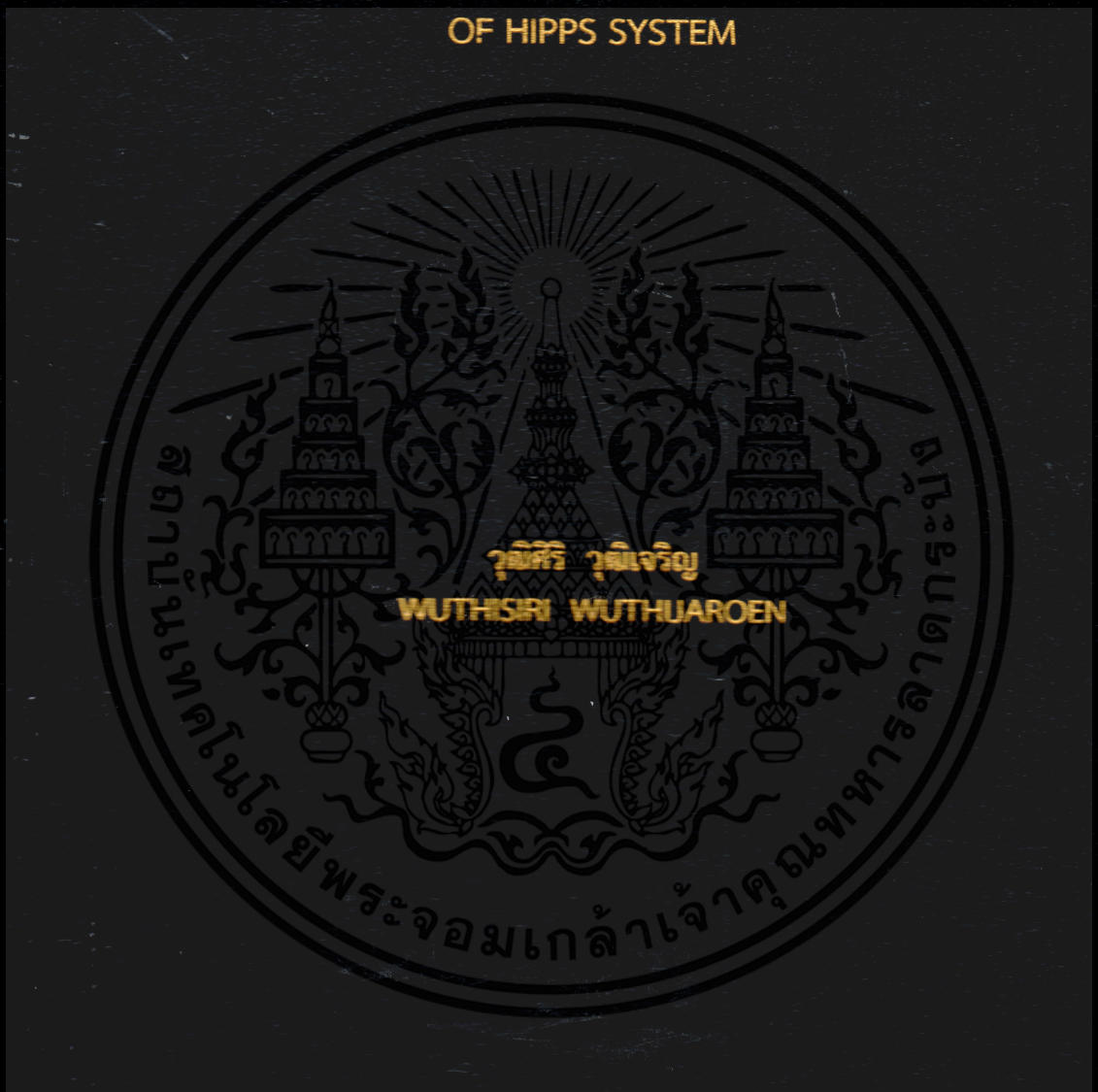
การจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูง

PRIORITY OF ALARMS MANAGEMENT IN PROCESS DOWNSTEAM OF HIPPS SYSTEM



วุฒิศิริ วุฒิเจริญ
WUTHISIRI WUTHUAROEN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2562
KMITL-2019-EN-M-060-104

การจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูง

PRIORITY OF ALARMS MANAGEMENT IN PROCESS DOWNSTEAM OF HIPPS SYSTEM

วุฒิศิริ วุฒิเจริญ
WUTHISIRI WUTHIJAROEN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2562
KMITL-2019-EN-M-060-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูง

PRIORITY OF ALARMS MANAGEMENT IN PROCESS DOWNSTEAM OF HIPPS SYSTEM

วุฒิศิริ วุฒิเจริญ
WUTHISIRI WUTHIJAROEN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2562
KMITL-2019-EN-M-060-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRIORITY OF ALARMS MANAGEMENT IN PROCESS DOWNSTEAM OF HIPPS SYSTEM

WUTHISIRI WUTHIJAROEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019

KMITL-2019-EN-M-060-104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2019
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูง
นักศึกษา	นายวุฒิศิริ วุฒิเจริญ
รหัสประจำตัว	57601212
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.สักรียา ชิตวงศ์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย วัตถุประสงค์และมาตรฐานที่จะนำมาใช้ในการออกแบบการดำเนินงานและการบำรุงรักษาของระบบเตือนภัยสำหรับในอุตสาหกรรมก๊าซและน้ำมัน

การกำหนดค่าการเตือนภัยจากแท็ก (TAGS) ตลอดจนการตรวจสอบการกำหนดค่าการเตือนภัยที่ถูกต้องและเหตุผลที่มีสาเหตุที่เหมาะสมสำหรับผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัย ผลกระทบทางด้านการเงินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการกระทำของผู้ปฏิบัติการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยที่ได้รับการกำหนดขึ้นอยู่กับการป้องกันความสูญเสียที่ตามมาของผลกระทบโดยใช้ฟังก์ชั่นวัดคุมนิรภัย (Safety Instrument Function : SIF) และการกำหนดค่าระดับความปลอดภัย (Safety Integrity Level : SIL) ตามมาตรฐาน IEC 61508 และ IEC 61511 รวมถึง EEMUA 191 ในการแบ่งระดับความสำคัญของการเตือนภัย

จุดประสงค์ที่สำคัญคือเพื่อให้แน่ใจว่าอินเตอร์เฟซที่มีประสิทธิภาพในการดำเนินการของระบบเตือนภัยและจัดการกับผลที่ตามมาของผลกระทบจากสถานะความผิดปกติ เพื่อที่จะจัดการกับสถานการณ์ที่ผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามการแบ่งระดับความสำคัญของการเตือนภัยที่เหมาะสม โดยการทดลองจากการจำลองระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control system : DCS) ในส่วนของ HMI (Human Machine Interface) และระบบวัดคุมนิรภัย (SIS System) ในส่วนของระบบป้องกันความดันสูง (High -Integrity Pressure Protection System : HIPPS)

คำสำคัญ : ฟังก์ชันนิรภัย, ค่าระดับความปลอดภัย, ระบบควบคุมการกระจายส่วน, ระบบวัดคุมนิรภัย, ระบบป้องกันความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	PRIORITY OF ALARMS MANAGEMENT IN PROCESS DOWNSTEAM OF HIPPS SYSTEM
Student	Mr. Wuthisiri Wuthijaroen
Student ID.	57601212
Degree	Master of Engineering
Program	Instrumentation Engineering
Year	2019
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Sakreya Chitwong

ABSTRACT

The purpose of thesis is to define the Priority of alarms management, objectives and standards to be applied in the design, operations of the Alarm Systems processes downstream HIPPS system.

Configured alarms from all relative tags as well as alarms configured were reviewed and rationalized with proper causes. Safety consequence graph, financial consequences graph, environmental consequences graph and consequences operator actions. The priority of the alarm was determined based on maximum response and the consequence of the impact using safety instrument function and Safety integrity level following IEC 61508 and IEC 61511 include EEMUA 191 standard.

The principal intention is to ensure an effective operator interface to the alarm system and maintain the interface through all facets of operations from steady state through major upsets. In order to manage abnormal situations efficiently and accurately, this alarm philosophy should be implemented to the fullest extent possible. By used simulation Distributed control system and Safety instrumented system.

Keywords : Safety instrument function, Safety integrity level, Distributed control system, Safety instrumented system**,** High -Integrity Pressure Protection System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการจัดระดับความสำคัญของการเตือนในระบบป้องกันความดันสูง (HIPPS) สำเร็จลุลวงไปได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจากคณาจารย์ซึ่งคอยให้การสนับสนุนและให้ปรึกษาแนะนำแนวทางในการดำเนินงานแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานพิเศษซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านเป็นอย่างสูง ซึ่งคอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงานพิเศษตลอดจนข้อแนะแนวต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ชาย และอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้การสนับสนุนคอยให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ และคอยเป็นกำลังที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดทำโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายวุฒิคิริ วุฒิเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการช่วยให้ผู้ปฏิบัติการ (Operators) สามารถควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดหรือเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิตด้วยความปลอดภัย นอกจากนั้นแล้วสัญญาณเตือนยังถูกใช้เป็นชั้นการป้องกันความสูญเสียต่อด้านผลกระทบความปลอดภัย ผลกระทบทางด้านการเงิน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากความสำคัญการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยจะเห็นได้ว่าถ้ามีการออกแบบระบบสัญญาณเตือนภัยที่ไม่ดีก็จะเป็นสาเหตุทำให้ผู้ปฏิบัติการพลาดจากสัญญาณเตือนที่สำคัญหรืออาจจะตอบสนองอย่างไม่ถูกต้องซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจจะนำไปสู่สิ่งต่างๆ เช่นกระบวนการหยุดทำงาน (Shutdowns) โดยไม่ได้วางแผนทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลงเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินหรือผลิตภัณฑ์

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) ร่วมกับระบบระบบป้องกันแรงดันสูง (High -Integrity Pressure Protection System : HIPPS) และโปรแกรมการจัดการของการเตือนภัย (Consolidated Alarm Management System : CAMS) เพื่อศึกษาการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยและวิธีการแก้ไขปัญหา จากที่ได้ศึกษาบทวิจัย พบว่าเป็นการวิจัยในระบบจำลองเท่านั้น ซึ่งถ้าสามารถออกแบบ พัฒนา และประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวกับระบบที่ใช้จริงในวงการอุตสาหกรรมได้ ก็จะเป็นประโยชน์ต่อไปกับผู้ที่ทำงานในด้านระบบการจัดการของการเตือนภัยในวงการอุตสาหกรรมต่อไป

1. เพื่อศึกษาระบบป้องกันความดันสูงและหลักการเกี่ยวกับมาตรฐาน IEC 61508 และ IEC 61511 รวมถึง EEMUA 191

2. ต้องการสร้างระบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) และระบบวัดคุมนิรภัย (SIS) เพื่อที่จะใช้จลองเหตุการณ์ผิดปกติในกระบวนการผลิต

3. ศึกษาการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยโดยใช้มาตรฐาน IEC 61508 ,IEC 61511 และ EEMUA 191

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1. ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS System) ระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) และระบบการจัดการเตือนภัย (CAMS) สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การจัดการลำดับความสำคัญของระบบการเตือนภัยและการจัดการมีส่วนช่วยผู้ปฏิบัติการ (Operators) ในการจัดการการเตือนภัยอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจัดการลำดับความสำคัญของระบบการเตือนภัย มีส่วนลดความสูญเสียต่อผลกระทบความปลอดภัย ผลกระทบทางด้านการเงิน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้เริ่มขึ้นจากการศึกษาและสร้างระบบทำให้มองเห็นถึงข้อจำกัดของระบบคือในระบบใช้การจำลองเหตุการณ์ความผิดปกติของกระบวนการผลิตตามข้อมูลเอกสาร ซึ่งเหตุการณ์จริงอาจไม่ได้เป็นไปตามข้อมูลเอกสารทั้งหมด

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ใช้หลักการเกี่ยวกับมาตรฐาน IEC 61508, IEC 61511 และ EEMUA 191 ในการออกแบบและใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (DCS) รุ่น CENTUM VP ในการออกแบบ HMI และระบบวัดคุมนิรภัย (SIS) Prosafe-RS ของบริษัท Yokogawa ในส่วนของการออกแบบระบบระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) ทดสอบสำหรับอินเตอร์เฟซที่มีการกำหนดระดับการเตือนภัยเพื่อแสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยจัดการการเตือนภัยและผลที่ตามมาอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ด้วยการจำลองเหตุการณ์ผิดปรกติของกระบวนการ และพัฒนาระบบการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยเพื่อทำการทดลอง และเก็บผลการทดลอง นำมาวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีระบบป้องกันความดันสูง และหลักการเกี่ยวกับมาตรฐาน IEC 61508, IEC 61511 และ EEMUA 191

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาระบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในการออกแบบ HMI และ ระบบวัดคุมนิรภัยในส่วนของการออกแบบระบบระบบป้องกันแรงดันสูงและโปรแกรมการจัดการการเตือนภัย

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและสร้างระบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในส่วนของ HMI และระบบวัดคุมนิรภัยในส่วนของการออกแบบระบบระบบป้องกันแรงดันสูง

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบและกำหนดค่าการเตือนภัยโดยใช้มาตรฐาน IEC 61508 ,IEC 61511 และ EEMUA 191 และกำหนดค่าการเตือนภัยในโปรแกรมการจัดการการเตือนภัย

ขั้นตอนที่ 5 จำลองเหตุการณ์ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในส่วนของ HMI และระบบวัดคุมนิรภัยในส่วนของการออกแบบระบบระบบป้องกันแรงดันสูงเมื่อมีการกำหนดค่าการเตือนภัยในโปรแกรมการจัดการการเตือนภัย

ขั้นตอนที่ 6 สรุปงานวิจัยและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

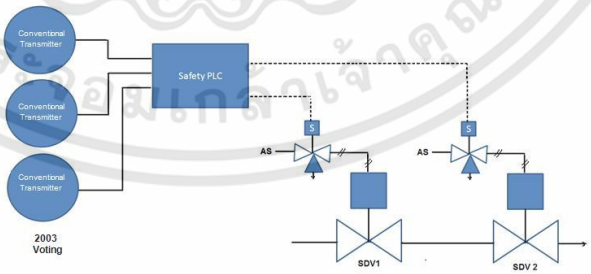
ในระหว่างการดำเนินการตามปกติของอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติจะปรากฏในห้องควบคุมเนื่องจากสัญญาณเตือนมีแท็กสัญญาณเตือนมากเกินที่กำหนดค่าไว้ในตัวแปรกระบวนการและตัวแปรสถานะอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่คำนึงถึงความปลอดภัย จำนวนแท็กที่มีขนาดใหญ่พอที่จะจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจอย่างมากในการวางแผนความปลอดภัย

ด้วยเหตุนี้การจัดการสัญญาณเตือนจึงได้รับการยอมรับว่าเป็นปัญหาสำคัญในการตรวจสอบระบบและการตรวจจับความผิดพลาด แนวทางใหม่ๆและมาตรฐานที่ได้รับการแก้ไขแล้วได้รับการนำเสนอจากมุมมองที่แตกต่างกันเพื่อจัดการกับปัญหา ดังนั้นการจัดการการเตือนล่วงหน้ามีความสำคัญลดความพร้อมใช้งานของโรงงานพร้อมกับค่าใช้จ่ายที่สำคัญ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและการบาดเจ็บของมนุษย์ ความสำคัญของการเตือนภัยถูกกำหนดขึ้นอยู่กับการตอบสนองสูงสุดและผลกระทบจากการใช้มาตรฐาน IEC 61508, IEC 61511 และมาตรฐาน EEMUA 191

2.2 ทฤษฎี

2.2.1 ระบบป้องกันแรงดันสูง [1]

ระบบป้องกันแรงดันสูงเป็นระบบควบคุมความปลอดภัยที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันการเกิดแรงดันสูงเกินไปของโรงงานเช่นโรงงานนอกชายฝั่งหรือโรงกลั่นน้ำมัน ระบบป้องกันแรงดันสูงจะปิดแหล่งที่มาของความดันสูงก่อนที่แรงดันการออกแบบของระบบจะสูงเกิน จึงจะป้องกันการสูญเสียการกักกันผ่านการแตก (การระเบิด) ของสายหรือเรือ ดังนั้นระบบป้องกันแรงดันสูงถือเป็นอุปกรณ์ป้องกันระหว่างส่วนแรงดันสูงและแรงดันต่ำของการติดตั้ง



รูปที่ 2.1 ระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูง

การออกแบบแนวความคิดของโครงการระบบป้องกันแรงดันสูงแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 เครื่องวัดแรงดันก๊าซ PT-1, PT-2 และ PT-3 จะติดตั้งอยู่เพื่อวัดความดันก๊าซธรรมชาติจากหลุมผลิต (โหวตเป็น 2oo3) ระบบวัดคุมนิรภัยคือตัวแก้ตรรกะสำหรับระบบป้องกันแรงดันสูงเมื่อได้รับการวัดความดันนะจุดเซทพ้อยความดันสูง จะส่งสัญญาณไปทำการปิดการทำงานที่ดิจิตอลเอาต์พุต 2 เอาต์พุตไปยังวาล์วแต่ละตัวเพื่อปิดการทำงาน

มีการติดตั้งวาล์วปิดระบบป้องกันแรงดันสูงสองชุดไว้ที่ช่องระบายอากาศด้านบนจะปิดด้วย การโหวต 1oo2 เมื่อความต้องการตรรกะระบบป้องกันแรงดันสูงที่จะปิดในแรงกดดันจากหลุมผลิตโดยทำการปิดระบบวาล์วลูกสูบสี่จังหวะที่ขับเคลื่อนโดยตัวกระตุ้นแบบนิวเมติกที่มีสปริงเบรกซึ่งไม่สามารถปิดได้

มีชุดโซลินอยด์ที่ใช้เป็นส่วนติดต่อระหว่างตรรกะและตัวกระตุ้นของวาล์วปิดแต่ละครั้งนอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ไอเสีย 2 ชิ้นที่เชื่อมต่อกับชุดขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ช่วยให้วาล์วขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานได้เร็วขึ้นในระหว่างที่วาล์วปิดเครื่องปิดสนิทเพื่อให้สามารถใช้งานได้ภายใน 2 วินาที

2.2.3 มาตรฐาน IEC 61508 และ IEC 61511 [2,3]

มาตรฐาน IEC 61508/61511 ได้ถูกรับรองตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ให้นำมาใช้ในการออกแบบระบบนิรภัยในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต โดยมาตรฐานทั้งสองจะมีพื้นฐานอยู่บนสมรรถนะของระบบวัดคุมนิรภัยหรือระบบนิรภัยที่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ระบบไฟฟ้าที่โปรแกรมการทำงานได้หรือระบบตามข้อกำหนดต่าง ๆ ของมาตรฐานสมรรถนะของระบบ E/E/PEs (Electrical/Electronic/Programmable Electrical System) ระบบวัดคุมนิรภัยจะขึ้นอยู่กับค่าระดับความปลอดภัยหรือค่า (SIL) ของฟังก์ชันนิรภัย (SIF) ซึ่งค่า SIL คือค่าจำนวนความผิดพลาดในการทำงานจะถูกกำหนดในระหว่างการวิเคราะห์ความอันตรายของกระบวนการผลิต (Process Hazard Analysis) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการในการออกแบบกระบวนการผลิตและรายละเอียดวิธีการกำหนดค่า SIL ความสามารถของระบบ วัดคุมนิรภัยจะขึ้นอยู่กับค่า SIL ซึ่งจะต้องมีการจัดทำให้สมรรถนะได้ตามความต้องการในแต่ละช่วงการออกแบบและก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในการออกแบบหลังจากระบบวัดคุมนิรภัยได้ผ่านการทดสอบการทำงานไปแล้ว

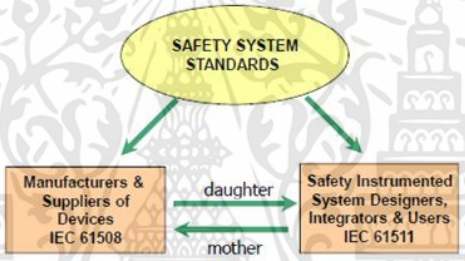
ตามข้อกำหนดหรือข้อตกลงที่มาจากเป้าหมายค่าระดับความปลอดภัยทั้งหมดต้องถูกตัดสินใจ สำหรับขั้นตอนการใช้งาน การทดสอบ และการซ่อมบำรุง ดังนั้นในการทำตามข้อกำหนดของมาตรฐานทั้งสองเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพื่อการจัดเตรียมให้ระบบวัดคุมนิรภัยมีสมรรถนะตามค่าระดับความปลอดภัยที่ต้องการและมามาตรฐาน IEC 61508 ได้ถูกใช้งานเป็นมาตรฐานสำหรับฟังก์ชันนิรภัยพื้นฐานที่มีความเหมาะสมในการใช้งานกับอุตสาหกรรมที่กว้างขวาง รวมไปถึงอุตสาหกรรมต่างๆดังต่อไปนี้เช่น อุตสาหกรรมเคมี (Chemical) แท่นขุดเจาะน้ำมัน โรงกลั่นน้ำมัน (Refining)0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมาตรฐานจะให้คำจำกัดความของฟังก์ชันนิรภัยว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิรภัยโดยรวมที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ภายใต้การควบคุมและระบบควบคุมที่ขึ้นอยู่กับการทำงานที่ถูกต้องของระบบนิรภัยแบบ E/E/PEs มาตรฐานทางด้านเทคนิคครอบคลุมตั้งแต่ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีทางด้านนิรภัยที่เกี่ยวข้องและระบบนิรภัย

อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEC 61508 มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมาตรฐานนี้จะมีความจำเพาะในด้านความต้องการหรือข้อกำหนด ในความจริงแล้ว เมื่อผู้ใช้งานในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต เริ่มใช้งานมาตรฐาน IEC 61508 การตอบรับจะเป็นในรายละเอียดและมีวงกว้าง คำถามส่วนใหญ่เป็นค่าใช้จ่ายของการทำให้สอดคล้องกันของระบบสนับสนุนโดยรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการตอบรับนี้จึงถูกนำไปใช้พัฒนาเป็นมาตรฐาน IEC 61511

ดังนั้นเมื่อมาตรฐาน IEC 61511 อ้างอิงไปยังมาตรฐาน IEC 61508 ในส่วนของการเลือกอุปกรณ์และระบบย่อยในระบบนิรภัย จะหมายถึงการอ้างอิงในทั้งหมดของมาตรฐาน โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานทั้งสองได้ดังรูป 2.2



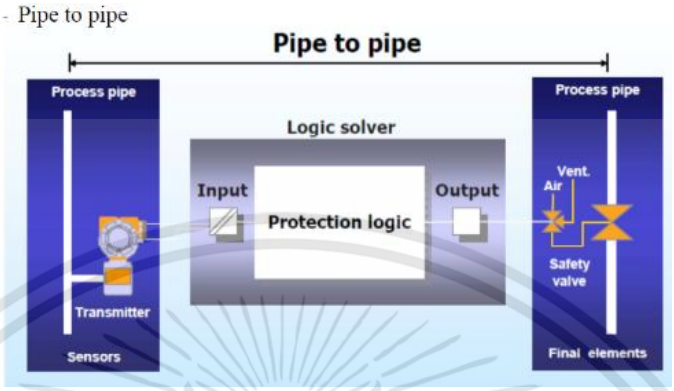
รูปที่ 2.2 มาตรฐาน IEC 61508 และ IEC 61511

ส่วนหลักที่มาตรฐาน IEC 61508 และมาตรฐาน IEC 61511 อ้างอิงจะใช้คำว่า การทำให้สอดคล้องกัน (In Accordance) นั่นคืออุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นส่วนของฟังก์ชันนิรภัยอาจจะถูกรับรองโดยองค์กรอิสระ (Third Party) ที่มีความชำนาญโดยเฉพาะดังเช่น TUV, FM, Exida แต่ละองค์กรที่ทำหน้าที่รับรอง ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือในการทดสอบและขั้นตอนการรับรองของตนเอง แต่เป็นไปตามกระบวนการพิสูจน์ข้อเท็จจริงว่าอุปกรณ์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์กระบวนการผลิตและขั้นตอนการควบคุมคุณภาพมีผลลัพธ์ที่ทำให้มีความสมบูรณ์ทางด้านนิรภัย (Safety Integrity) และเป็นไปตามความต้องการของมาตรฐาน IEC 61508

