.67	5.00	47.90		
Vessel Diameter [ft]	8.33	6.50	3.67	8.00	4.67	1.25	3.00	64.00		
Vessel Length or Height [ft]	26.00	21.33	13.37	20.00	10.50	7.50	35.00	28.00		
pressure Drop [psi]	890.19	910.00	910.00	19.80	910.00	873.05	892.85	289.94		
Percentage open [%]	49.78	0.00	61.63	50.00	0.00	5.51	0.00	50.00		
Resistance (Cy or K) [USGPM(60F,1psi)]	6.82	47.00	156.60	4.03	47.00	143.70	0.44	13.00		
pressure Drop [psi]	289.94	258.00	110.12	174.82	174.82	719.61				
Percentage open [%]	0.00	26.46	0.27	0.00	50.00	100.00				
Resistance (Cy or K) [USGPM(60F,1psi)]	47.00	23.70	4.66	11.00	12.88	0.14				
Set Pressure [psig]	350	0.0937	0.0937	8893.64	14797.61					
Full Open Pressure [psig]	375.00	0.10	0.10	0.06	0.08					
Orifice area [in2]	0.7850	2.85293	5.53		4.56					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1-18 ค่าตัวแปรต่างๆ ในระบบทำความเย็น

CONDITIONS	EQUIPMENT				
	PROPANE ACCUMULATOR (V-301)	ECONOMIZER (V-351)	CHILLER (E-202)	SCRUBBER (V-302)	PROPANE CONDENSER (E-301)
Vessel Temperature [F]	117.57	63.65	22.48	22.47	7.03
Vessel Pressure [psig]	221.62	98.98	43.53	43.53	369557.24
Liquid Volume Percent [%]	65.77	21.08	73.46	20.00	104.00
Duty [MMBtu/hr]	0.00	0.00	6.17	0.00	0.00
Vessel Diameter [ft]	6.00	6.50	4.25	4.83	184.00
Vessel Length or Height [ft]	16.00	13.85	72.83	7.50	184.00
Pressure Drop [psi]	118.10	118.10	49.86	49.86	1301450.58
Percentage open [%]	84.33	0.00	68.76	0.00	0.00
Resistance (Cy or K) [USGPM(60F,1psi)]	24.30	110.00	45.90	110.00	26.00
Power [hp]	376.70	603.60	60.00	60.00	5.58
Adiabatic Efficiency	60.00	60.00	60.00	60.00	4.55
Duty [MMBtu/hr]	0.96	1.54	0.10	0.21	5.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา: ณพรรณภรณ์ รัตนกิจยนต์
 วัน/เดือน/ปีเกิด: 15 กรกฎาคม 2539
 ที่อยู่: 108 ซอยคูบัว 27 แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน ถนนรามอินทรา
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10220
 อีเมล: marinaflo555@gmail.com, napanporn.tibtib@gmail.com

ประวัติการศึกษา:

- 2010-2015: มัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย แผนการเรียนวิทย์-คณิต
 โรงเรียนนวมินทราชูทิศกรุงเทพมหานคร
- 2015-ปัจจุบัน: วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน:

- นักศึกษาฝึกงาน แผนกวิศวกรกระบวนการผลิต
 บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริง (ประเทศไทย) จำกัด
 รับผิดชอบในส่วนการวิเคราะห์ระยะเวลาความปลอดภัยกระบวนการผลิต
 ของโรงแยกแก๊ส