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย (SIF)

ในรูปที่ 2.3 แสดงหลักการของ Pipe to Pipe สำหรับฟังก์ชันความสมบูรณ์แบบด้านความปลอดภัยในการออกแบบ (SIF) และเพื่อที่จะหาระดับความปลอดภัย (SIL)



รูปที่ 2.3 ฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย (SIF)

$$PFD_{AVR} = PFD_{sensor} + PFD_{logic} + PFD_{final\ element} \quad (2.1)$$

หลักการของ Pipe to Pipe เป็นการหาความผิดพลาดอันตรายของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัยโดยการคำนวนจากอุปกรณ์เซนเซอร์ (sensors) ตรรกะ (logic solver) และอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (final element) เมื่อ

PFD_{AVG} = ผลรวมค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย

PFD_{sensor} = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ

PFD_{logic} = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของส่วนประมวลผล

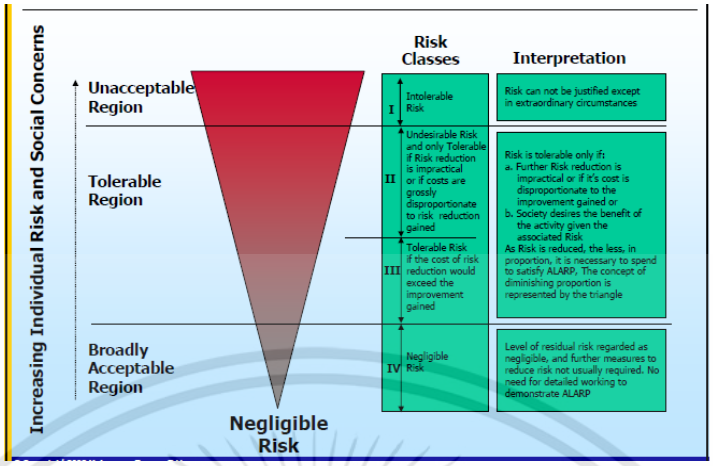
$PFD_{final\ element}$ = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของอุปกรณ์สุดท้าย

2.2.5 วิธีการหาค่าระดับความปลอดภัย (SIL Determination method)

ตามมาตรฐาน IEC 61508 ได้แสดงวิธีการการหาค่าระดับความปลอดภัยที่ต้องการโดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.1 วิธีการ As Low as Reasonably Practical methodology (ALARP)

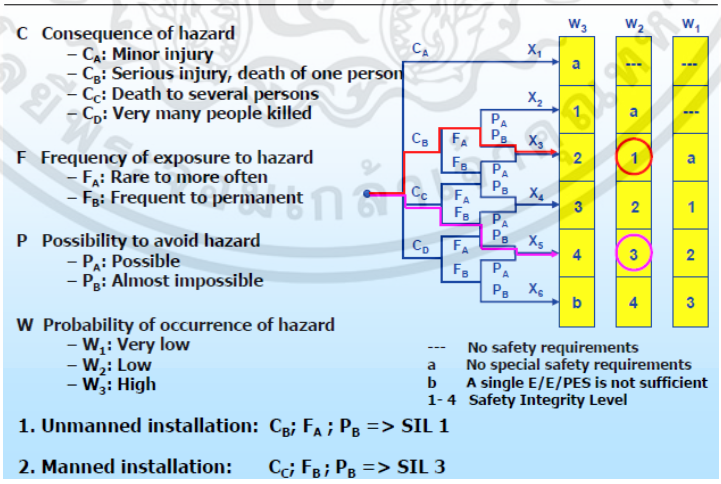


รูปที่ 2.4 หลักการ As Low as Reasonably Practical methodology (ALARP)

ALARP เป็นวิธีการหาความเสี่ยงที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะต่ำได้ อย่างสมเหตุสมผลและที่สามารถทำได้อาจจะยังไม่ถึงขั้นที่กำจัดความเสี่ยงไปได้ทั้งหมด แต่อยู่ในระดับที่ยอบรับได้และเป็นที่ตกลงกัน ว่าจะยอมให้ดำเนินการต่อไปได้ ALARP มักจะนิยมนำมาใช้ในการกำหนดเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตและความปลอดภัยในชีวิต

หลักการ ALARP ถือว่าความเสี่ยงไม่สามารถลดลงจนเป็นศูนย์ได้ในภาคปฏิบัติ และการลดระดับของความเสี่ยงก็มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาจจะอยู่ในรูปของเวลาที่สูญไป เงินงบประมาณที่จัดสรรคุณภาพที่ดีขึ้นหรือการเพิ่มภาระหน้าที่ [7]

2.2.5.2 วิธีการ Risk Graph methodology



รูปที่ 2.5 หลักการ Risk Graph methodology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟความเสี่ยงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยการที่ใช้รูปแบบกราฟความเสี่ยงที่ถูกปรับให้ใช้สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตทั่วไป นอกจากนั้นผู้ใช้งานสามารถนำไปปรับเทียบกับเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ด้วยตนเองโดยตัวแปรในกราฟความเสี่ยงที่ต้องพิจารณามีดังนี้

- ผลกระทบต่อชีวิต (Consequence) หรือตัวแปร “C”

- ระยะเวลาในบริเวณอันตราย (Frequency of exposure to hazard) หรือตัวแปร “F”

- การหลีกเลี่ยงบริเวณอันตราย (Probability of occurrence of hazard) หรือตัวแปร “P”

- ความที่ของเหตุการณ์ (Demand rate) หรือตัวแปร “W”

2.2.5.3 วิธีการ Risk Matrix methodology

Consequences			Demand Rate (time between demands)				
Health and Safety	Economics (Loss in €)	Environmental effect	Negligible Demand	> 20 years	4 - 20 years	0.5 - 4 years	0 - 0.5 years
Slight Injury or Health Effect	Slight < 10 k	Slight	-	-	a1	a2	a2
Minor Injury or Health Effect	Minor 10 k - 100 k	Minor	-	a1	a2	1	2
Major Injury or Health Effect	Medium 100 k - 1 M	Local	-	a2	1	2	3
1 – 3 Fatalities	Major 1 M - 10 M	Major	-	1	2	3	4 (x)
Multiple Fatalities	Extensive > 10 M	Massive	-	2	3	4 (x)	x

รูปที่ 2.6 หลักการ Risk Matrix methodology

วิธีการ Risk Matrix ใช้ประเมินความเสี่ยงจากตารางประกอบไปด้วยผลกระทบที่ตามมา (Consequence) และความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ (Demand Rate) ซึ่งประกอบไปด้วย

- ความปลอดภัยต่อชีวิต (Health and Safety)

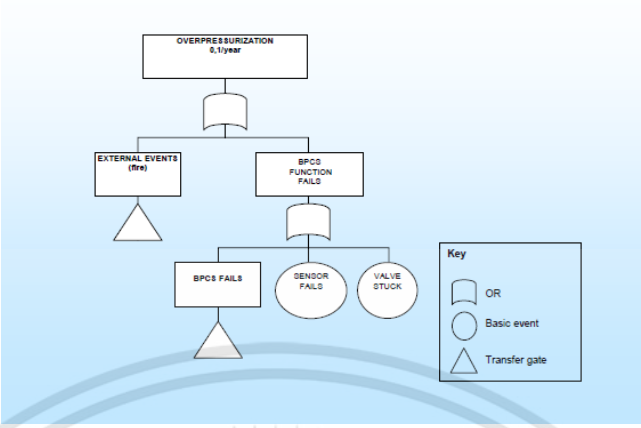
- ความเสียหายต่อทรัพสิน (Economics)

- ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Effect)

และตามมาตรฐาน IEC61511 ได้แสดงวิธีการการหาค่า SIL (Safety Integrity Level) ที่ต้องการมีวิธีการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

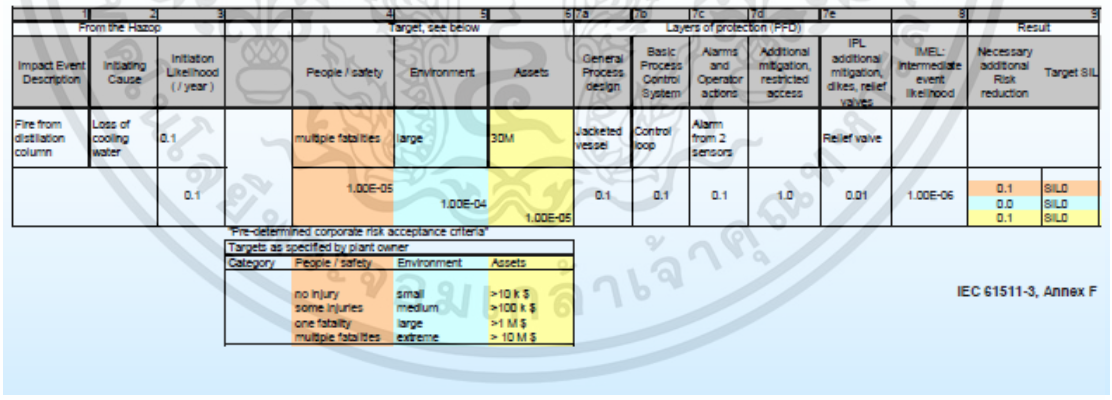
2.2.5.4 วิธีการ Fault Tree Analysis Methodology (FTA)



รูปที่ 2.7 หลักการ Fault Tree Analysis Methodology (FTA)

วิธีการ Fault Tree Analysis (FTA) ใช้ประเมินความเสี่ยง มีการถูกใช้งานอย่างกว้างทั่วไปกับอุตสาหกรรมมานานแล้ว จึงเหมาะสำหรับการคำนวณความถี่หรือความน่าจะเกิดแผนการโดยเฉพาะ การคำนวณสามารถทำด้วยมือ แต่เมื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีพร้อมให้ใช้งาน จึงทำให้สามารถจัดเตรียมวิธีการ Fault Tree Analysis เกือบส่วนใหญ่จึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เทคนิครูปภาพของ Fault Tree Analysis ช่วยให้มองแผนภาพความผิดพลาดได้ง่าย เมื่อความผิดพลาดจริงได้ถูกจัดทำขึ้น ทำให้สามารถประมาณรูปแบบที่ซับซ้อนได้

2.2.5.5 วิธีการ LOPA: Layers of Protection Analysis Methodology



1	2	3		4	5	6	7a	7b	7c	7d	7e	8	9	
From the Hazop				Target, see below			Layers of protection (PFD)						Result	
Impact Event Description	Initiating Cause	Initiation Likelihood (/ year)		People / safety	Environment	Assets	General Process design	Basic Process Control System	Alarms and Operator actions	Additional mitigation, restricted access	IPL additional mitigation, dikes, relief valves	IMEL: Intermediate event likelihood	Necessary additional Risk reduction	Target SIL
Fire from distillation column	Loss of cooling water	0.1		multiple fatalities	large	30M	Jacketed vessel	Control loop	Alarm from 2 sensors		Relief valve			
		0.1		1.00E-05	1.00E-04	1.00E-05	0.1	0.1	0.1	1.0	0.01	1.00E-06	0.1 0.0 0.1	SIL0 SIL0 SIL0

"Pre-determined corporate risk acceptance criteria"

Targets as specified by plant owner			
Category	People / safety	Environment	Assets
	no injury some injuries one fatality multiple fatalities	small medium large extreme	>10 k $ >100 k $ >1 M $ > 10 M $

IEC 61511-3, Annex F

รูปที่ 2.8 หลักการ Layers of Protection Analysis Methodology (LOPA)

การจัดเตรียมการวิเคราะห์ชั้นการป้องกันหรือ LOPA (Layer of Protection Analysis) เป็นหนึ่งในอีกหลายวิธีการสำหรับการคำนวณหาเป้าหมายค่า SIL ที่ต้องการ ใน LOPA สามารถคำนวณความถี่ของเหตุการณ์ที่อาจเป็นอันตรายโดยคูณความน่าจะเป็นของความล้มเหลวในความต้องการ (PFD) ของแต่ละชั้น จากความถี่ของเหตุการณ์เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณด้วยวิธี LOPA ที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมาจะมีการสมมุติฐานก่อนว่า แต่ละชั้นการป้องกันรวมถึงเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ สามารถตรวจสอบได้เฉพาะเจาะจง, มีความเป็นอิสระและเชื่อถือได้ การคำนวณจะใช้โอกาสประมาณ 20% จากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการจะมีความผิดพลาดในการตอบสนองได้อย่างถูกต้องและในเวลาเพื่อป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมา (PFD = 0.2) สมมุติฐานว่ามีโอกาสประมาณ 80% เป็นอัตราความสำเร็จในการตอบสนอง อาจดูเป็นค่าที่น่าสนใจ แต่การศึกษาได้แสดงให้เห็นความผิดพลาดของมนุษย์เป็นหนึ่งในสาเหตุชั้นนำของอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรม

ในทางกลับกันโอกาสประมาณ 80% ของอัตราความสำเร็จอาจจะดูสูง ถ้าพิจารณาสัญญาณเตือนความปลอดภัยสำคัญที่สุด มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในระหว่างเกิดความผิดปกติในกระบวนการผลิตหลัก ความท้าทายในการปรับปรุงการตอบสนองต่อสัญญาณเตือนโดยการพิจารณาจากตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

- ความเหนื่อยล้า

- ขาดการอบรมที่เหมาะสม

- จำนวนภาระงาน

- สภาพร่างกาย

- จำนวนสัญญาณเตือนเกินพิกัด

วิธีการ LOPA เป็นวิธีที่เริ่มจากจัดรายการความอันตรายจากกระบวนการผลิตทั้งหมด ตามการกำหนด HAZOP โดยการแสดงสาเหตุเริ่มต้น (Cause initiating) และชั้นการป้องกันหรือยับยั้งอันตรายซึ่งจะถูกวิเคราะห์ในรูปของ

- ผลกระทบ

- ประมาณความรุนแรงของผลกระทบ

- รายละเอียดของสาเหตุทั้งหมดทำให้ผลกระทบ

- ประมาณความถี่ของสาเหตุ

ผลลดความเสี่ยงทั้งหมด (Amount of risk reduction) สามารถถูกกำหนดขึ้นถ้ามีความต้องการเพิ่มค่าลดอัตราเสี่ยงวิธีการ LOPA ก็สามารถกำหนดค่า SIL ที่เหมาะสมกับฟังชั่นวัดคุมนิรภัยได้อย่างเหมาะสมจากวิธีการหาค่า SIL ค่า SIL จะมีอยู่ค่า 4 ระดับโดยที่ค่าระดับความปลอดภัยที่ 4 จะมีผลรวมค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายต่ำที่สุดและค่าระดับความปลอดภัยที่ 1 จะมีผลรวมค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายสูงที่สุด ค่าระดับความปลอดภัย หรือค่า SIL ซึ่งจะใช้แสดงค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดอันตรายของฟังก์ชันนิรภัยหรือค่า PFD_{avg} (Average Probability of Failure on Demand) ดังตารางที่ 2.1

SIL PERFORMANCE REQUIREMENTS

Demand mode of operation		
Savety integrity level (SIL)	Target average portability of failure on demand	Target risk reduction
4	$\geq 10^{-5}$ to $<10^{-4}$	>10,000 to ≤100,000
3	$\geq 10^{-4}$ to $<10^{-3}$	>1,000 to ≤10,000
2	$\geq 10^{-3}$ to $<10^{-2}$	>100 to ≤1,000
1	$\geq 10^{-2}$ to $<10^{-1}$	>10 to ≤100

ตารางที่ 2.1 ตารางค่าระดับความปลอดภัยที่อัตราการเกิดต่ำ (Low Demand Mode)

2.2.6 มาตรฐาน EEMUA 191 [4,5,6]

การทำงานของกระบวนการผลิตในปัจจุบันจะมีการควบคุมให้ทำงานใกล้กับจุดจำกัดของกระบวนการผลิตมากที่สุด เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดจากกระบวนการผลิต พร้อมกันนั้นในการควบคุมจะมีการใช้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ, เจ้าหน้าที่สนับสนุน และสัญญาณแจ้งเตือนที่น้อยลง ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาความปลอดภัยให้กับกระบวนการผลิต

กุญแจสำคัญในการเพิ่มการป้องกันความปลอดภัยให้กับกระบวนการผลิตนั้น ต้องทำการสร้างสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงานให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการมีความสามารถที่จะตรวจสอบวินิจฉัยและตอบสนองต่อสัญญาณเตือนอย่างเหมาะสมและทันต่อเวลาวิธีหนึ่งในการดำเนินการนี้จะนำข้อกำหนดและคำแนะนำจากมาตรฐาน EEMUA 191 มาตรฐานการบริหารจัดการระบบสัญญาณเตือน (Alarm Systems) สำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตและนำไปใช้งานร่วมกันระหว่างวิธีการประสานงานกับการบริหารจัดการสัญญาณเตือนและการออกแบบระบบวัดคุมนิรภัย

	Oil & Gas	Petrochem	Power	Other	EEMUA Best Practice	ISA Standard
Average Alarm per Day	1200	1500	2000	900	~ 150 - 300	~ 150 -300
Average Standing Alarms	50	100	65	35	< 10	< 5
Peak Alarm per 10 Minutes	220	180	350	180	<= 10	<= 10
Average Alarms over 10 Minutes Interval	6	9	8	5	~ 1.2	~ 1.2
Distribution (% Low/Medium/High)	25/40/35		25/40/35		80/15/5	80/15/5
	Actual				Recommended	

ตารางที่ 2.2 ตารางจำนวนสัญญาณเตือนที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับจำนวนที่แนะนำ

(Reality vs. Recommendations) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปในการออกแบบระบบการควบคุมกระบวนการจะไม่มีใครอยากถูกตำหนิในเรื่องที่ไม่ได้มีการจัดเตรียมสัญญาณเตือน จึงเป็นแรงจูงใจอย่างมากเพื่อที่จะสร้างและเปิดใช้งานสัญญาณเตือนทุกสภาพโดยระบบควบคุม ดังแสดงจำนวนสัญญาณเตือนที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับจำนวนที่แนะนำในตารางที่ 2.2 นี้ จึงทำให้ประสิทธิผลของผู้ปฏิบัติการในการตอบสนองต่อสัญญาณเตือนลดลงเมื่อเกิดสัญญาณเตือนขึ้น เนื่องจากสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- การเกิดสัญญาณเตือนเกินพิกัดในห้องควบคุม (Overload)

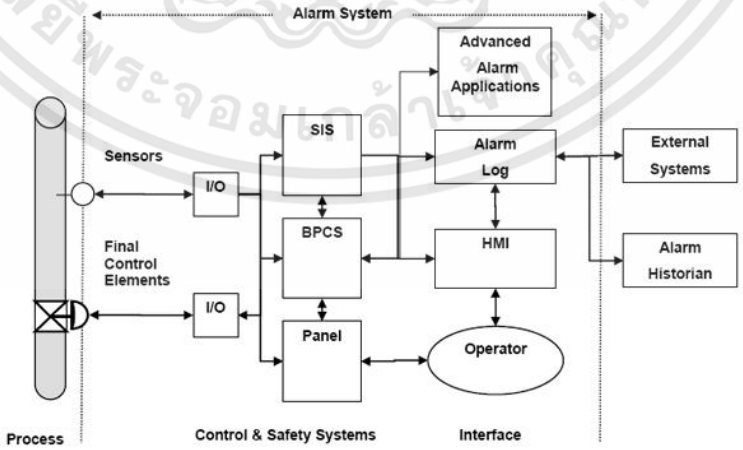
- สัญญาณเตือนภัยรำคาญ (Nuisance)

- สัญญาณเตือนมากเกินไป (Floods)

- จัดลำดับความสำคัญสัญญาณเตือนอย่างไม่ถูกต้อง (Incorrectly Prioritized)

EEMUA 191 เป็นมาตรฐานบริหารจัดการสัญญาณเตือน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการจัดการสัญญาณเตือนเพื่อช่วยให้กระบวนการผลิตทำงานอย่างปลอดภัยมากขึ้น มาตรฐานนี้ยังสามารถนำมาใช้งานร่วมกันกับวินัยในการบริหารสัญญาณเตือนและการออกแบบระบบความปลอดภัย ซึ่งต้องทำงานอย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันอุบัติเหตุในอนาคต ระบบสัญญาณเตือนถูกจัดเตรียมไว้เพื่อให้บริการแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานของสภาวะที่กระบวนการผลิตเกิดความผิดปกติ หรืออุปกรณ์ทำงานผิดปกติ รวมทั้งระบบควบคุมกระจายส่วนและระบบวัดคุมนิรภัย

ระบบสัญญาณเตือนยังรวมไปถึงการจดบันทึกสัญญาณเตือน (Alarm Log) และกลไกการสื่อสารข้อมูลสัญญาณเตือนให้ผู้ปฏิบัติการผ่านจอแสดงผลหรือ HMI มักจะเป็นหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือแผงแจ้งเตือน (Annunciator Panel) ยังมีฟังก์ชันอื่น ๆ นอกเหนือจากระบบสัญญาณเตือนที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบเตือนได้อีกมากรวมไปถึงการบันทึกประวัติของสัญญาณเตือน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ระบบสัญญาณเตือน [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณเตือนที่ดีช่วยให้ผู้ปฏิบัติการสามารถทำงานควบคุมกระบวนการให้ทำงานใกล้จุดที่เหมาะสมและทำให้กระบวนการทำงานได้อย่างปลอดภัย ขั้นตอนแรกในการออกแบบระบบดังกล่าวคือการกำหนดเกณฑ์ในการเตือนและเอกสารของกฎเกณฑ์สัญญาณเตือนโดยใช้คำจำกัดความดังต่อไปนี้

สัญญาณเตือน (Alarm) จะเป็นชนิดของเสียงและหรือวิธีการมองเห็นสำหรับการแจ้งเตือนต่อผู้ปฏิบัติการให้ทราบถึงการเกิดสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

-ความผิดปกติของอุปกรณ์

-ส่วนเบี่ยงเบนของกระบวนการ

-สภาวะผิดปกติที่ต้องได้รับการตอบสนองที่กำหนดไว้

การตอบสนองต่อสัญญาณเตือนดังกล่าวต้องเป็นไปตามเวลาอย่างเพียงพอที่จะต้องได้รับอนุญาตสำหรับผู้ปฏิบัติการ นอกจากนี้แต่ละสัญญาณเตือนควรมีการเตือน แจ้ง และให้คำแนะนำ แต่ละสัญญาณเตือนที่แจ้งเตือนให้กับผู้ปฏิบัติการควรมีประโยชน์และมีความเกี่ยวข้องกัน [EEMUA191] ซึ่งหมายความว่าถ้าการตอบสนองจากผู้ปฏิบัติการไม่มีความจำเป็นก็แสดงว่าไม่ควรมีสัญญาณเตือนนั้น

กฎเกณฑ์สัญญาณเตือนที่กำหนดมาตรฐานสำหรับวิธีการที่จะแสดงทุกด้านของการบริหารจัดการสัญญาณเตือน รวมทั้งการออกแบบการดำเนินงานและการบำรุงรักษา มีความหมายถึงข้อกำหนด/เกณฑ์ในการกำหนดสิ่งที่ควรจะเป็นสัญญาณเตือน

นอกเหนือจากนั้นจะเป็นกฎเกณฑ์ในการหาเหตุผลดังเช่นวิธีจัดลำดับความสำคัญสัญญาณเตือน, ตรวจสอบค่ากำหนดสัญญาณเตือนและการแยกประเภท เอกสารกฎเกณฑ์สัญญาณเตือนจะต้องอยู่ในสถานะพร้อมที่จะใช้งาน ก่อนจะเริ่มดำเนินการจัดการสัญญาณเตือนด้วยหลักแห่งเหตุผล

2.6.1 การกำหนดลำดับความสำคัญ [4]

การจัดการสัญญาณเตือนคือการประยุกต์ใช้ปัจจัยมนุษย์ร่วมกับวิศวกรรมเครื่องมือและระบบคิดในการจัดการการออกแบบระบบเตือนภัยเพื่อเพิ่มการใช้งาน บ่อยที่สุดปัญหาการใช้งานที่สำคัญคือมีการแจ้งเตือนมากเกินไปที่ระบุไว้ในโรงงาน สัญญาณเตือนในระบบการควบคุมกระบวนการจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการช่วยให้ผู้ปฏิบัติการสามารถควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดหรือเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิตด้วยความปลอดภัย นอกจากนั้นแล้วสัญญาณเตือนยังถูกใช้เป็นชั้นการป้องกันในระบบป้องกันอันตรายของกระบวนการอีกชนิดหนึ่ง

จากความสำคัญของระบบสัญญาณเตือนจะเห็นได้ว่าถ้ามีการออกแบบระบบสัญญาณเตือนภัยที่ไม่ดีก็จะเป็นสาเหตุทำให้ผู้ปฏิบัติการพลาดจากสัญญาณเตือนที่สำคัญ หรืออาจจะตอบสนองอย่างไม่ถูกต้องซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจจะนำไปสู่สิ่งต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระบวนการผลิตหยุดทำงาน (Shutdowns) โดยไม่ได้วางแผน

- ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง

- เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินหรือผลิตภัณฑ์

การตอบสนองต่อสัญญาณเตือนดังกล่าวต้องเป็นไปตามเวลาอย่างเพียงพอที่จะต้องได้รับอนุญาตสำหรับผู้ปฏิบัติการ นอกจากนี้แต่ละสัญญาณเตือนควรมีการเตือนแจ้งและให้คำแนะนำ แต่ละสัญญาณเตือนที่แจ้งเตือนให้กับผู้ปฏิบัติการควรมีประโยชน์และมีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งหมายความว่าถ้าการตอบสนองจากผู้ปฏิบัติการไม่มีความจำเป็นก็แสดงว่าไม่ควรมีสัญญาณเตือนนั้น

ลำดับความสำคัญของสัญญาณเตือนจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติการสามารถกำหนดได้ว่าจะตอบสนองต่อสัญญาณเตือนใดเป็นลำดับแรกและเป็นความสำคัญต่อการควบคุมกระบวนการให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการทำงาน โดยทั่วเป็นสิ่งปกติที่จะแบ่งลำดับความสำคัญของสัญญาณเตือนออกเป็นสี่หรือห้าระดับที่มีลำดับความสำคัญเป็นดังนี้

- เหตุฉุกเฉินหรือจุดวิกฤติ (Critical)

- ความสำคัญสูง (Most Urgent)

- ความสำคัญปานกลาง (Medium)

- ความสำคัญต่ำ (Least Urgent)

- ไม่มีความสำคัญ (Event Logging)

Alarm Priority	Alarm Level	Occurrence
1 HIGHEST PRIORITY	Critical	About 20 altogether, no more than 40 total (per operator console)
2	Most Urgent	2% to 10%
3	Medium	15% to 25%
4	Least Urgent	65% to 80%
5 LOWEST PRIORITY	Event Logging/Journal	100%

ตาราง 2.3 ตารางแบ่งลำดับความสำคัญของสัญญาณเตือน

2.6.2 ความสำคัญการดำเนินงาน (Operational Priority)

ความสำคัญการดำเนินงานช่วยในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อการออกแบบลำดับความสำคัญของการเตือนภัยตามลำดับความสำคัญตามลำดับต่อมาตรฐาน EEMUA191

1st ความสำคัญ: ผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัย

2nd ความสำคัญ: ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3rd ความสำคัญ: ผลกระทบทางการเงิน

4th ความสำคัญ: คุณภาพ

5th ความสำคัญ: ประสิทธิภาพ

เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการตอบสนองจากผู้ปฏิบัติการ ลำดับความสำคัญจะถูกกำหนดโดยการวิเคราะห์ปัจจัยสองประการคือ

1.ความรุนแรงของผลกระทบของการไม่ตอบสนอง

2.ความเร่งด่วนที่ต้องการในการตอบสนอง

ตามมาตรฐาน EEMUA 191 ในการจัดลำดับความสำคัญเลือกจากลำดับความสำคัญสูงสุดจากความปลอดภัยผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ทางการเงิน คุณภาพ และประสิทธิภาพ เป็นอย่างสุดท้ายเมื่อการจัดลำดับความสำคัญดังตารางที่ 2.3

Consequence of Inaction				
Impact Area	Consequence category 1 (none)	Consequence category 2 (minor)	Consequence category 3 (major)	Consequence category 4 (severe)
Personnel	None	Minor or no injury, no lost time	One or More severe injury (s)	
Environmental	None	Minor	Release which result in agency notification, permit violation or fire	Significant release with serious outside impact
Financial	None	Impact to equipment or production < $ 50,000	Impact to equipment or production $ 50,000 to $ 500,000	Impact to equipment or production > $ 500,000
Operator urgency (Time available to respond)				
Not urgent (> 30 Min)	No Alarm	Re-engineer the alarm for urgency		
Prompt (15 - 30 Min)	No Alarm	Low	Low	Medium
Rapid (5 - 15 min)	No Alarm	Low	Medium	High
Immediate (< 5 min)	No Alarm	Medium	High	Critical

ตาราง 2.4 ตัวอย่างตารางการวิเคราะห์

2.6.3 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการเตือนภัย (Alarm Performance KPIs)

ตามมาตรฐาน EEMUA 191 แนะนำตัวชี้วัดหลักสาม KPIs บนพื้นฐานต่อผู้ปฏิบัติงานในระยะเวลา 10 นาทีโดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 2.4 และ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Long term average alarm rate in steady operation	Acceptability
More than one per minute	Very likely to be unacceptable
One per 2 minutes	Likely to be over-demanding (industry average in HSE survey)
One per 5 minutes	Manageable
Less than one per 10 minutes	Very likely to be acceptable

ตาราง 2.5 ตารางแบ่งลำดับอัตราการเตือนภัยโดยเฉลี่ย

1.อัตราการเตือนภัยโดยเฉลี่ย (Average Alarm Rate)

- มากกว่า 1 ต่อช่วงเวลา 1 นาที: ไม่ยอมรับ

- 1 ต่อช่วงเวลา 2 นาที: เกินความต้องการ

- 1 ต่อช่วงเวลา 5 นาที: สามารถจัดการได้

- น้อยกว่า 1 ต่อช่วงเวลา 10 นาที: ยอมรับได้

Number of alarms displayed in 10 minutes following a major plant upset.	Acceptability
More than 100	Definitely excessive and very likely to lead to the operator abandoning use of the system
20 – 100	Hard to cope with
Under 10	Should be manageable – but may be difficult if several of the alarms require a complex operator response.

ตาราง 2.6 ตารางแบ่งลำดับอัตราการเตือนภัยสูงสุดที่ยอมรับ

2.อัตราการเตือนภัยสูงสุด (Maximum Alarm rate)

- มากกว่า 100: มากเกินไปและไม่มีประโยชน์

- 100 - 20: ยากที่จะรับมือ

- ต่ำกว่า 10: จัดการได้

3.เปอร์เซ็นต์ของเวลาอัตราการเตือนภัยอยู่นอกเป้าหมายที่ยอมรับได้ (% of time Alarm rates are outside of acceptability target)

ถ้าอัตราการเตือนภัยไม่ซับซ้อนการเตือนภัยที่ยาวนาน (Long-standing alarms): ควรน้อยกว่า 10 (น้อยกว่า 30 ชั้น) เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมงเมื่อมีการเตือนมากกว่า 30 ครั้ง

- มากกว่า 50%: ไม่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 50 - 25%: ยากที่จะรับมือ

- ต่ำกว่า 5%: สามารถจัดการได้

การระบุประสิทธิภาพตามสภาพและการกำหนดเป้าหมายประสิทธิภาพที่จะบรรลุพารามิเตอร์ที่จะประเมินระดับการยอมรับของผู้ปฏิบัติงาน KPI เตือนภัยส่วนต่อประสานผู้ปฏิบัติงานฟังก์ชั่นระบบเตือนภัยกระบวนการมีอยู่ 5 ระดับดังตารางที่ 2.4 ประกอบด้วย

Performance Levels	Typical KPIs	Typical Focus for Further Improvement
	1) Av. alarms/10min 2) Max alarms/10min 3) % hrs more than 30alarms	
1 Overloaded	> 100 > 1000 > 50%	Establish a site-specific alarm philosophy document Establish a well-defined change control process for alarms, linked to the agreed alarm philosophy Analyze alarm journals to identify 'bad actors' and address these as a priority Invest in software/hardware for electronic alarm journal archiving Survey alarm tuning parameters (dead-band, etc.) and implement generic improvement Establish minimum (e.g. paper-based) control mechanism for alarms disabled by the operator Improve alarm representation on process schematics, particularly for critical alarms
2 Reactive	100 > X > 10 > 1000 50% > X > 25%	Reinforce alarm management philosophy and ensure wide adoption Establish automated analysis and delivery of alarms system performance metrics (together with a 'bad actors' list) Implement grouping of alarms with an identical operator action, and discrepancy alarming to associated actions Carry out basic alarm rationalization to reduce the content of the alarm system to only what is meaningful (as determined by the site alarm management philosophy) and identify the correct alarm setpoints Implement software alarm shelving to support control of alarms displayed by the operator
3 Stable	10 > X > 1 1000 > X > 100 25% > X > 5%	Implement automatic dynamic alarm management for logical blocks of alarms Improve usability of manually-initiate alarm masking features Implement adaptive alarm tuning, e.g. to automatically suppress bouncing alarms Integrate the alarm response manual into the DCS alarm system interface Implement model-based multivariable alarming to provide early warning and avoid multiple single variable alarms
4 Robust	10 > X > 1 100 > X > 10 5% > X > 1%	Implement automatic event diagnosis, combining pattern matching with surveillance of analogue variables in order to diagnose critical vents that give rise to multiple alarms Implement advanced alarm filtering, to remove predictable secondary alarms Implement procedure monitors, to provide procedural support during critical operations, including identification of 'the next most important alarm/action' relevant to this task Implement model-based intelligent operator support system both (a) for individual alarms and (b) to guide the operator towards proactive intervention during normal operation rather than replying on reaction to alarms towards the edge of the operating envelope
5 Predictive	< 1 < 10 < 1%	Not Applicable – this represents the best level of performance for currently available operator/DCS technologies

ตาราง 2.7 ตารางตัวชี้วัดประสิทธิภาพการเตือนภัย (Alarm System Performances)

ระดับ 1 (โอเวอร์โหลด): ระบบเตือนภัยไม่ทำงาน

ระดับ 2 (โต้ตอบ): ระบบเตือนภัยทำงานระหว่างการทำงานปกติ การเตือนภัยปัจเจกบุคคลไม่ได้รวมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ 3 (เสถียร): ระบบเตือนภัยมีความน่าเชื่อถือในระหว่างการทำงานปกติการเตือนภัยทั้งหมดมีความหมายและชัดเจน

ระดับ 4 (แข็งแกร่ง): ระบบเตือนภัยมีความน่าเชื่อถือโดยที่โรงงานใม่อัพเซทผู้ประกอบการมีความมั่นใจสูงต่อระบบ

ระดับที่ 5 (ทำนาย): ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการได้โดยที่โรงงานใม่อัพเซทหรือผลกระทบของอัพเซทของโรงงานเกิดขึ้นน้อยที่สุด

โดยที่ระดับประสิทธิภาพ (performance level) ของระดับ TYPICAL KPI ของระบบระบบป้องกันความดันสูงควรอยู่ระดับระดับ 3 (เสถียร) ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

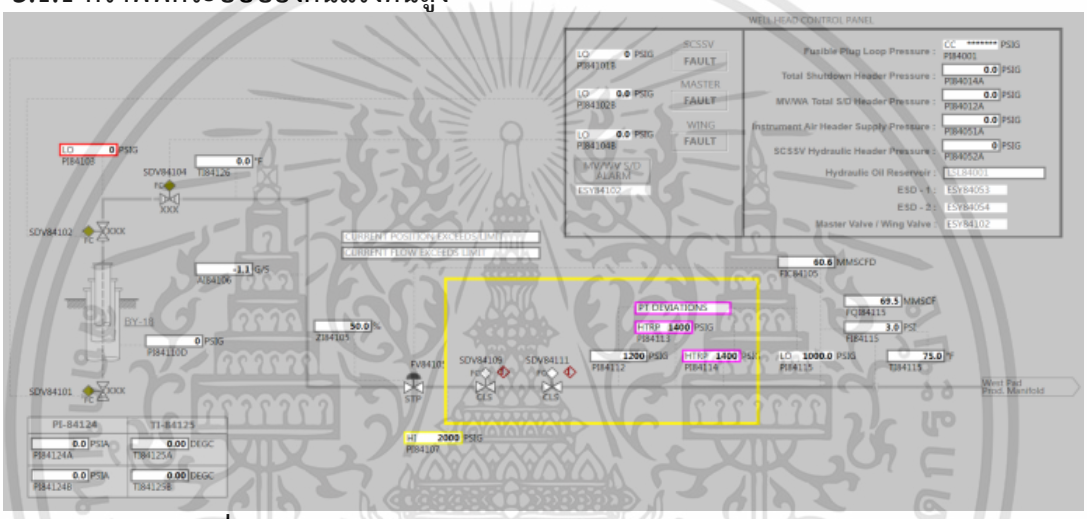
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยในหัวข้อการการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูงสามารถแบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 จำลองระบบป้องกันแรงดันสูง

ในขั้นตอนการสร้างกราฟฟิค และการเขียนโปรแกรม ในการจำลองระบบป้องกันความดันสูง (HIPPS) เพื่อที่จะได้ใช้ในการเฝ้าดูเวลาเกิดความผิดปกติในกระบวนการผลิต

3.1.1 กราฟฟิคระบบป้องกันแรงดันสูง

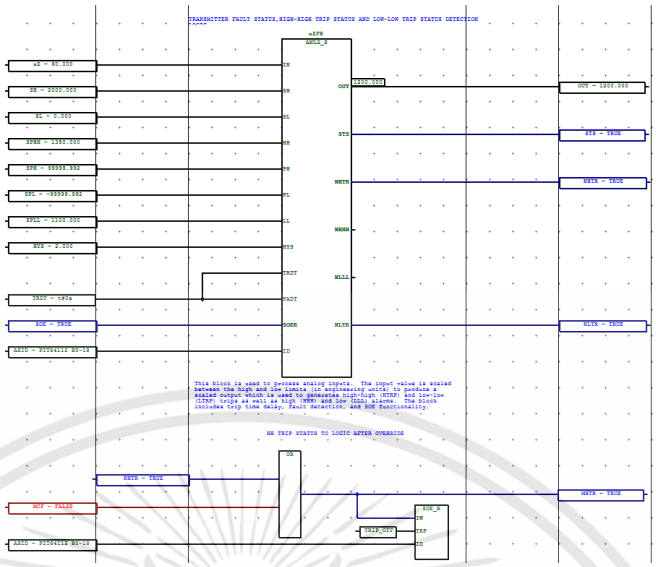


รูปที่ 3.1 กราฟฟิคระบบหลุมผลิต (Graphic Wellhead HIPPS system)

จากรูปที่ 3.1 จะการดำเนินงานในการจำลองกราฟฟิคในการมอนิเตอร์ของระบบป้องกันความดันสูง (HIPPS) เพื่อที่จะได้จำลองเหตุการเวลาเกิดความผิดปกติของกระบวนการผลิต เพื่อที่จะได้สังเกตุระบบการเตือนภัยที่เราได้แบ่งระดับความสำคัญว่ามีประสิทธิภาพในการจัดการ โดยเราจะใช้ระบบความคุมแบบกระจายส่วนของบริษัทโยโกกาว่าในการวาดระบบหลุมผลิตสำหรับการดำเนินงานโดยส่วนของระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) อุปกรณ์วัดแรงดันก๊าซ PT-84112, PT-84113 และ PT-841124 จะติดตั้งอยู่เพื่อวัดความดันก๊าซธรรมชาติจากหลุมผลิต (โหวตเป็น 2oo3) ระบบ SIS ตรรกะสำหรับ HIPPS เมื่อได้รับการวัดความดันที่ทริกเกอร์จุดตั้งความดันสูงส่งสัญญาณปิดการทำงานโดยเอาท์พุทดิจิตอล 2 เอาต์พุทไปยังวาล์ว SDV84109 และ SDV84111 แต่ละตัวเพื่อปิดการทำงาน ซึ่งในการวิจัยนี้เราจำลองกราฟฟิคทั้งหมด 8 หลุมขุดเจาะน้ำมันประกอบด้วย ระบบหลุมผลิต BY-18 ,19 ,20 ,21 ,22 , 23 ,YY และ ZZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 โปรแกรม (Program)



รูปที่ 3.2 โปรแกรม Prosafe-RS (YOKOGAWA)

จากรูปที่ 3.2 ในส่วนของโปรแกรมจะการดำเนินงานในการเขียนในการทำฟังก์ชั่นการทำงานของระบบป้องกันความดันสูงในการวิจัยเราใช้โปรแกรม Prosafe-RS ของของบริษัทโยโกกาว่าในการเขียนฟังก์ชั่นในการทำงานของระบบป้องกันความดันสูง โดยฟังชั่นจะทำงานเมื่อเครื่องมือวัดความดัน (Pressure transmitter) ตรวจจับความดันระดับสูงมาก (High Trip) เครื่องมือวัดความดันทั้ง 3 ตัว จะทำการโหวต 2 ใน 3ตัว ในตรวจจับความดันระดับสูงมากเมื่อตรวจพบจะทำการสั่งปิดอุปกรณ์วาล์ว (shutdown valve) เพื่อที่จะทำการปิดวาล์ว 2 ตัวในการป้องกันอันตรายที่จะตามมากับการศูนย์เสียที่เกิดขึ้นทั้งผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัยผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและผลกระทบทางการเงิน ซึ่งเนื้อหาในส่วนของโปรแกรมจะกล่าวโดยละเอียดในบทต่อไปโดยประกอบไปด้วยการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบกระจายส่วนและระบบควบคุมความปลอดภัยร่วมกับระบบการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธี Risk Matrix Methodology

Consequences			Demand Rate (time between demands)				
Health and Safety	Economics (Loss in €)	Environmental effect	Negligible Demand	> 20 years	4 - 20 years	0.5 - 4 years	0 - 0.5 years
Slight Injury or Health Effect	Slight < 10 k	Slight	-	-	a1	a2	a2
Minor Injury or Health Effect	Minor 10 k - 100 k	Minor	-	a1	a2	1	2
Major Injury or Health Effect	Medium 100 k - 1 M	Local	-	a2	1	2	3
1 – 3 Fatalities	Major 1 M - 10 M	Major	-	1	2	3	4 (x)
Multiple Fatalities	Extensive > 10 M	Massive	-	2	3	4 (x)	x

รูปที่ 3.3 กราฟ Risk Matrix Methodology

ในการทดลองเราใช้หลักการ Risk Matrix ในประเมินความเสี่ยงจากตารางประกอบไปด้วยผลกระทบที่ตามมา (Consequence) และความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ (Demand Rate) ซึ่งประกอบไปด้วย

- ความปลอดภัยต่อชีวิต (Health and Safety)

เราประเมินความเสี่ยงโดยการเลือกผลกระทบที่ตามมาต่อความปลอดภัยต่อชีวิตสูญเสียเวลา, ความพิการถาวรเป็นจำนวนมาก

- ความเสียหายต่อทรัพสิน (Economics)

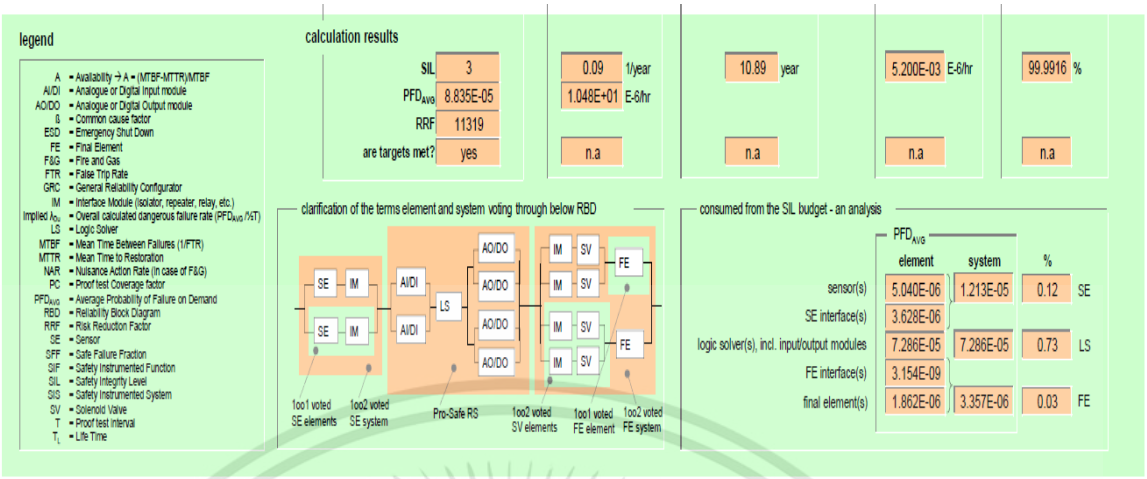
เราประเมินความเสี่ยงโดยการเลือกผลกระทบที่ตามมาต่อความเสียหายต่อทรัพสินเป็นจำนวนมากกว่า 10 ล้านบาทต่อความเสียหาย

- ความเสียหายต่อสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม (Public or Environment Effect)

เราประเมินความเสี่ยงโดยการเลือกผลกระทบที่ตามมาต่อความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมขั้นร้ายแรงต่อการเกิดการณ์ขึ้น 1 ครั้ง ซึ่งในการวิจัยต้องเลือกใช้ผลกระทบและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ให้ได้ค่าระดับความปลอดภัย SIL ระดับ 3 ขึ้นไปเพราะว่าระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) ต้องการค่าระดับความปลอดภัยระดับ 3 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หาค่า PFD_{AVR} เพื่อที่จะได้ค่า SIL



รูปที่ 3.4 โปรแกรมคำนวนค่าระดับความปลอดภัย

สำหรับกรณีศึกษาในวิยานิพนธ์เราใช้โปรแกรมคำนวนค่าระดับความปลอดภัย (Program calculator SIL) ของบริษัท Yokogawa ในการตั้งค่าเลือกอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5 ประกอบไปด้วยอุปกรณ์วัดความดันของบริษัท Honeywell รุ่น ST3000 สำหรับตัวเซ็นเซอร์อินเตอร์เฟสโมดูลเราใช้ isolators barrier ยี่ห้อ MTL รุ่น MTL4541 เพื่อใช้กับสัญญาณอนาล็อกอินพุตและสำหรับตัวไฟนอลอินเตอร์เฟสโมดูลเราใช้ยี่ห้อ MTL ทั้งตัวอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ (Surge Protector) รุ่น IOP32 และตัว isolators barrier รุ่น MTL5025 ส่วนสำหรับอุปกรณ์ตัวสุดท้ายที่ส่งคำสั่งไปปิดตัวยังวาล์วใช้ตัว DVG Automation Pneumatic Actuator โดยใช้ Series BYPS

module make and name	module type	IEC 61508 type (A/B)	digital device (D)	failure rates per circuit (E-6/hr) λ_{sd}	λ_{su}	λ_{dd}	λ_{du}	SFF (%)	diag-nostics enabled (yes/no)	SIF element voting
Sensors										
Honeywell P Transmitter	ST3000	B		4.933E-01	0.000E+00	0.000E+00	4.000E-02	92.50	yes	2oo3
Sensor Interface Modules										
MTL AI Isolator	MTL4541/5541	A		2.050E-01	0.000E+00	3.780E-01	2.900E-02	95.26	yes	2oo3
Final Element Interface Modules										
MTL DO Surge Protector	IOP32/-D/HC32	A	D	1.750E-02	5.500E-03	0.000E+00	0.000E+00	n.a.	yes	1oo2
MTL DO Isolator	MTL5025	A	D	7.530E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.000E-05	100.00	no	1oo2
Final Elements										
DVG Automation Pneumatic Actuator	BYPS Series	A	D	4.670E-01	0.000E+00	2.360E-02	5.900E-03	98.81	yes	1oo2

รูปที่ 3.5 การเลือกอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะกับค่าระดับความปลอดภัย

$$PFD_{AVG} = PFD_{sensor} + PFDlogic + PFDfinal_{element} \quad (3.1)$$

เมื่อ

PFD_{AVG} = ผลรวมค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย

PFD_{sensor} = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของอุปกรณ์ส่งสัญญาณ

PFD_{logic} = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของส่วนประมวลผล

$PFD_{final\ element}$ = ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของอุปกรณ์สุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (3.1)

$PFD_{HIPPS-18} = 5.040E^{-06}_{(Sensor)} + 3.628E^{-06}_{(SE\ Interface)} + 7.286E^{-05}_{(LS)} + 3.154E^{-09}_{(FE\ Interface)} + 1.862E^{-06}_{(Final\ Element)}$

$PFD_{HIPPS-18} = 8.835E^{-05}$ => SIL 3

จากการหาค่าผลรวมค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอันตรายของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย เราสามารถเลือกอุปกรณ์ตามหลักการหาค่าของระดับความปลอดภัยแล้วได้ค่าระดับ 3 ตามความเหมาะสมที่จะใช้ในระบบป้องกันแรงดันสูง

3.4 ใช้มาตรฐาน EEMUA191 และค่าระดับของ SIL แบ่งระดับความสำคัญของระบบการเตือนภัย

SIL	Alarm priority	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	Personnel Safety	Severe
3	Most Urgent/Critical	Public or Environment	Major
2	Low/Medium	Plant damage\loss of operation\Loss of Production	Minor
1	Least Urgent	Efficiency	
NA	Journal		

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์การเตือนภัย (Alarm Object Analysis)

จากมาตรฐาน EEMUA 191 เราให้น้ำหนักความสำคัญต่อผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัยเป็นอันดับแรก ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมหรือสาธารณะเป็นอันดับสองและผลกระทบทางการเงินความสำคัญต่อคุณภาพหรือผลิตภัณฑ์เป็นอันดับที่ 3 และสุดท้ายให้ประสิทธิภาพเป็นอันดับสุดท้ายโดยการแบ่งลำดับความสำคัญการเตือนภัยให้สอดคล้องต่อผลกระทบดังตารางที่ 3.1

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	< 3 Mins	Personnel Safety	Severe
3	Most Urgent/Critical	3 - 10 Mins	Public or Environment	Major
2	Low/Medium	3- 30 Mins	Plant damage\loss of operation\Loss of Production	Minor
1	Least Urgent	10 - 30 Mins	Efficiency	
NA	Journal	>30 Mins		

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์การเตือนภัย (Parameter Alarm Object Analysis)

ในตารางที่ 3.2 เราจะใช้มาตรฐาน EEMUA 191 ในการแบ่งโดยให้เวลาตอบสนองต่อการจัดการระบบเตือนภัยจากตารางที่ 3.1 โดยให้น้ำหนักความสำคัญต่อผลกระทบถ้าผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัยเราจะให้เวลาตอบสนองน้อยที่สุด และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมหรือสาธารณะเป็นอันดับสองต่อเวลาตอบสนองช่วงเวลา 3-10 นาทีและผลกระทบทางการเงินความสำคัญต่อคุณภาพหรือผลิตภัณฑ์เป็นอันดับสามต่อเวลาตอบสนองช่วงเวลา 3-30 นาทีและให้ความสำคัญประสิทธิภาพเป็นอันดับสุดท้าย

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	Urgent	Safety	Very large
3	Hight/Critical	Quick	Environment	Large
2	Low/Medium	Routine	Financial	Medium
1	Least Urgent			Small
NA	Logging			

ตารางที่ 3.3 ตารางพารามิเตอร์ในระบบ CAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางที่ 3.3 เราจะนำค่าต่างๆในตารางที่ 3.1 และ 3.2 มาทำให้เข้ากันโดยค่าระดับความปลอดภัยในระดับที่ 4 เราให้น้ำหนักลำดับความสำคัญจุดวิกฤติ (Critical) และเวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบเร่งด่วนและผลกระทบต่อบุคลากรด้านความปลอดภัยมีผลกระทบมากที่สุด ส่วนอันดับถัดมาค่าระดับความปลอดภัยในระดับที่ 3 เราให้น้ำหนักลำดับความสำคัญจุดวิกฤติ (Critical) หรือระดับความสำคัญสูง (high) มีผลกระทบต่อบุสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อมและเวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบร็วดเร็ว ส่วนค่าระดับความปลอดภัยในระดับที่ 2 เราให้น้ำหนักลำดับความสำคัญปานกลาง (Medium) หรือระดับความสำคัญต่ำ (Low) มีผลกระทบต่อทางการเงินและเวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบเรันไทม์

3.5 สรุปผลการวิธีการดำเนินงานวิจัย

จากตารางที่ 3.4 โดยเราใช้สีในการเกิดเหตุการณ์แทนลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูงเราแบ่งระบบการเตือนภัยเป็น 5 ระดับเพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรม CAMS โดยมีความสำคัญคือระดับวิกฤติ สูง กลาง ต่ำ และไม่มีความสำคัญ โดยใช้สีในการเกิดเหตุการณ์โดยใช้สี สีม่วงกับผลกระทบที่ตามมาความปลอดภัยต่อชีวิต เวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบเร่งด่วนและค่าระดับของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัยต้องมากกว่า 3 ขึ้นไป ใช้สีแดงกับความเสียหายต่อสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม เวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบรวดเร็วค่าระดับของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัยเท่ากับ 2 และใช้สีเหลืองต่อความเสียหายต่อทรัพสิน เวลาที่ต้องใช้จัดการเป็นแบบเรันไทม์ค่าระดับของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัยเท่ากับ 1 และสุดท้ายไม่มีความสำคัญเราใช้สีเทาและไม่ต้องการค่าระดับของฟังก์ชันวัดคุมนิรภัย

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity	Color
> 3	Hight/Critical	Urgent	Safety	Large/Very large	Magenta
2	Medium	Quick	Environment	Medium	Red
1	Least Urgent	Routine	Financial	Small	Yellow
NA	Logging				Gray

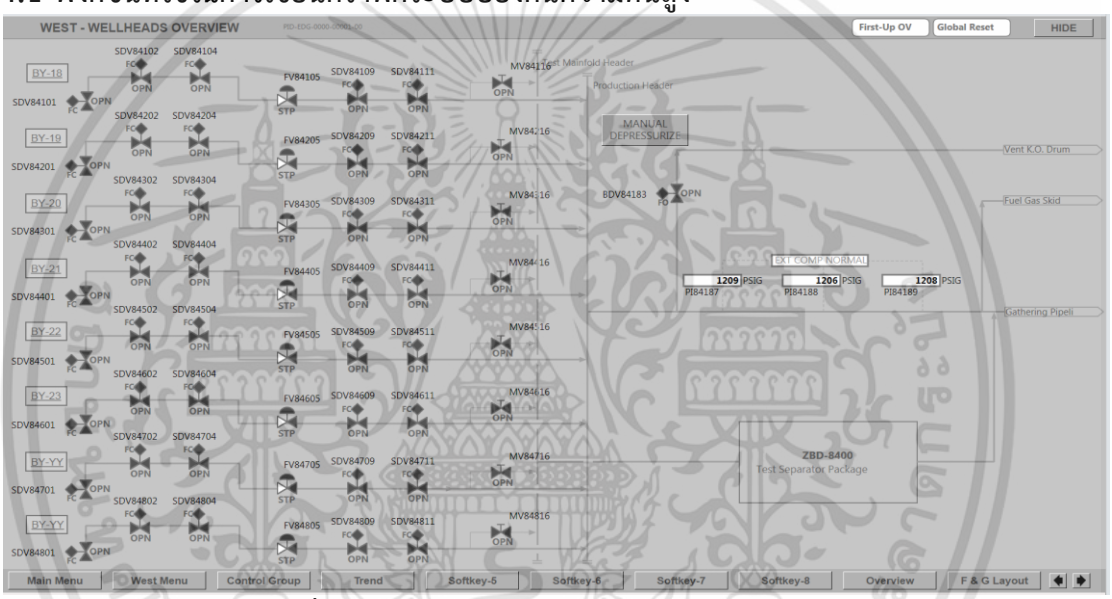
ตารางที่ 3.4 การกำหนดค่าการเตือนภัยให้เข้ากับโปรแกรม CAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนและระบบความปลอดภัยร่วมกับระบบการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย

ในการทำวิจัยนี้ได้เมื่อทำการเขียนกราฟิกระบบป้องกันความดันสูงบนระบบวัดคุมนิรภัยได้และได้ทำการทดสอบความสามารถด้านต่างๆโดยใช้โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัยโดยมีผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

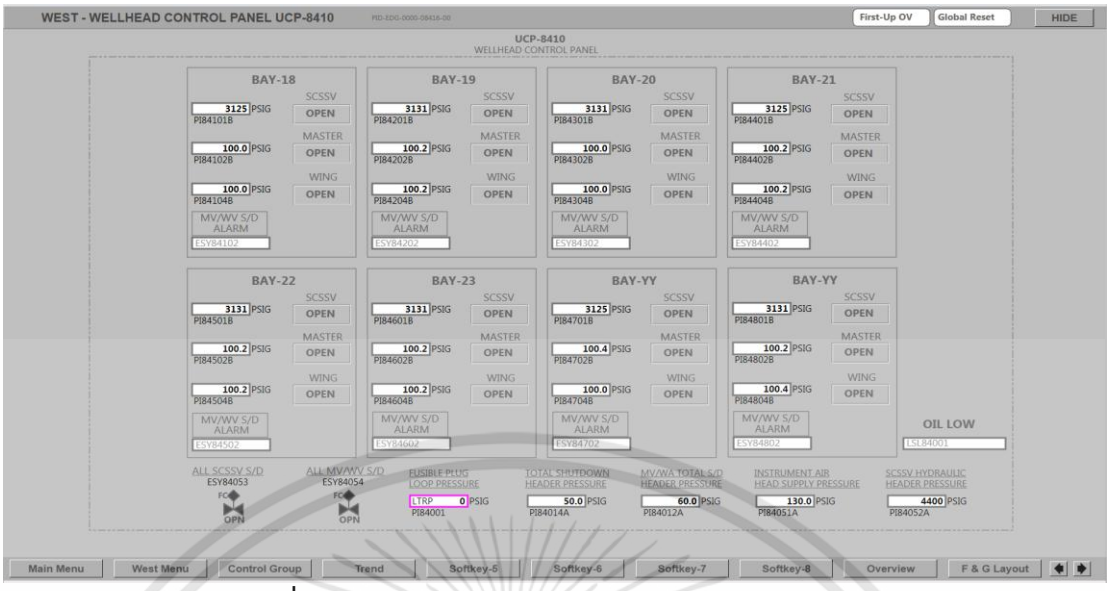
4.1 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการเขียนกราฟิกระบบป้องกันความดันสูง



รูปที่ 4.1 ภาพรวมของหลุมผลิต (Wellhead Overview)

จากรูปเป็นภาพตัวอย่างภาพรวมของหลุมผลิตหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติประกอบด้วย 8 หลุมโดยจะมีหลุมที่ 18,19,20,21,22,23,YY,ZZ โดยแต่ละหลุมประกอบด้วยระบบป้องกันแรงดันสูงในแต่ละหลุมโดยแต่ละหลุมจะมีการป้องกันเวลาก๊าซธรรมชาติเข้ามาเกินแรงดันที่กำหนดไว้ระบบก็จะสั่งปิดวาลว์เพื่อป้องกันผกระทบที่จะตามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



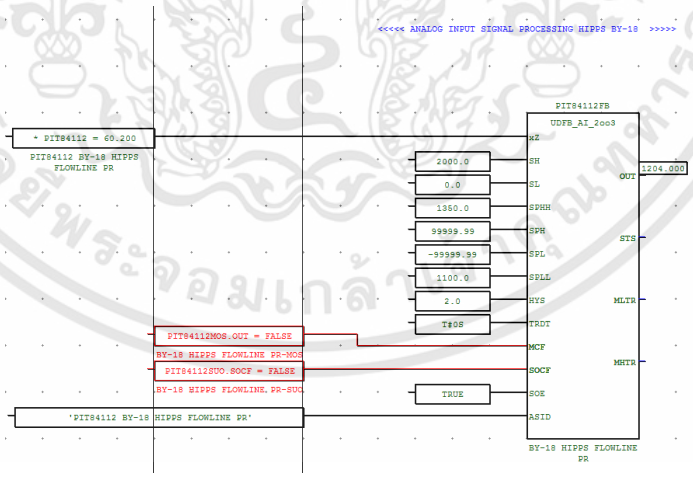
รูปที่ 4.2 แผงควบคุมหลุมผลิต (Wellhead Control Panel)

จากรูปเป็นภาพตัวอย่างแผงควบคุมหลุมผลิตการควบคุมหลุมเจาะคือการควบคุมความดันภายในหลุมเจาะให้อยู่ในสภาพสมดุลย์

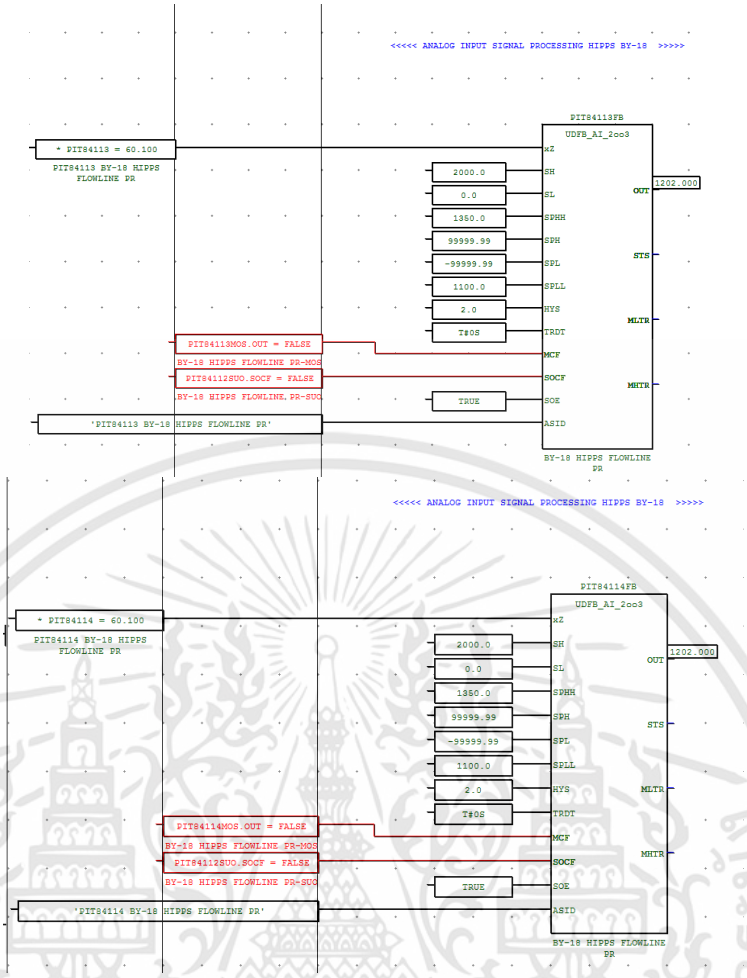
4.2 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของระบบป้องกันแรงดันสูง (Prosafe-RS)

4.21 อุปกรณ์วัดความดัน

ฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน: UDFB_AI_2oo3 ซึ่งก็คือฟังก์ชั่นที่ใช้ในการอ่านค่าอนาล็อกอินพุตของตัวทรานสมิตเตอร์โดยมีรูปแบบของฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.3 ถึง 4.10 ในการวิจัยในโปรเจ็คนี้จะตั้งค่าพิสัยในการวัดอยู่ในช่วง 0-2000 PSI ตั้งค่าเซทพอยท์ High Trip 1350 PSI โดยเราจะใช้บล็อค UDFB_AI_2oo3 เพื่อใช้ฟังก์ชั่นนี้วัดความดัน

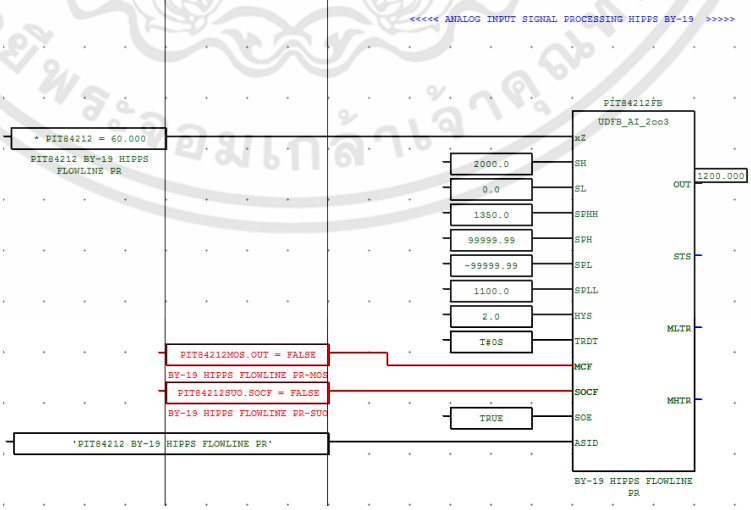


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

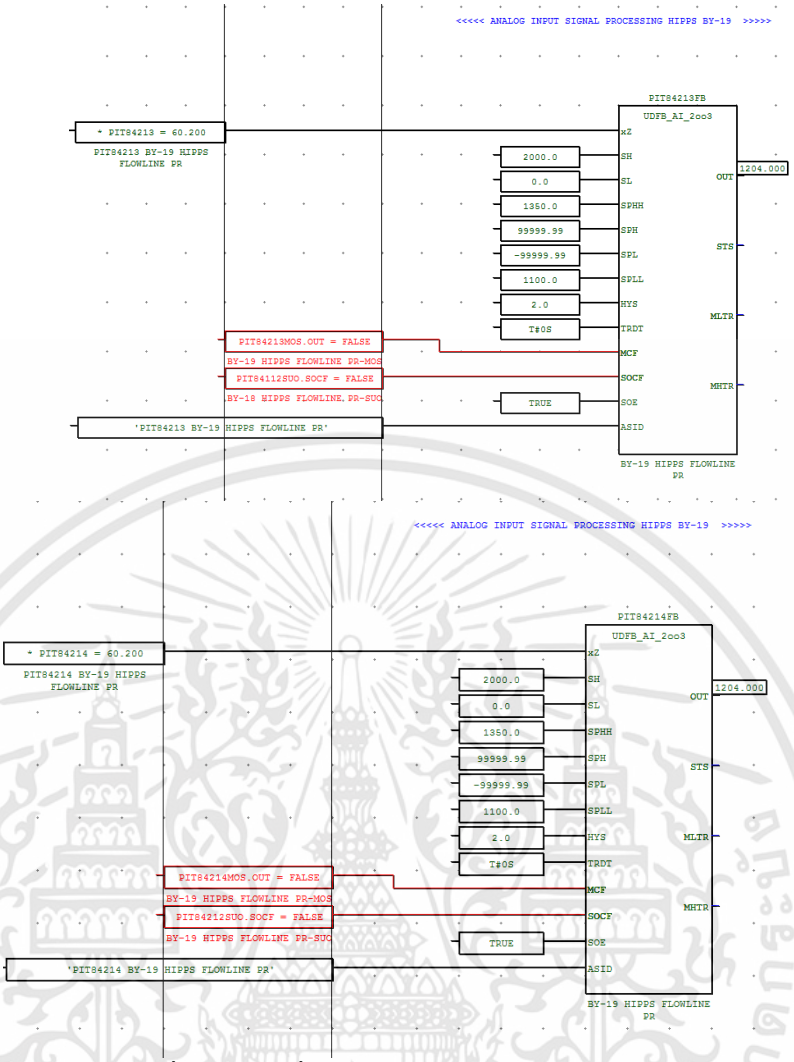


รูปที่ 4.3 ฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-18

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 18 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84112 ,PI-84113 ,PI-84114

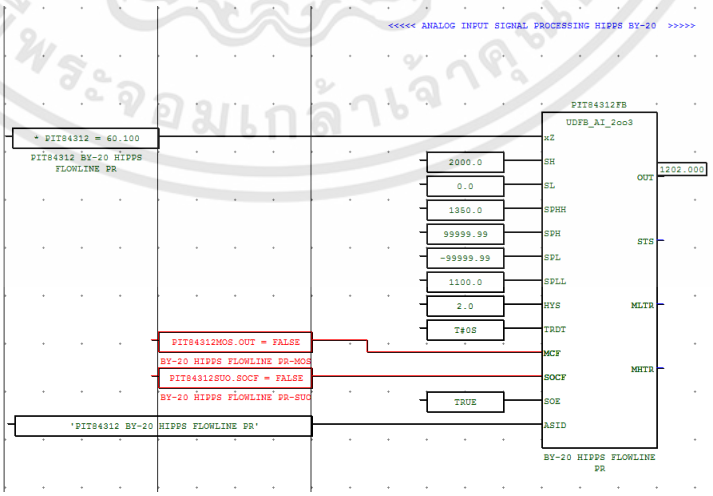


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

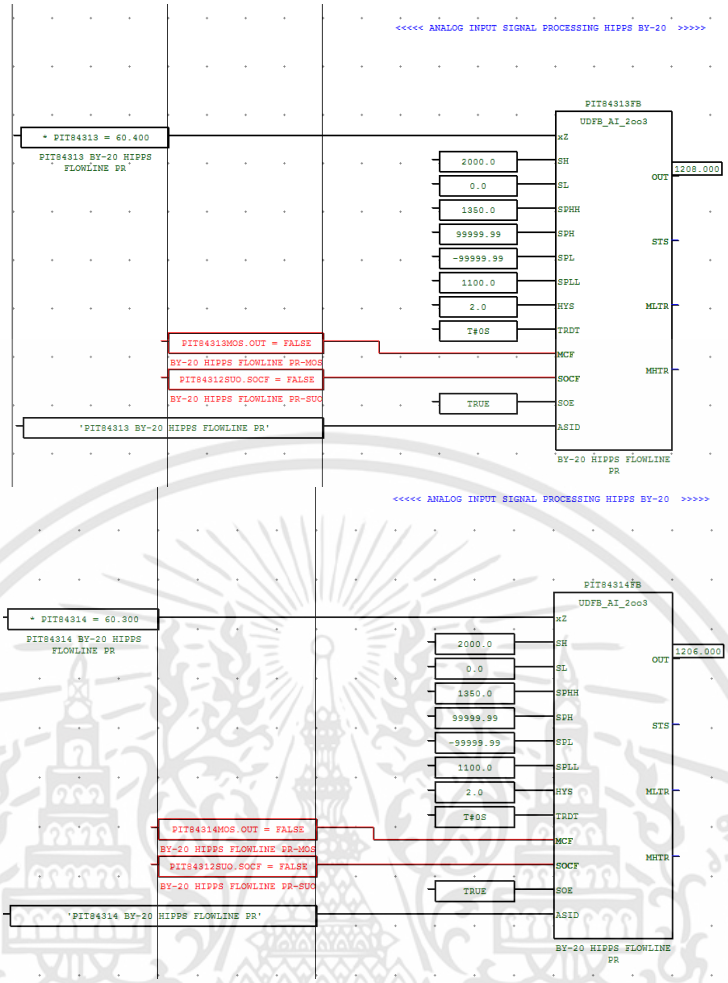


รูปที่ 4.4 ฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-19

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84212 ,PI-84213 ,PI-84214

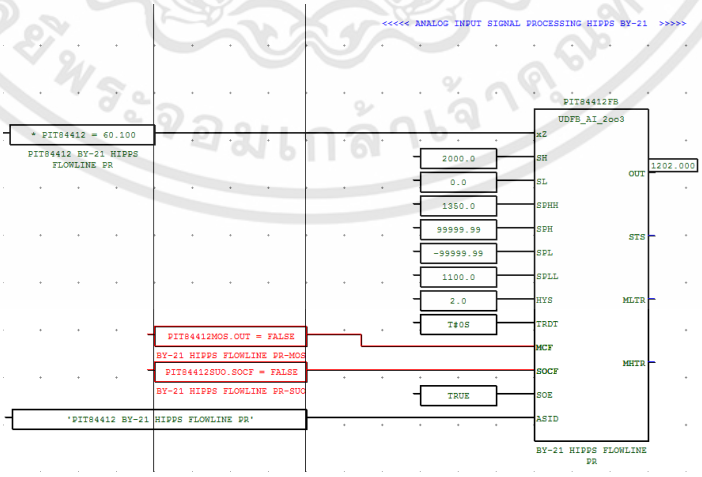


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

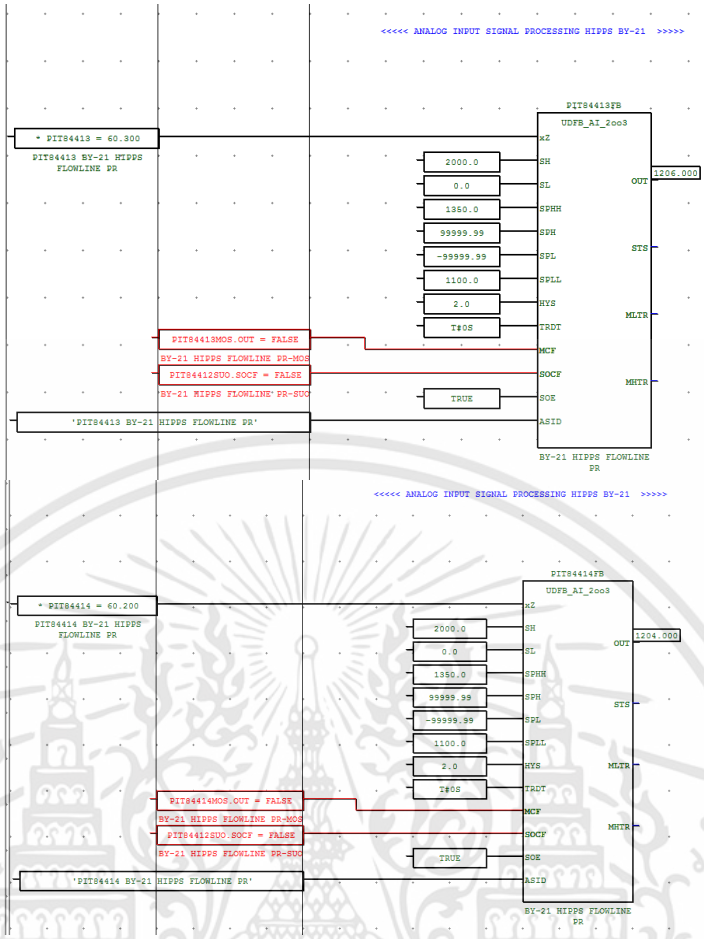


รูปที่ 4.5 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-20

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 20 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84312 ,PI-84313 ,PI-84314

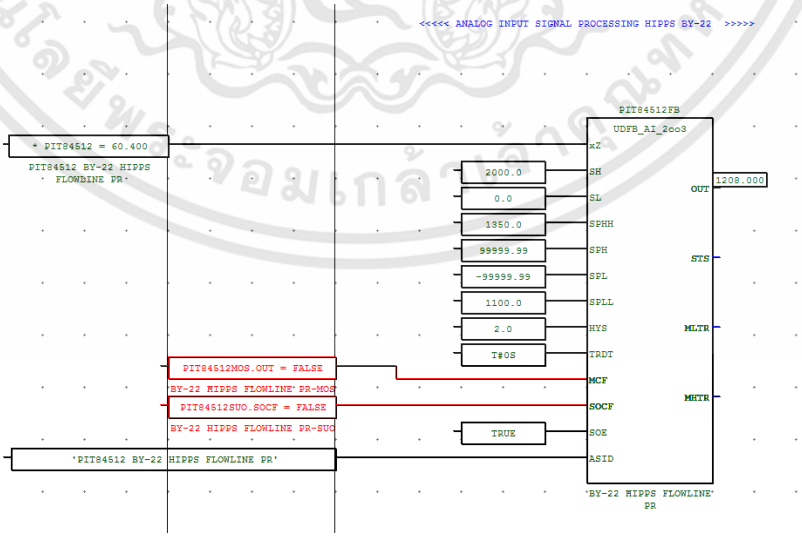


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

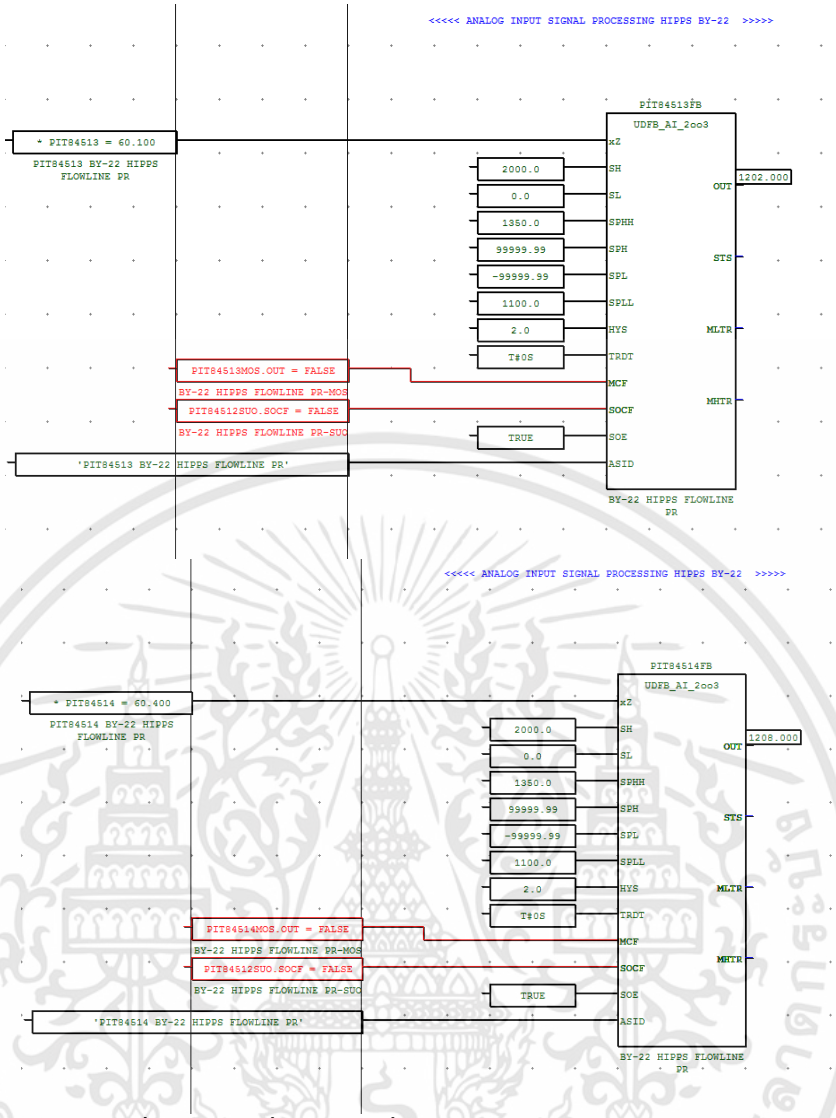


รูปที่ 4.6 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-21

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 21 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84412 ,PI-84413 ,PI-84414

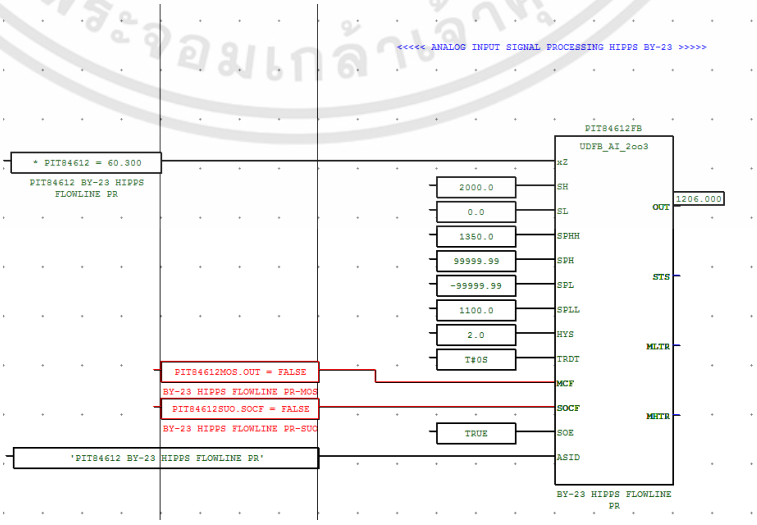


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

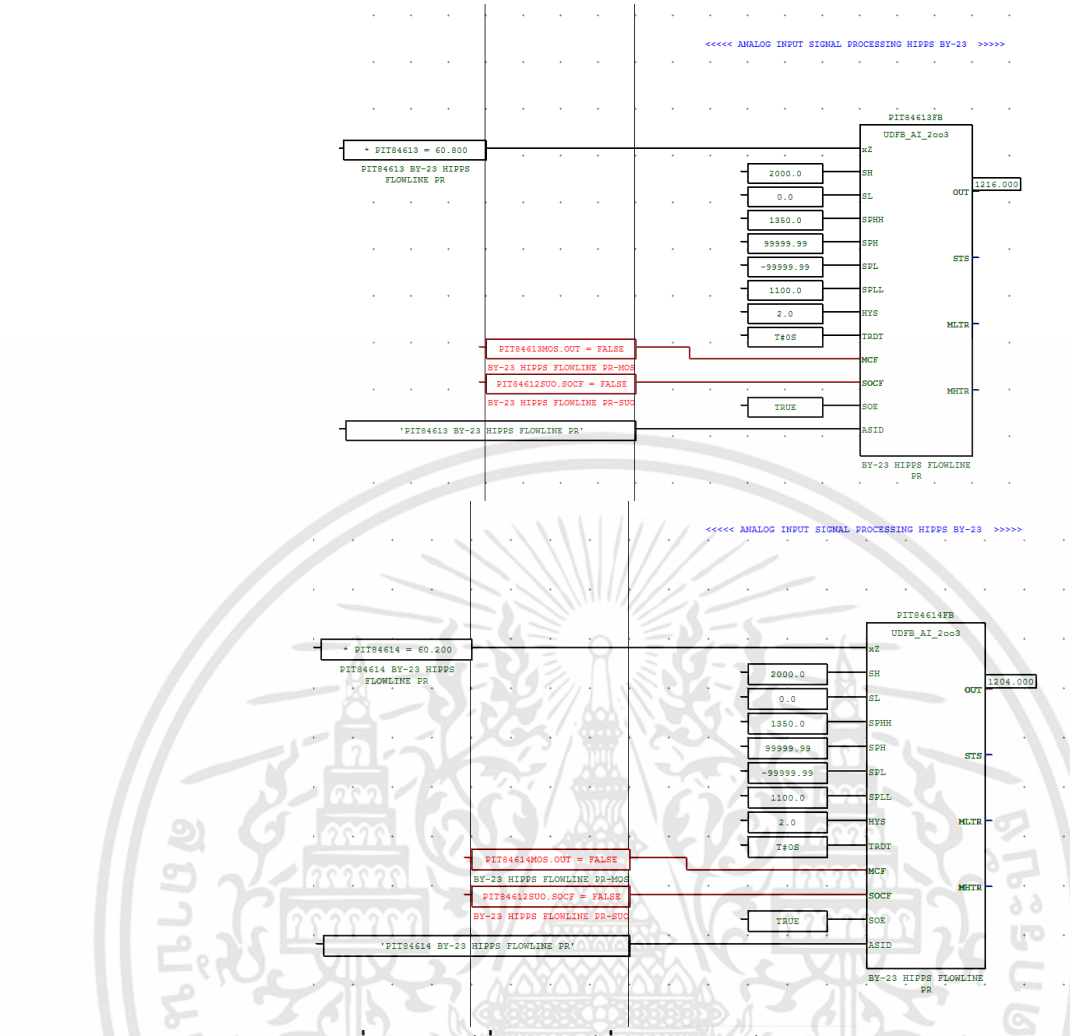


รูปที่ 4.7 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-22

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 22 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84512 ,PI-84513 ,PI-84514

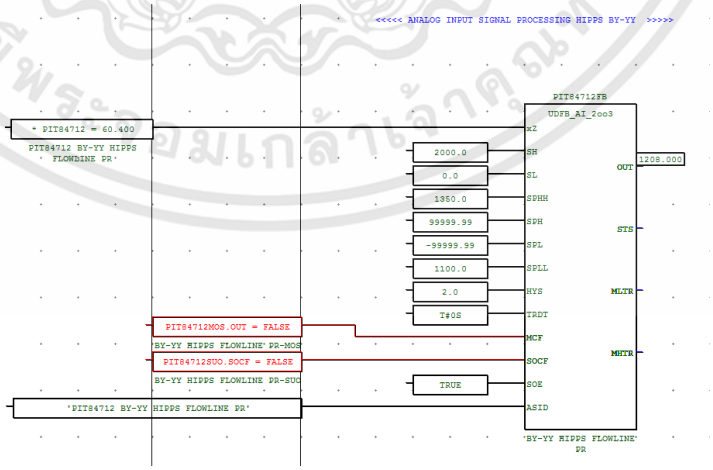


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

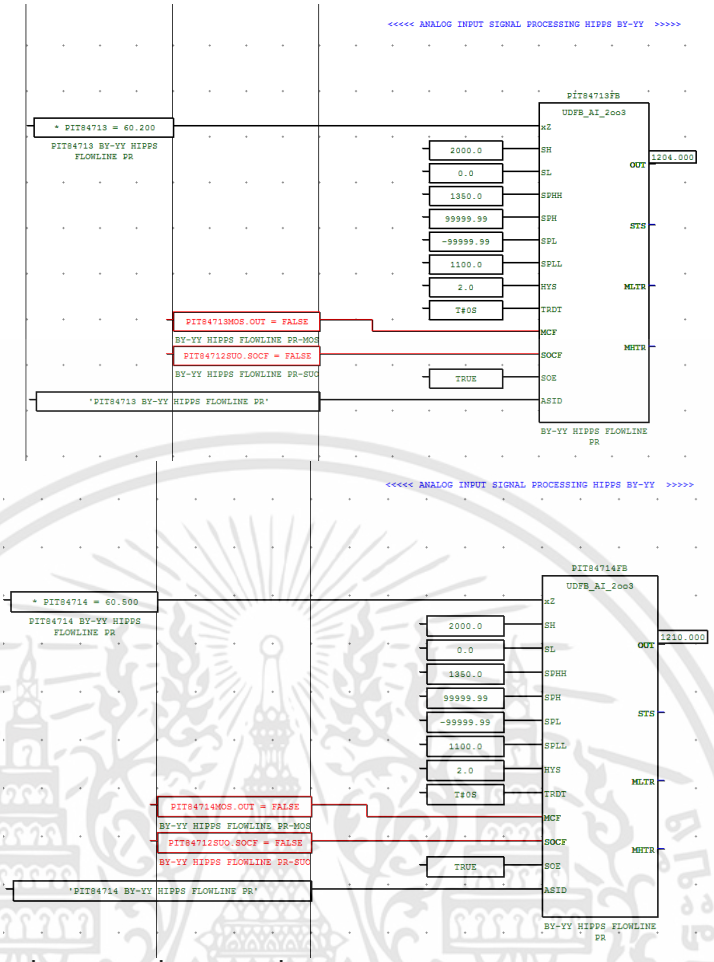


รูปที่ 4.8 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-23

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 23 เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84612 ,PI-84613 ,PI-84614

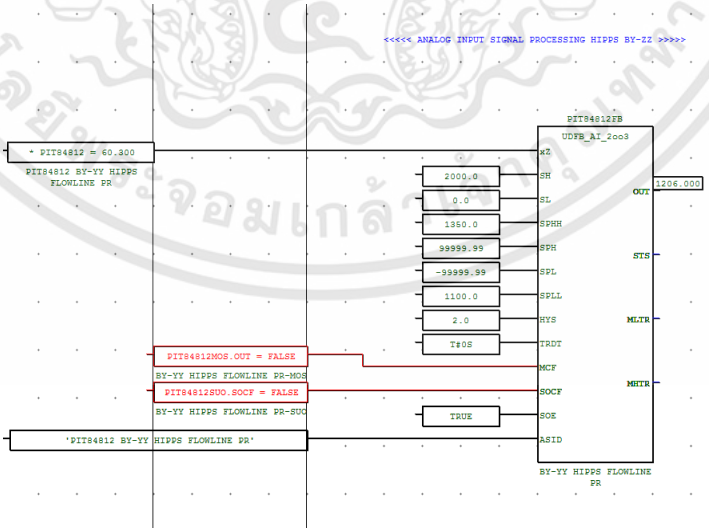


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

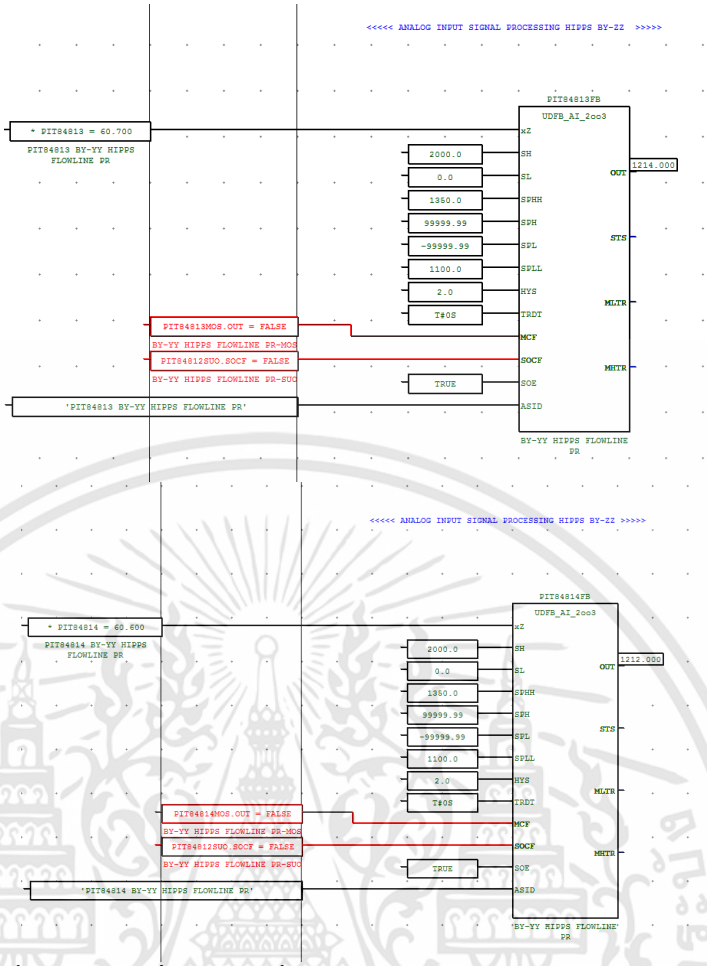


รูปที่ 4.9 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-YY

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม YY เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84712 ,PI-84713 ,PI-84714



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



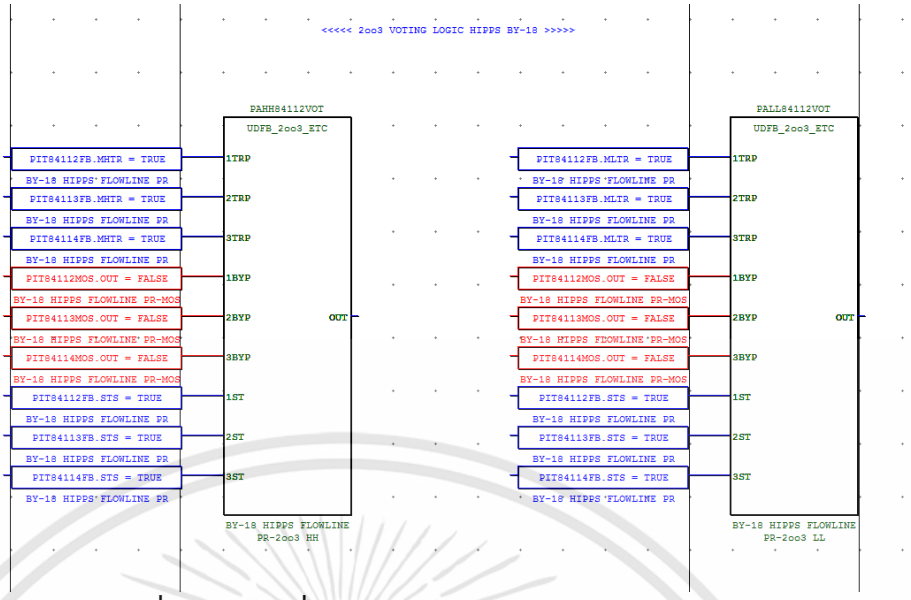
รูปที่ 4.10 ฟังก์ชั่นตัวฟังก์ชั่นตัวอุปกรณ์วัดความดัน HIPPS BY-ZZ

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม ZZ เราจะออกแบบให้มีตัววัดความดัน 3ตัว ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84812 ,PI-84813 ,PI-84814

4.22 Logic Voting 2oo3

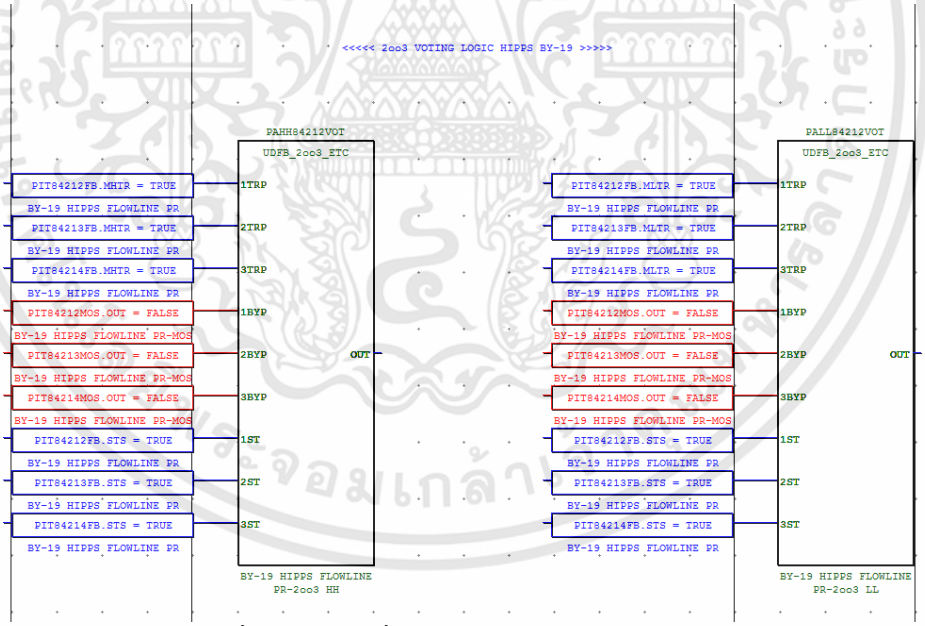
ฟังก์ชั่นตัว 2oo3 Voting Logic of HIPPS : UDFB_2oo3_ETC ซึ่งก็คือฟังก์ชั่นของการโหวตเมื่อมีค่าความดันสูงมากตามที่ได้ตั้งค่าไว้เข้ามาทริกโดยมีรูปแบบของฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.18 ในการทดลองนี้จะตั้งค่าเซทพอยท์ High Trip 1350 PSI และการโหวตจะเป็น 2oo3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-18

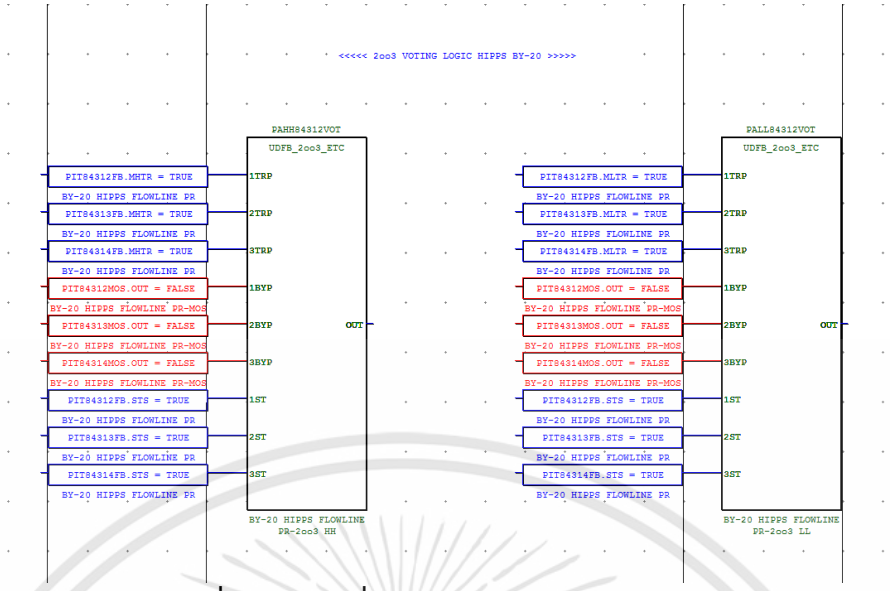
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 18 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูง ซึ่งประกอบด้วย PI-84112 ,PI-84113 ,PI-84114เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย



รูปที่ 4.12 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-19

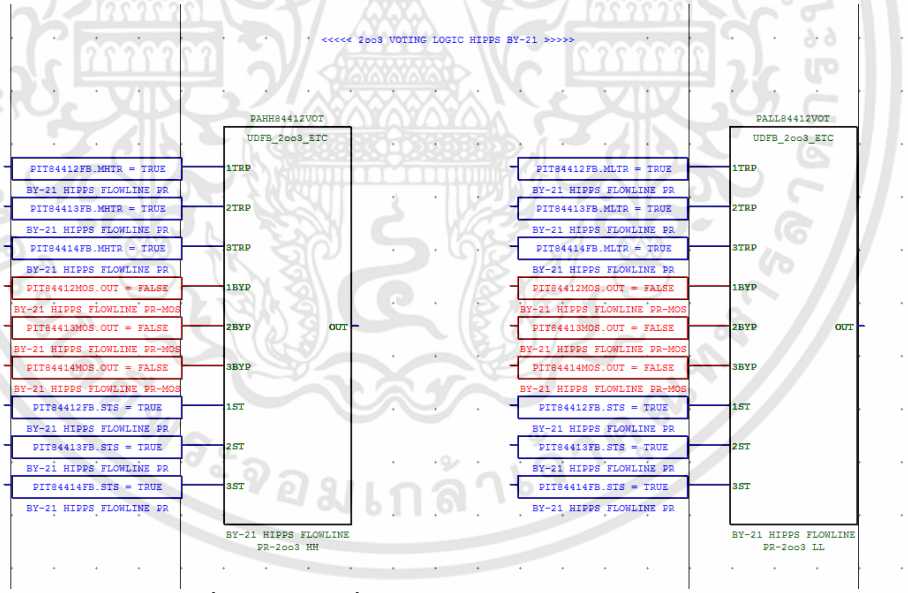
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84212 ,PI-84213 ,PI-84214เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-20

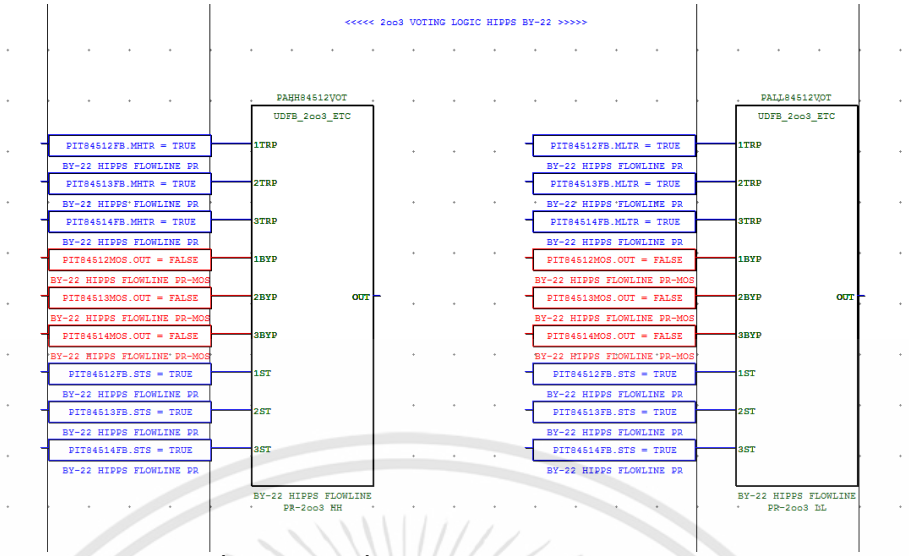
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84312 ,PI-84313 ,PI-84314เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย



รูปที่ 4.14 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-21

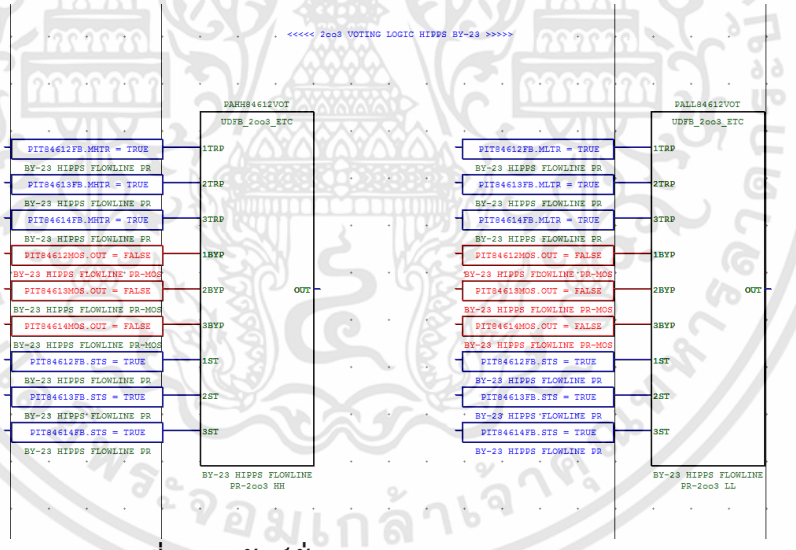
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84412 ,PI-84413 ,PI-84414เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-22

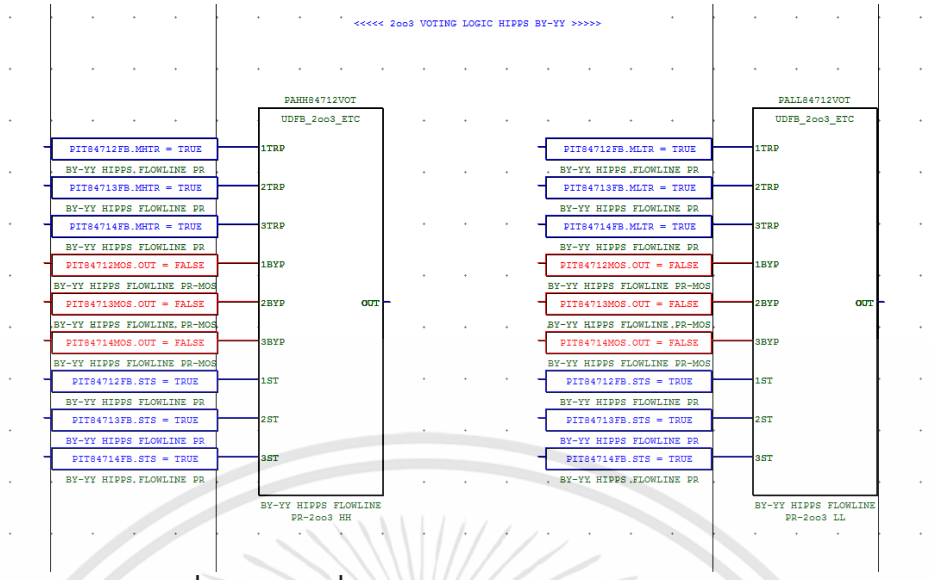
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84512 ,PI-84513 ,PI-84514เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย



รูปที่ 4.16 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-23

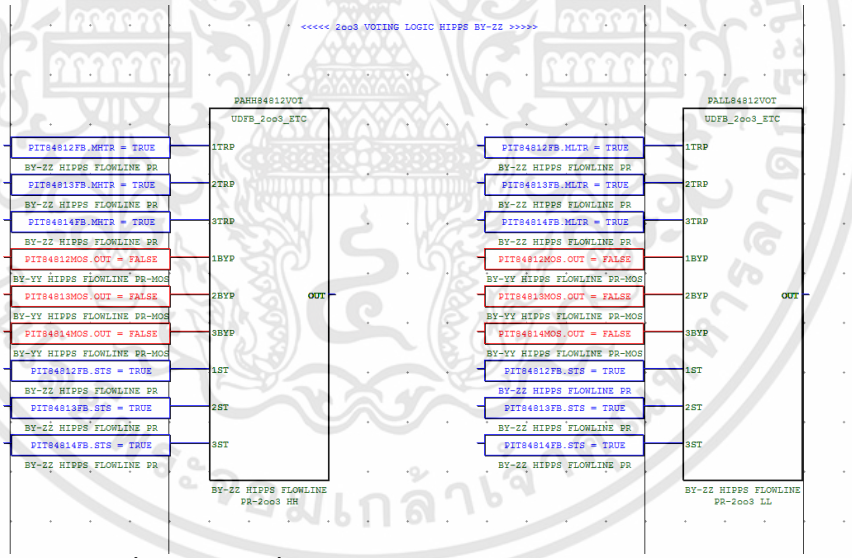
ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84612 ,PI-84613 ,PI-84614เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-YY

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84712 ,PI-84713 ,PI-84714เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย



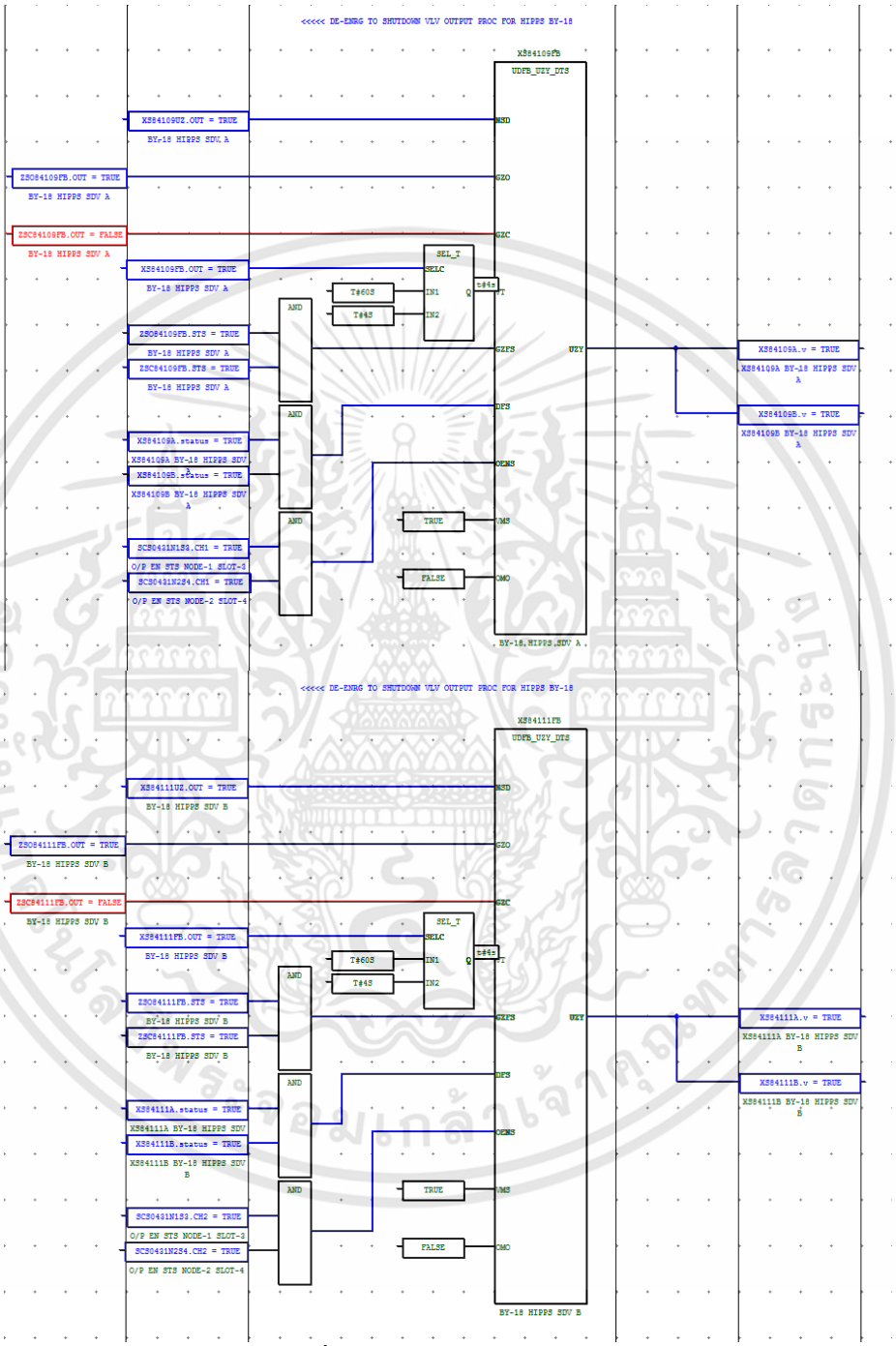
รูปที่ 4.18 ฟังก์ชั่น 2oo3 Voting Logic HIPPS BY-ZZ

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีหลักการโหวตจะเป็น 2oo3 ตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งประกอบด้วย PI-84812 ,PI-84813 ,PI-84814เมื่อมีกาซธรรมชาติเข้ามาสูงเท่ากับหรือมากกว่าค่าเซทพอยท์ที่ตั้งไว้ตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC จะทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริงจะทำงานส่งคำสั่งไปปิดตัววาล์วนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.23 ตัววาล์วนิรภัย

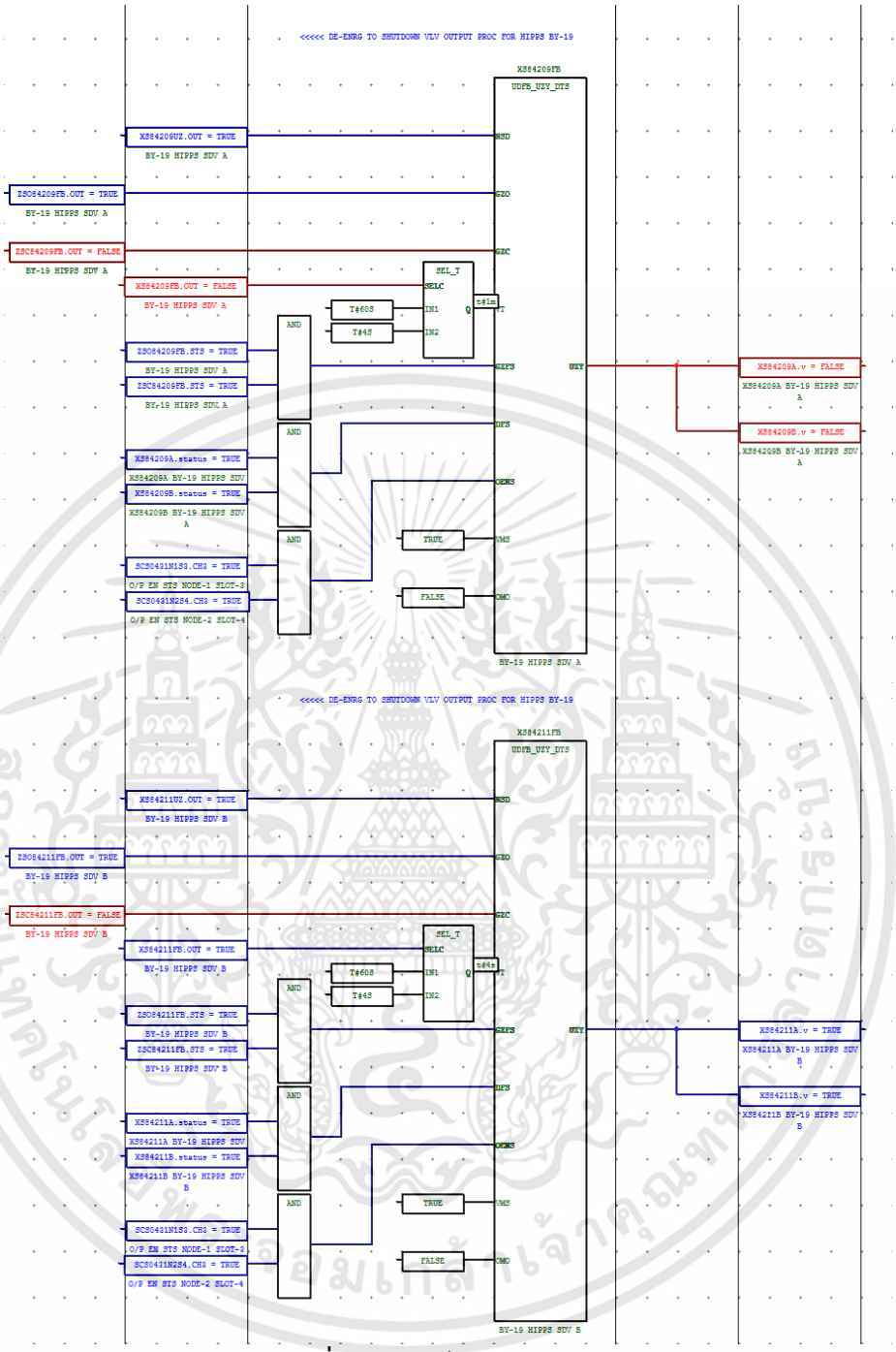
ฟังก์ชั่นตัว Shutdown Valve : UDFB_UZY_DTS ซึ่งก็คือฟังก์ชั่นของตัววาล์วนิรภัยโดยมีรูปแบบของฟังก์ชั่น ดังรูปที่ 4.19 ถึง 4.26 ในการทดลองนี้จะสั่งปิดวาวลว์ในรูปแบบในการตัดพลังงานเพื่อที่จะสั่งตัดระบบนิวแมติกเพื่อทำการปิดตัววาล์วนิรภัย



รูปที่ 4. 19 วาล์วนิรภัย BY-18

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 18 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว คือ XS-84109 และ XS-84111 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

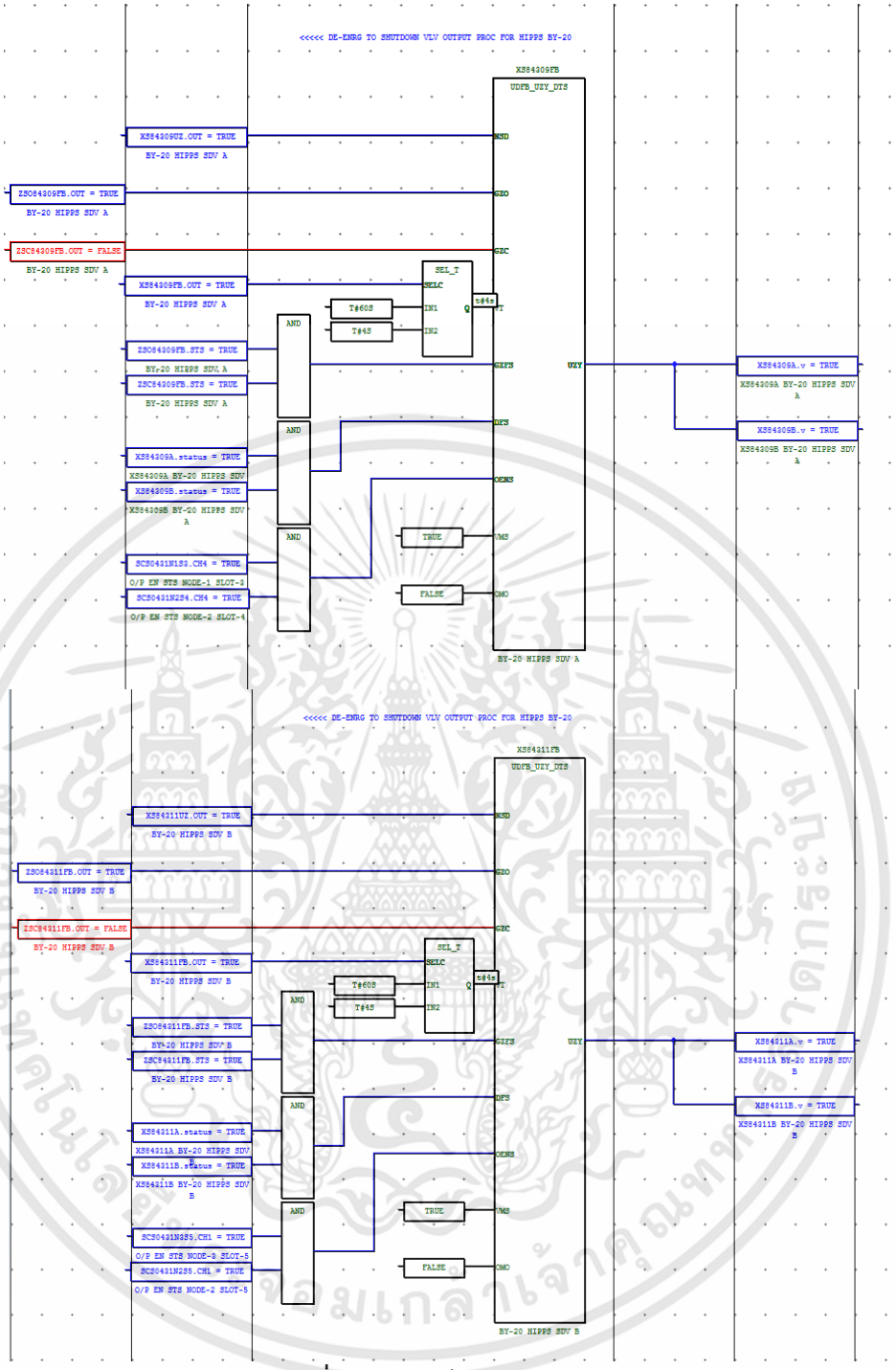
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 วาล์วนิรภัย BY-19

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 19 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว คือ XS-84209 และ XS-84211 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

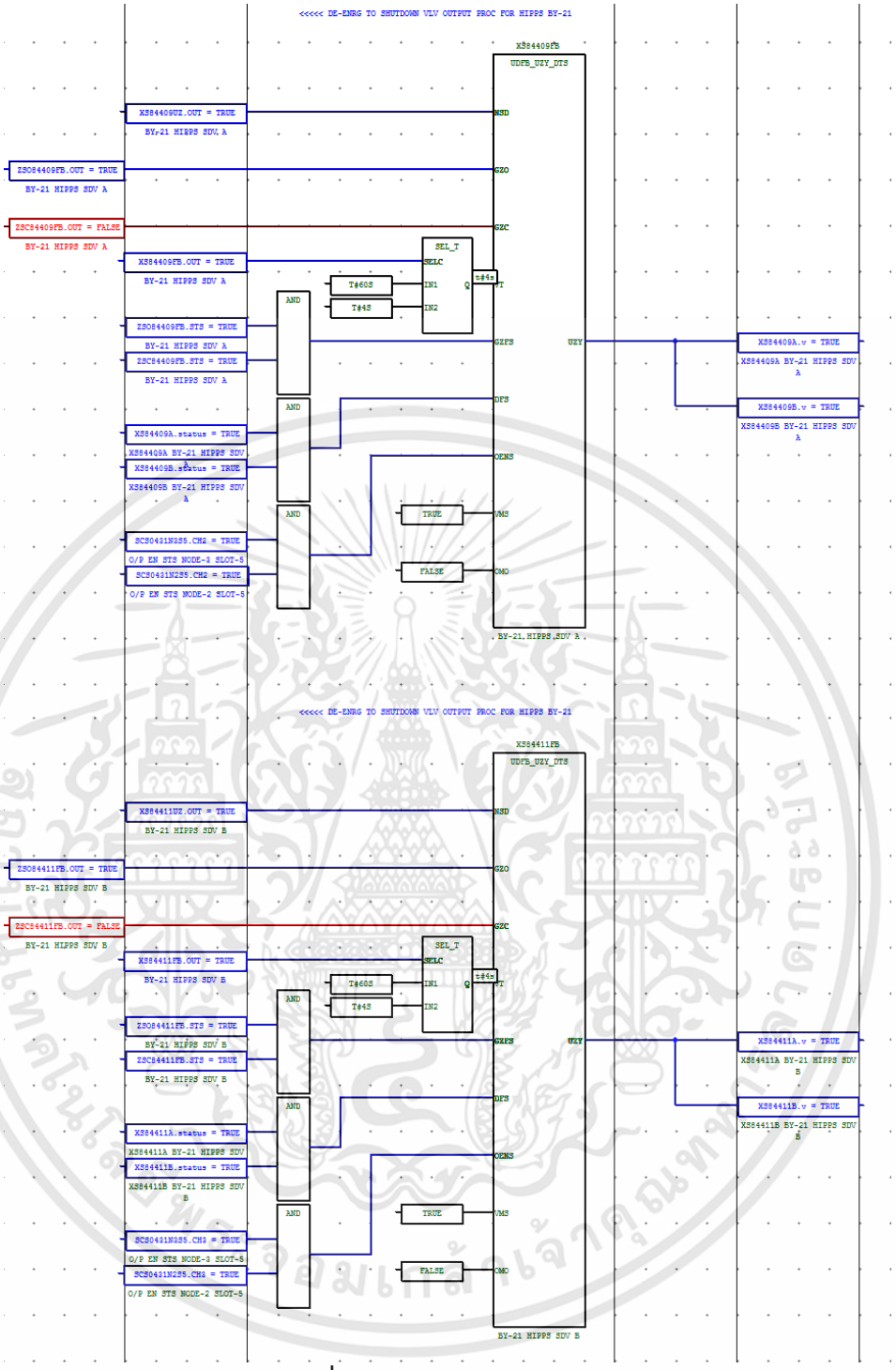
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4. 21 วาล์วนิรภัย BY-20

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 20 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว คือ XS-84309 และ XS-84311 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

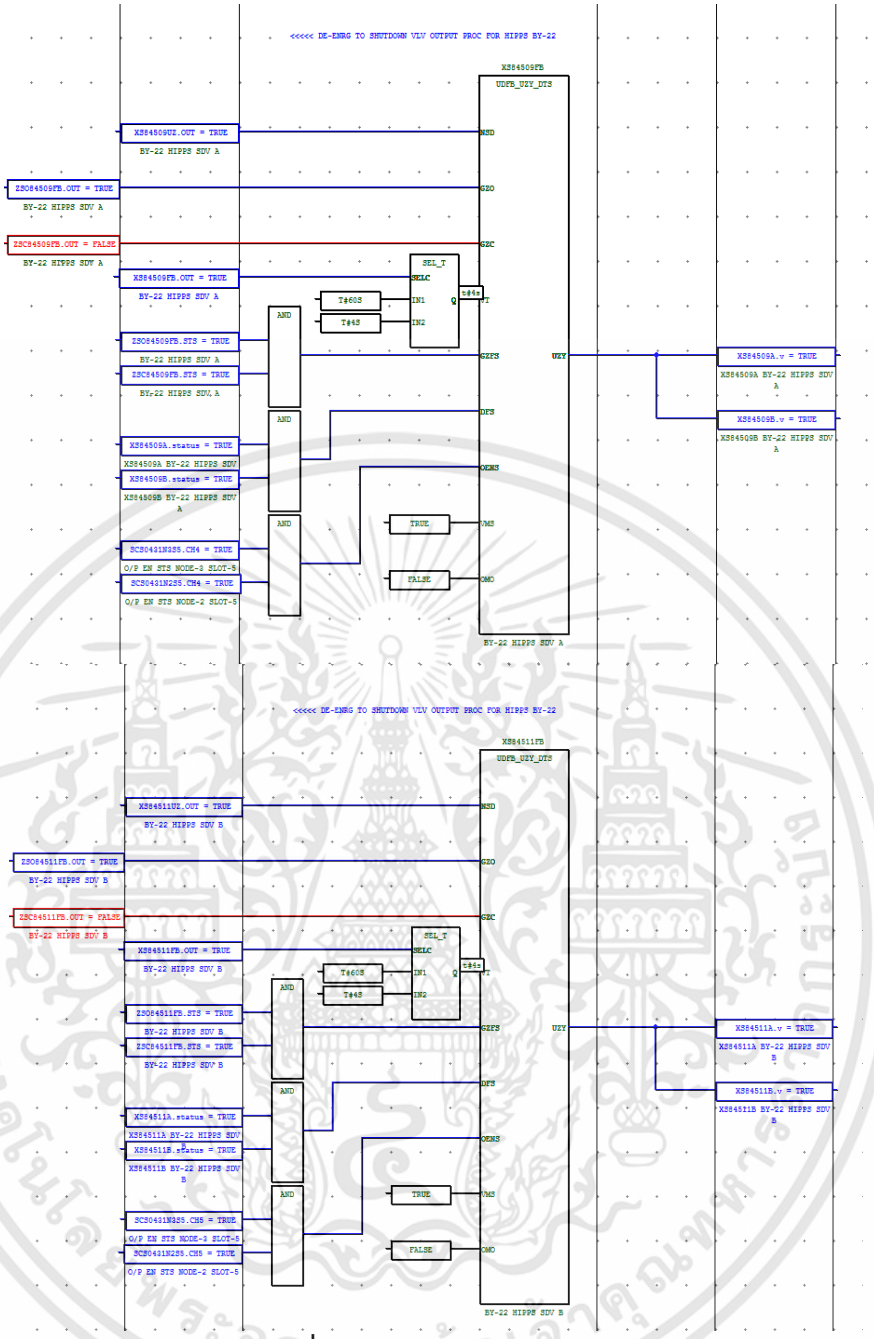
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 วาล์วนิรภัย BY-21

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 21 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว คือ XS-84409 และ XS-84411 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

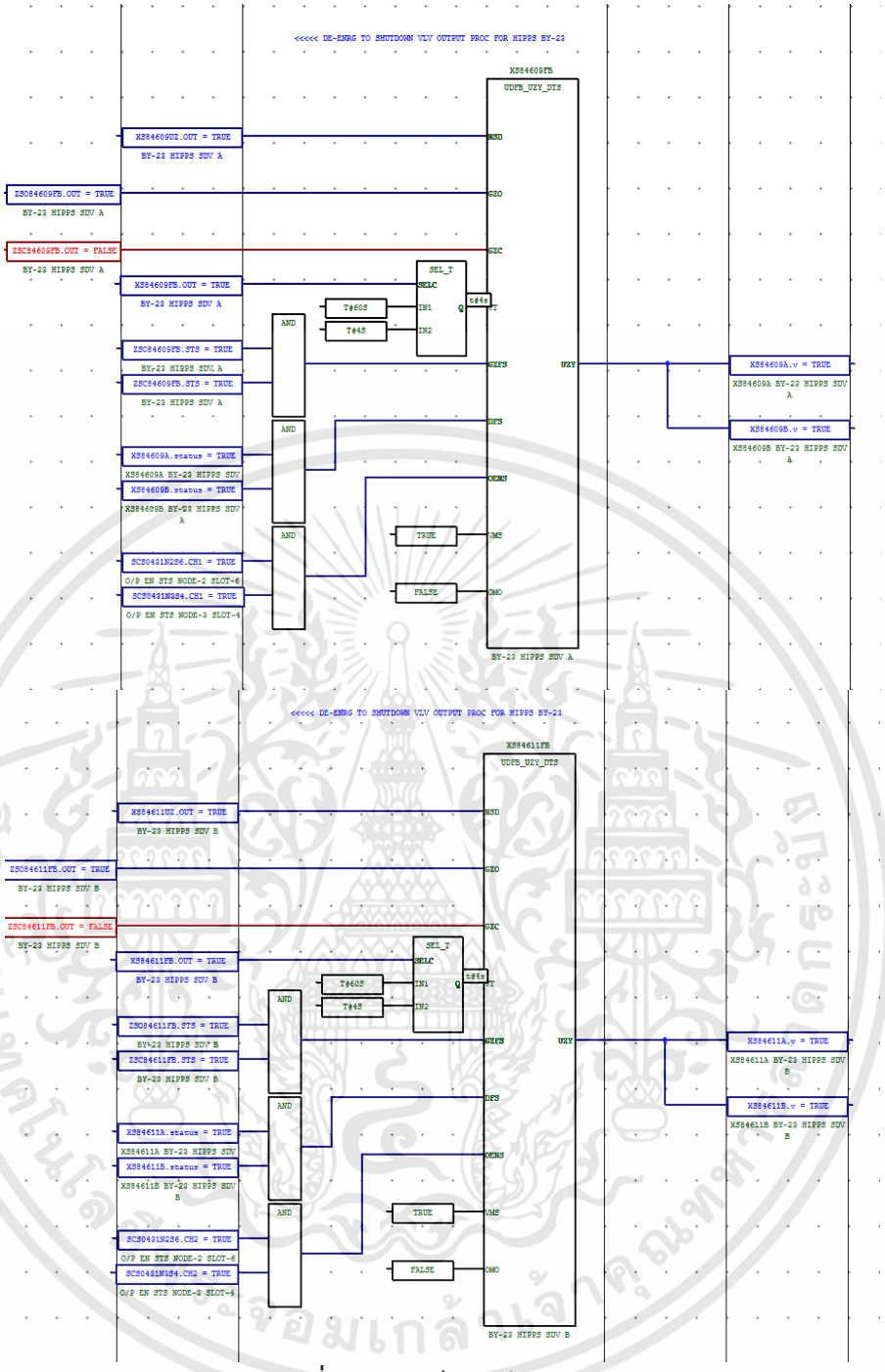
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 วาล์วนิรภัย BY-22

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 22 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงจะต้องซึ่งประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว (Shut Down) คือ XS-84509 และ XS-84511 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

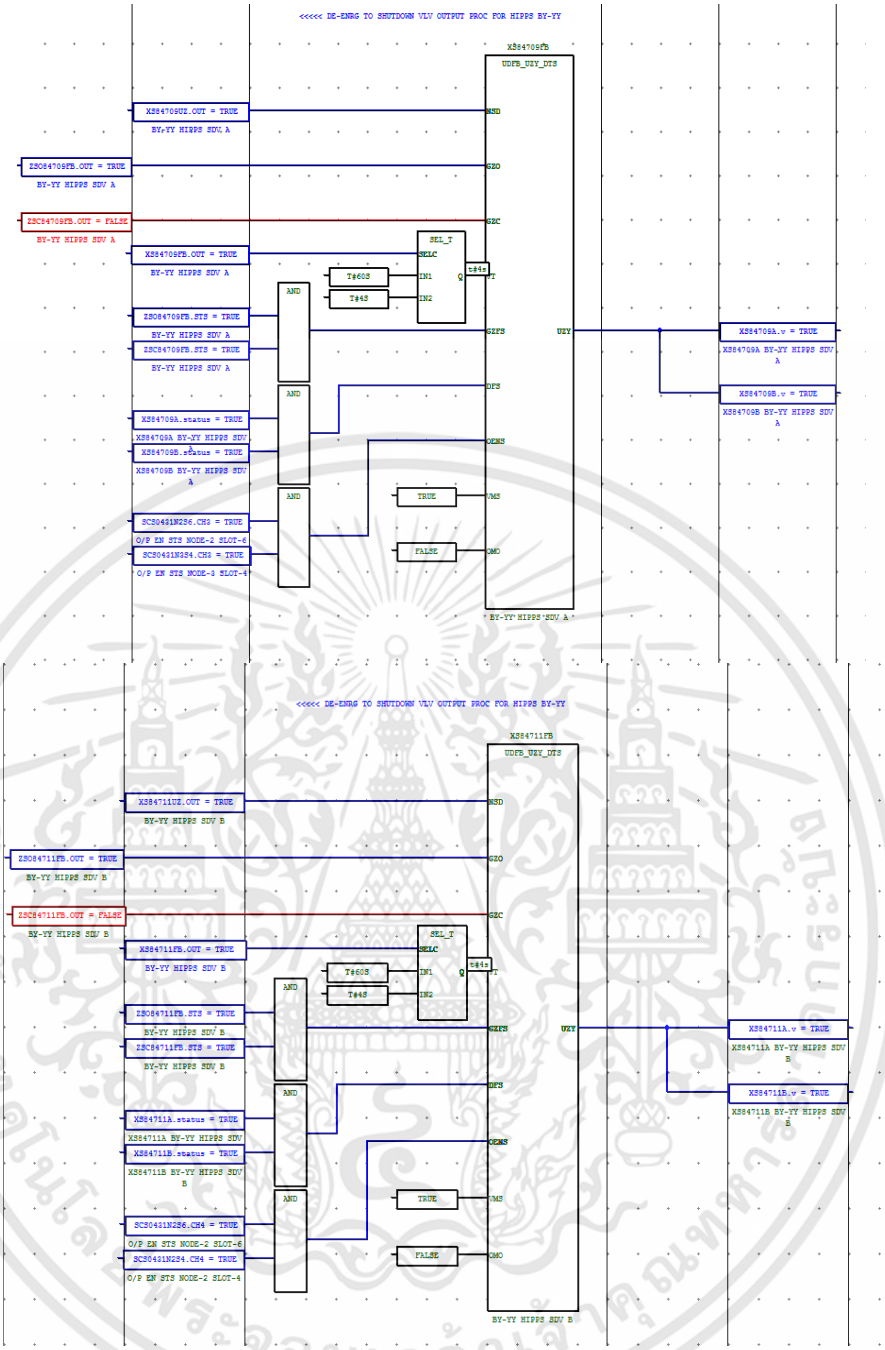
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 วาล์วนิรภัย BY-23

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม 22 เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงจะต้องซึ่งประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว คือ XS-84609 และ XS-84611 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

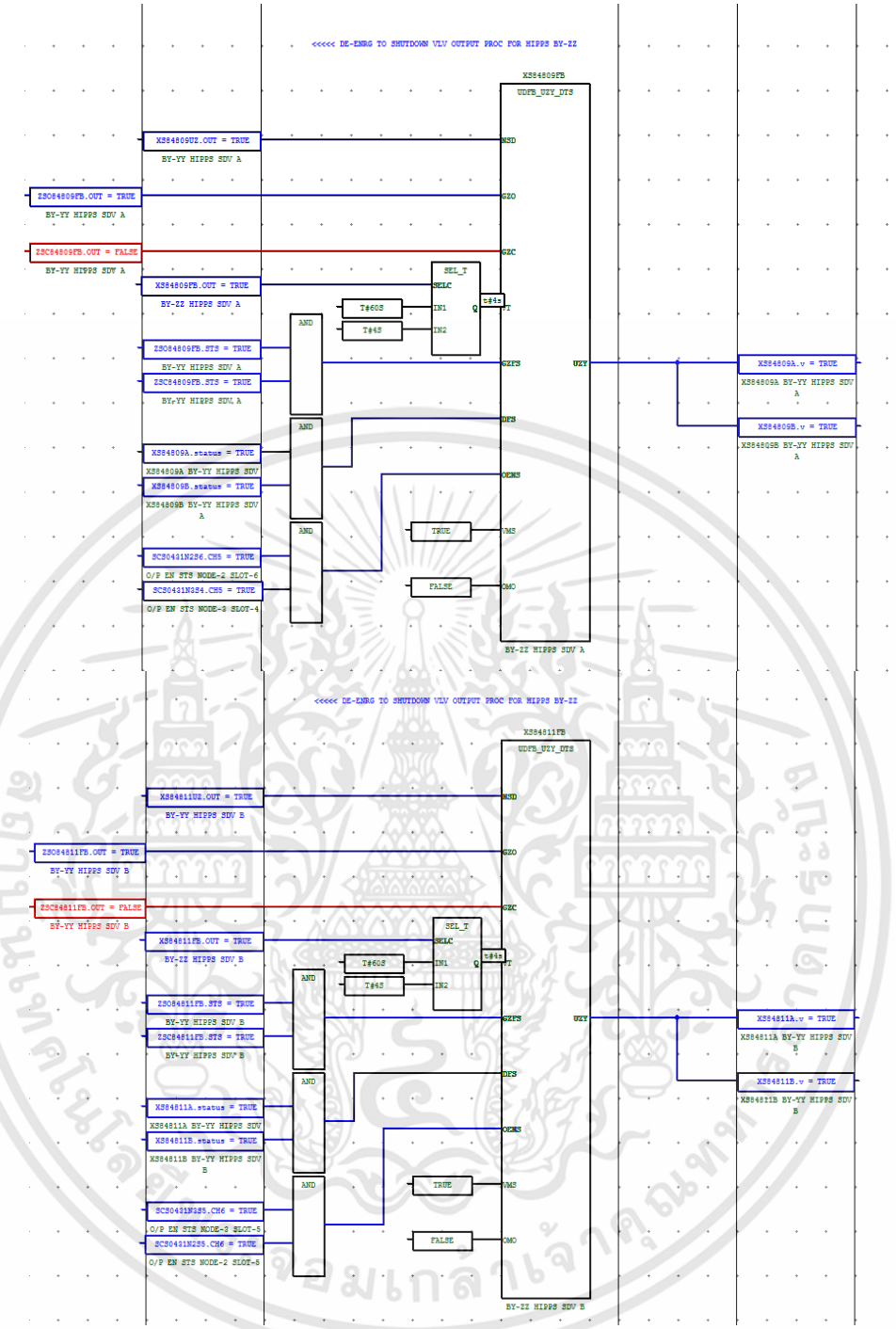
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 วาล์วนิรภัย BY-YY

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม YY เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว (Shut Down) คือ XS-84709 และ XS-84711 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 วาล์วนิรภัย BY-ZZ

ในหลุมขุดเจาะก๊าซธรรมชาติที่หลุม ZZ เราจะออกแบบให้มีตามหลักการออกแบบระบบป้องกันแรงดันสูงซึ่งจะต้องประกอบด้วยวาล์วนิรภัย 2 ตัว (Shut Down) คือ XS-84809 และ XS-84811 ตัว UDFB_UZY_DTS จะสั่งปิดเมื่อตัวบล็อค UDFB_2oo3_ETC ทำการโหวตค่าที่จะนำมาทริก 2 ใน 3 ของค่าที่รับเข้ามาเมื่อตรรคกะเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย (CAMS)

	Source	Unit	Tag Comment	Alarm Priority - original	Alarm Priority - modified	Tag Mark Color - original	Tag Mark Color - modified	User	Purpose	Consequence	Time-to-respon
436	PALL84712FUA....		PALL84712 BY-YY HIPPS FLO...	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
437	PALL84812ANN....		PI84812/3/4 WH BY-YY-VOTE ...	High	Low	Magenta	Yellow	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
438	PALL84812FUA....		PALL84812 BY-YY HIPPS FLO...	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
439	PI84112.IOP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
440	PI84112.HTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
441	PI84112.LTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Logging	Magenta	Magenta	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
442	PI84112.HHH	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
443	PI84112.LLL	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
444	PI84112MOS.OVR	%	BY-18 HIPPS FLOWLINE MOS	High	Low	Yellow	Yellow	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
445	PI84112SU.ALM		PI84112/3/4 WH BY-18 START...	High	Low	Magenta	Yellow	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
446	PI84112SUO.ANS-		BY-18 HIPPS FLOWLINE SUO	High	Critical	Yellow		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
447	PI84113.IOP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
448	PI84113.HTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
449	PI84113.LTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Logging	Magenta	Magenta	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
450	PI84113.HHH	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
451	PI84113.LLL	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
452	PI84113MOS.OVR	%	BY-18 HIPPS FLOWLINE MOS	High	Low	Yellow	Yellow	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
453	PI84114.IOP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
454	PI84114.HTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	Safety	VeryLarge	Urgent
455	PI84114.LTRP	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Logging	Magenta	Magenta	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
456	PI84114.HHH	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
457	PI84114.LLL	PSIG	BY-18 HIPPS FLOWLINE PR	High	Critical	Magenta		(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
458	PI84114MOS.OVR	%	BY-18 HIPPS FLOWLINE MOS	High	Low	Yellow	Yellow	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)
459	PI84187.IOP	PSIG	WP PROD HDR TO PPL	High	Critical	Magenta	Magenta	(NONE)	(NONE)	(NONE)	(NONE)

รูปที่ 4.27 การตั้งค่า Tags แต่ละตัวในการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย (CAMS)

จากรูปที่ 4.27 เราใช้โปรแกรม CAMS (Consolidated Alarm Management System) ในการจัดการและแบ่งระดับในการเตือนภัยโดยใช้ทฤษฎีและเหตุผลดังที่กล่างมาในบทที่ 3 โดยใช้สีตามลำดับความสำคัญและเวลาในการจัดการการเตือนภัย เวลาเกิดเหตุการผิดปกติในกระบวนการผลิตเพื่อที่ว่าผู้ปฏิบัติการจะได้จัดการเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันเวลาโดยจะแบ่งสีตามความสำคัญที่ของเหตุการณ์ที่ควรจัดการ

4.4 สรุปผลการการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนและระบบความปลอดภัยร่วมกับระบบการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย

จากการเขียนกราฟิกระบบป้องกันความดันสูงบนระบบควบคุมแบบกระจายส่วนและเขียนโปรแกรมระบบป้องกันความดันสูงและได้ทำการกำหนดค่า Tags แต่ละตัวในระบบการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัย โดยเราเลือกที่จะตั้งค่า Tags เฉพาะที่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูงเท่านั้น โดยที่ Tags กระบวนการอื่นจะไม่ได้ทำการตั้งค่าซึ่งผลการทดลองและประสิทธิภาพการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยจะรายงานผลเฉพาะระบบป้องกันความดันสูงเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองจะกล่าวในบทถัดไป

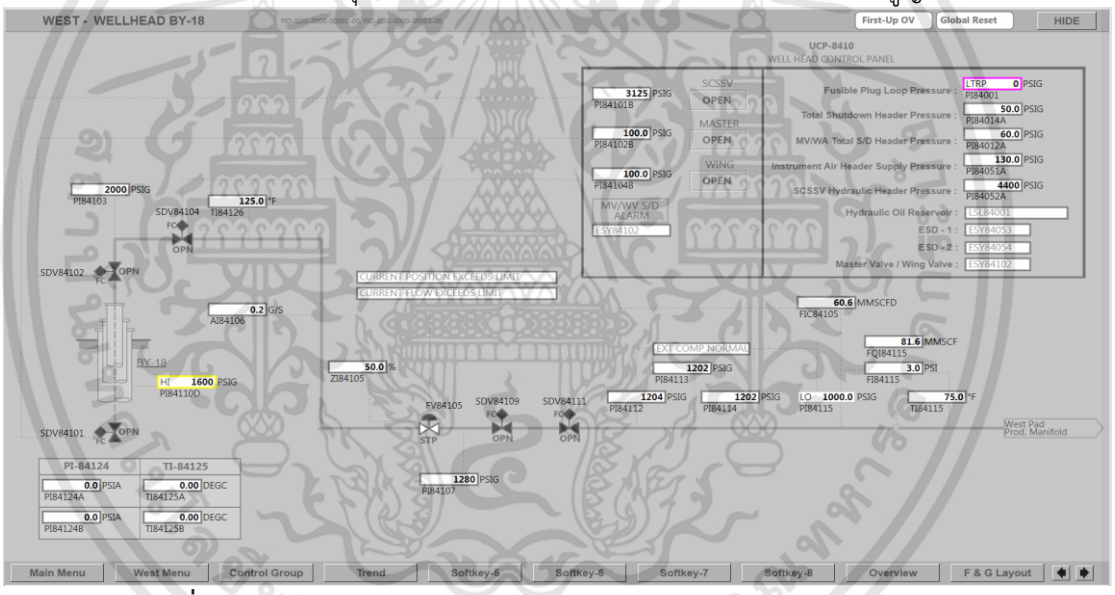
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากบทที่ 4 ได้กล่าวถึงวิธีการออกแบบ HMI (Haman Machine Interface) ของระบบป้องกันแรงดันสูงและส่วนของโปรแกรมและการตั้งค่าแท็กของระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) บนตัวจัดการระบบการเตือนภัย (CAMS) ในตัวบทที่ 5 บทนี้กล่าวถึงผลการทดลองเพื่อรับรองสมรรถนะของได้ทำการทดสอบความสามารถด้านต่างๆโดยใช้วิธีการออกแบบจากบทที่ 4 ในการจัดการระบบการเตือนภัยซึ่งมีรายละเอียดผลการทดลองดังต่อไปนี้

5.1 ทดลองประสิทธิภาพจัดการระบบการเตือนภัย

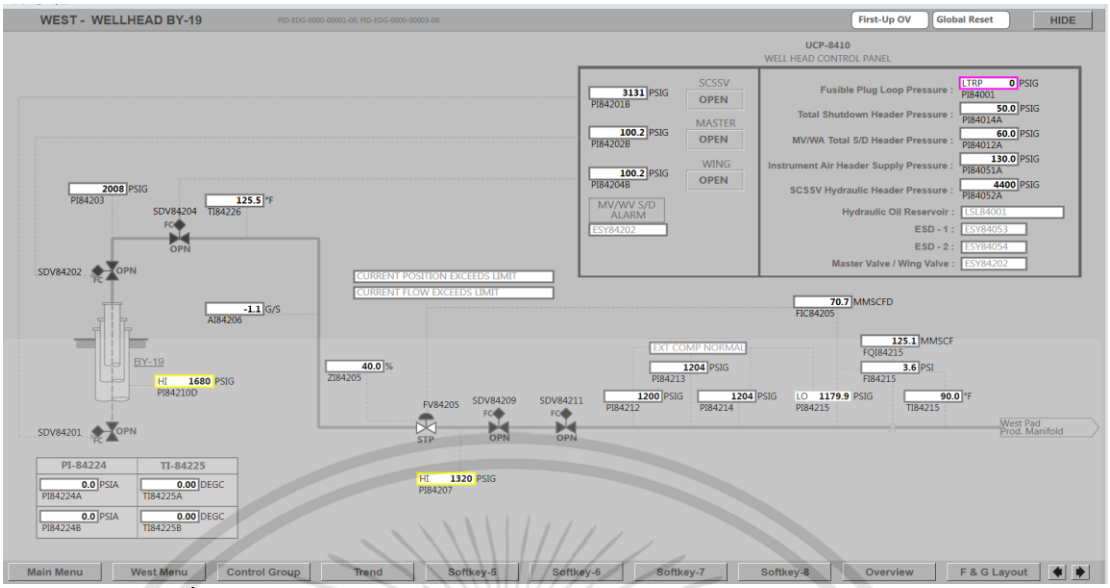
จากรูปที่ 5.1 ถึง 5.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อได้มีแบ่งระดับการจัดการสัญญาณเตือน (Alarm Management) ในตัวของ HMI สามารถดูความผิดปกติได้ง่ายเพราะพื้นสีที่ออกแบบ และระบบการจัดการอย่างมีประสิทธิภายทำให้เมื่อเกิดสิ่งผิดปกติจากกระบวนการผลิตผู้ปฏิบัติการสามารถสังเกตุได้ง่ายและสามารถจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที เพื่อที่จะลดการสูญเสียที่เกิดขึ้น



รูปที่ 5.1 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-18

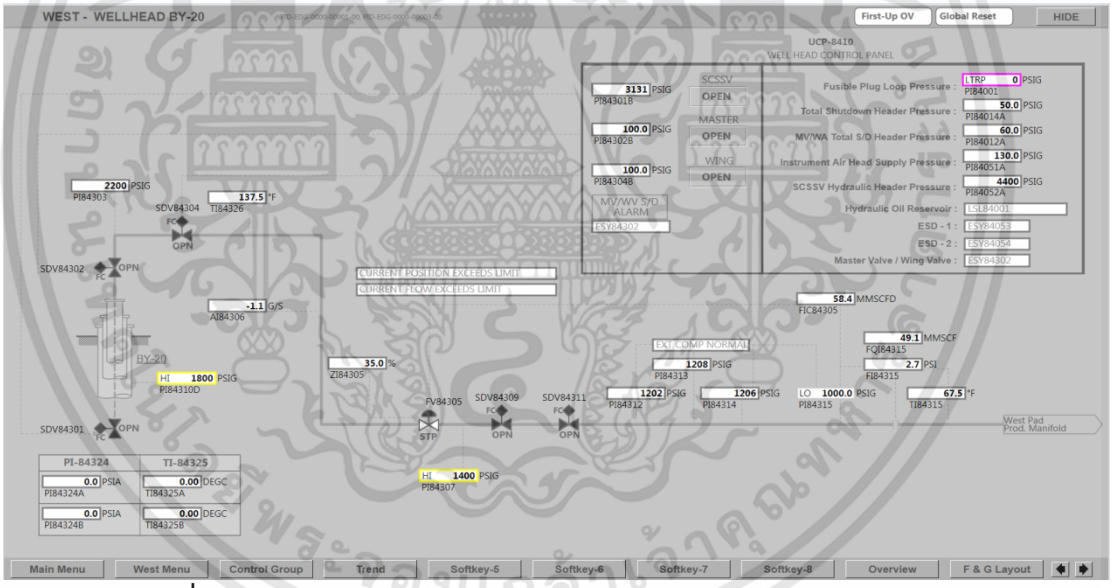
ในรูปที่ 5.1 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-18 ระบบป้องกันความดันสูงปกติโดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-19

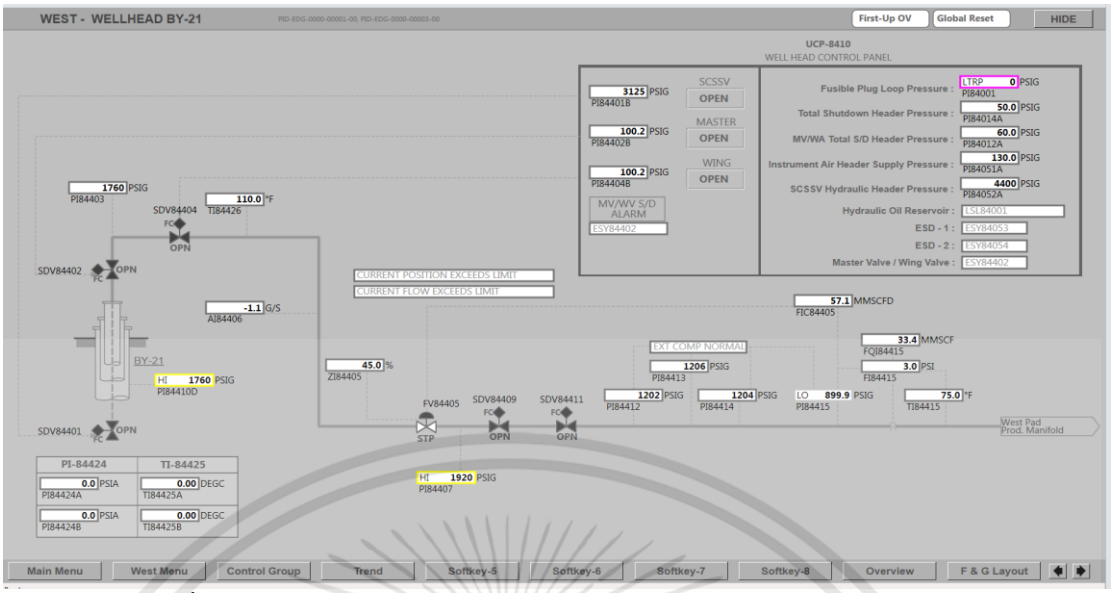
ในรูปที่ 5.2 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-19 ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง



รูปที่ 5.3 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-20

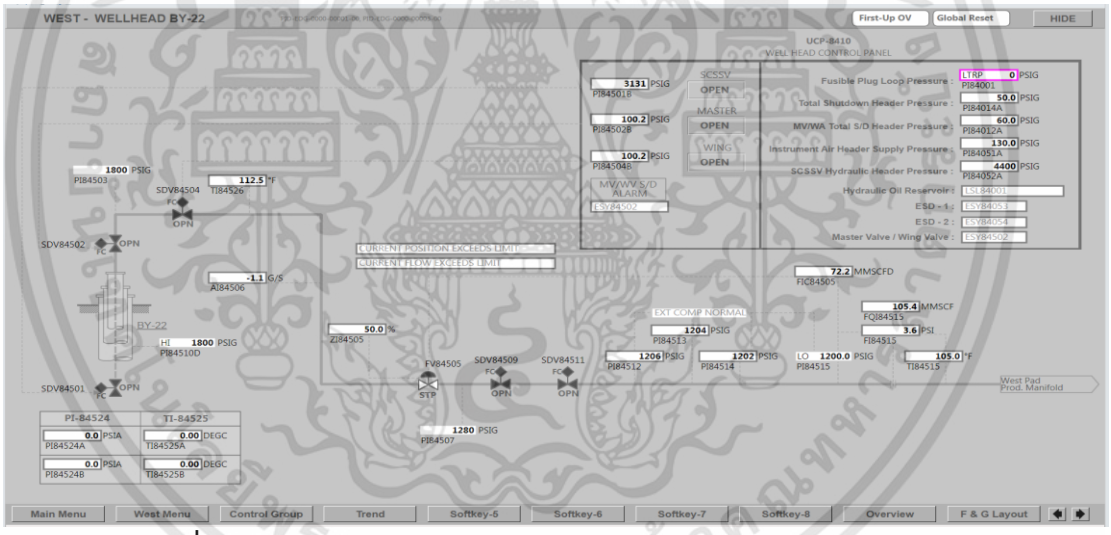
ในรูปที่ 5.3 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-20 ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-21

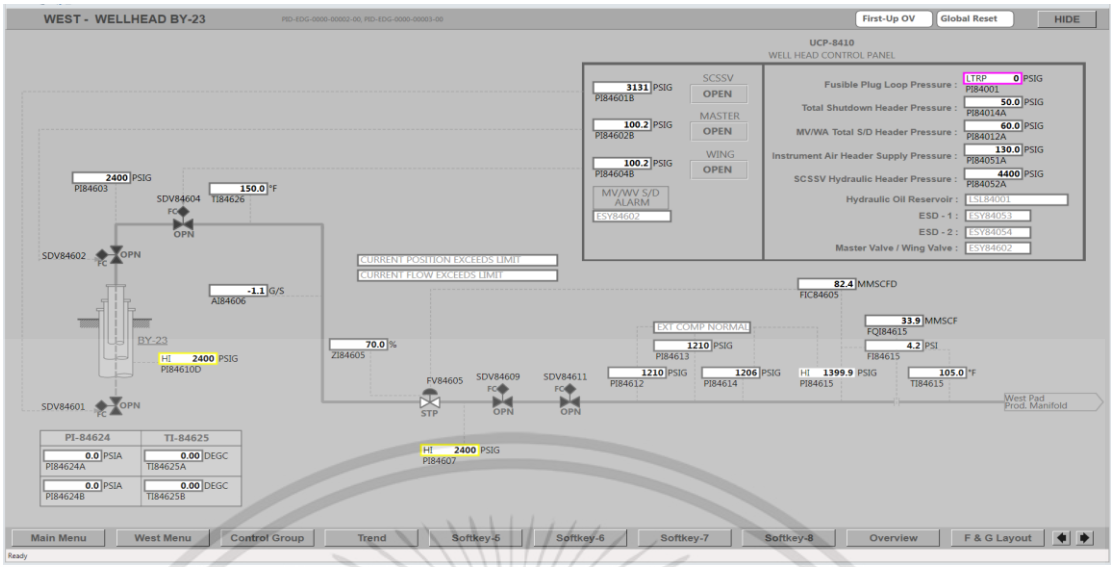
ในรูปที่ 5.4 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-21 ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง



รูปที่ 5.5 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-22

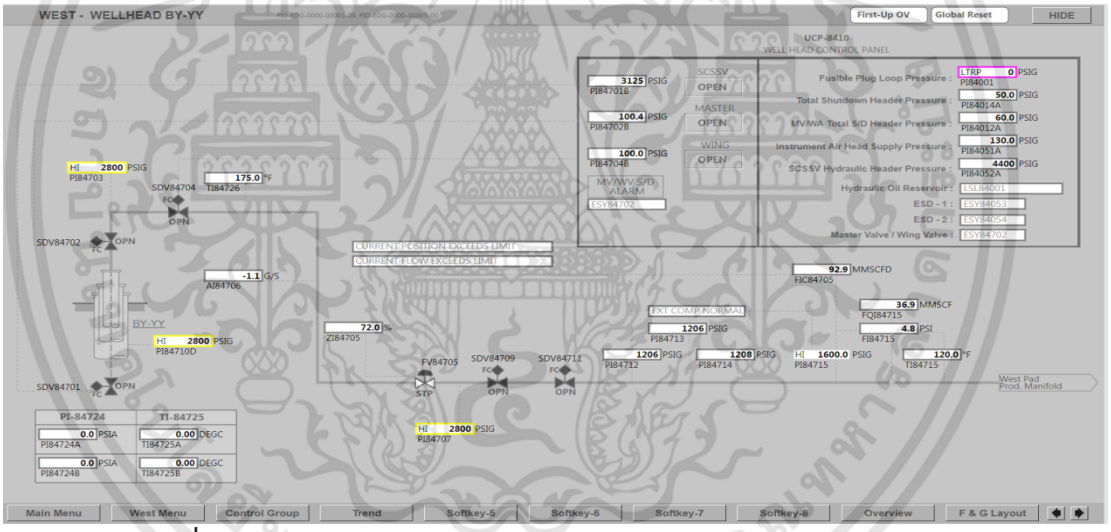
ในรูปที่ 5.5 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-22 ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-23

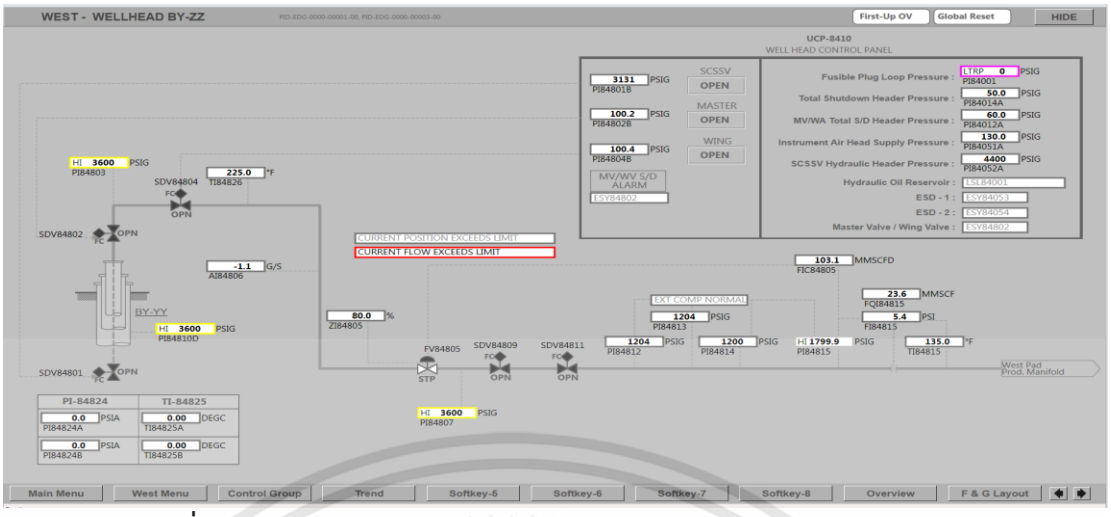
ในรูปที่ 5.6 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-23 ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง



รูปที่ 5.7 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-YY

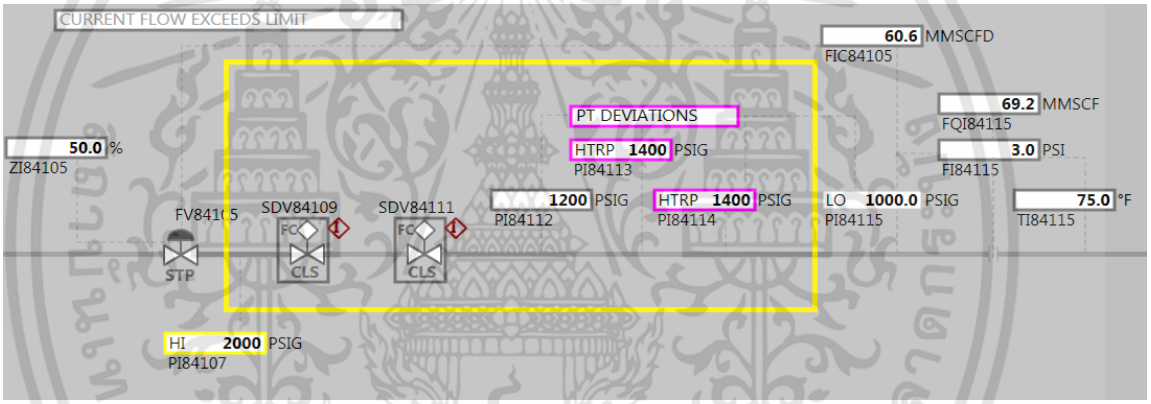
ในรูปที่ 5.7 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-YY ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 โปรแกรม CAMS ในการจัดการระบบการเตือนภัย Wellhead BY-ZZ

ในรูปที่ 5.8 เราจำลองลองเหตุการณ์ของ Wellhead BY-ZZ ระบบป้องกันความดันสูงปกติ โดยไม่มีกระบวนการผลิตปกติแต่จะมีค่าของผิดปกติของแท็กที่ไม่เกี่ยวกับระบบป้องกันความดันสูง



รูปที่ 5.9 ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการจัดการ Alarm Management (CAMS)

จากรูปที่ 5.9 เราทำการจำลองเหตุการณ์โดยการใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System, DCS) ในส่วนของ HMI และระบบป้องกันแรงดันสูง (HIPPS) ในการจำลองความดันของแท็ก PI84113 และ PI84114 ให้อยู่ในเซ็ทพอยน์สูงสุด (High Trip) หลังจากนั้นเมื่อลอจิคทำงานโหวต 2oo3 ก็จะส่งคำสั่งไปปิดวาล์วนิรภัยทั้ง 2 ตัวเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผู้ปฏิบัติการณ์จะเห็นสีม่วงซึ่งเป็นลำดับการเตือนภัยที่สูงที่สุด (Critical) เมื่อผู้ปฏิบัติการณ์เมื่อเห็นเหตุการณ์ก็จะรีบเข้ามาแก้ไขจัดการเพื่อที่จะระงับเหตุไม่ให้เกิดผลเสียที่ตามมาต่อความปลอดภัยต่อชีวิต (Health and Safety) ความเสียหายต่อทรัพสิน (Economics) และความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Effect) ที่จะตามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปผลการผลการวิจัยและอภิปรายผล

จะเห็นได้ว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติของกระบวนผลิตของระบบป้องกันแรงดันสูงกราฟิกจะแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสีที่แสดงเวลาเกิดเหตุกาณ์ผิดปกติของกระบวนผลิตแสดงถึงความรุนแรงของผลกระทบต่างๆที่จะตามมาได้อย่างเด่นชัด และมีประสิทธิภาพโดยมีความสำคัญคือระดับวิกฤติ สูง กลาง ต่ำ และไม่มีความสำคัญ ใช้ในการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยในกระบวนการระบบป้องกันความดันสูง เมื่อผู้ปฏิบัติการณ์เห็นเหตุการณ์ก็จะสามารถรับรู้ถึงลำดับความสำคัญว่าควรจะจัดลำดับในการจัดการเหตุกาณ์ผิดปกติของกระบวนผลิตเหตุการณ์ที่สำคัญที่สุดก่อน

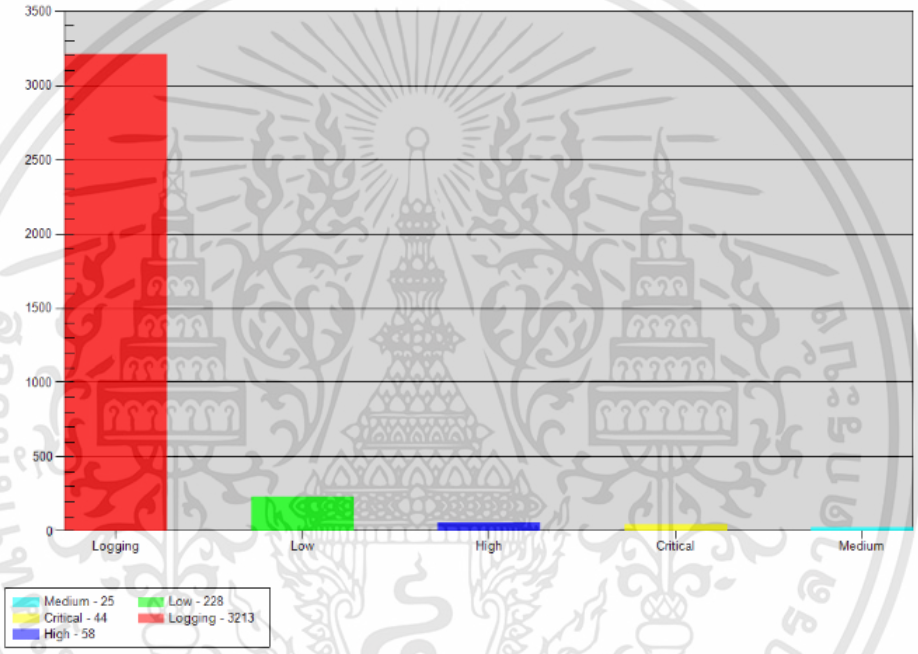
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

เมื่อทำการออกแบบระบบระบบป้องกันแรงดันสูงและทำการจัดการลำดับความสำคัญของการเตือนภัยและทำการทดสอบความสามารถในในการจัดการและการแก้ปัญหาในการในการจัดการโมเดลระบบป้องกันแรงดันสูงเป็นที่เรียบร้อยแล้วทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน โดยมีการสรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

6.1.1 ทดลองและประเมินความสามารถทางด้านจัดการระบบการเตือนภัย



รูปที่ 6.1 รายงานลำดับความสำคัญการเตือนภัย

จากรูปที่ 6.1 ผลการทดลองและประเมินความสามารถทางด้านจัดการระบบการเตือนภัยเราสามารถจัดการระบบการเตือนภัยได้ 5 ระดับ โดยจัดการได้ดังนี้ระดับสูงได้ 55 แท็กระดับอันตรายได้ 44แท็ก ระดับปานกลางได้ 25แท็ก ระดับต่ำได้ 228แท็ก ระดับไม่สนใจได้ 3213แท็ก ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการเตือนภัย (Alarm System Performances) ระดับ 3 (เสถียร) ระบบเตือนภัยมีความน่าเชื่อถือในระหว่างการทำงานปกติการเตือนภัยทั้งหมดมีความหมายและชัดเจน

6.2 ข้อจำกัดของระบบ

ระบบนี้ยังทำได้แค่จำลองเหตุการณ์ความผิดปกติของกระบวนการผลิตตามข้อมูลเอกสารซึ่งเหตุการณ์จริงอาจไม่ได้เป็นไปตามข้อมูลเอกสารทั้งหมด

6.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้สร้างระบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในส่วนของกราฟิกและระบบป้องกันแรงดันสูงเพื่อจำลองเหตุการณ์ความผิดปกติของกระบวนการผลิต ในอนาคตอาจเพิ่มระบบในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองเหตุการณ์เช่นระบบสกาดาระบบพีเอลซีเป็นต้นและพัฒนาการจัดการให้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการเตือนภัยมีระดับที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “High-integrity pressure protection system” [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/High-integrity_pressure_protection_system

[2] IEC 61508, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related system.

[3] IEC 61511, Functional safety-safety instrumented system for the process industry sector.

[4] The Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA), 1999, Alarm Systems, a Guide to Design Management and Procurement—EEMUA publication No. 191, ISBN 0 85931 076 0

[5] ทวิช ชูเมือง “ลำดับความสำคัญของสัญญาณเตือน (Prioritized Alarm)” [Online]. Available: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=16422 2012

[6] ทวิช ชูเมือง “มาตรฐานการบริหารสัญญาณเตือนสำหรับอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต” [Online]. Available : http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=15283 2011

[7] ทวิช ชูเมือง , ระบบวัดคุมนิรภัยในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต, ISBN 974-212-172-9, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2548

[8] Wuthisiri Wuthijaroen, Sakreya Chitwong, Chuae Nokyoo “Priority of Alarms Management in Process Downstream of HIPPS system” The SICE Annual Conference 2019 September 11-14, 2018,Nara, Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceedings of the SICE Annual Conference 2018
September 11-14, 2018, Nara, Japan

Priority of Alarms Management in Processes Downstream of HIPPS System

Wuthisiri Wuthijaroen Sakreya Chitwong and Chuae Nokyoo

Department of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
(E-mail: wuthisiri_engkmitl@hotmail.com, sakreya.ch@kmitl.ac.th, chuae.no@kmitl.ac.th)

Abstract: The purpose of this document is to define the Priority of alarms management, objectives and standards to be applied in the design, operations of the Alarm Systems processes downstream of HIPPS system. Configured alarms from all relative tags as well as alarms configured were reviewed and rationalized with proper causes. Operational Priority Safety includes consequence, financial consequences, environmental consequences and consequences operator actions. The priority of the alarm was determined based on the consequence of the impact using IEC 61508 standard IEC 61511 standard EEMUA 191 and Safety integrity level (SIL). By used Distributed control system (DCS) and Safety instrumented system (SIS) and Consolidate alarms management software (CAMS) simulation.

Keywords: Safety instrument function (SIF), Safety integrity level (SIL), Distributed control system (DCS), Safety instrumented system (SIS), Consolidate alarms management software (CAMS) (Yokogawa) .

1. INTRODUCTION

During routine operation of Oil and Gas industry, abnormal situations show up in the control room as alarms have too many alarm tags configured on process variables and other state variables mainly due to safety considerations. The number of alarmed tags is large enough to overwhelm even experienced Operators.

The alarm management is a topic of great interest in the security planning. Integrated management of the critical factors in the process ensure optimum safety on production level Because of this situation, alarm management has been recognized as an important problem in the area of system monitoring and fault detection. New and revised guidelines and standards have been proposed from different viewpoints to tackle this problem so Priority of alarms management reduced plant availability combined with substantial costs, and to avoid environmental damage and/or human injuries.

The priority of the alarm was determined based on maximum response and the consequence of the impact using IEC 61508, IEC 61511, and EEMUA 191 standard.

2. HIPPS SYSTEM

High-integrity pressure protection system (HIPPS) is a type of safety instrumented system (SIS) designed to prevent over-pressurization of a plant, such as an offshore plant or oil refinery. The HIPPS will shut off the source of the high pressure before the design pressure of the system is exceeded, thus preventing loss of containment through rupture (explosion) of a line or vessel. Therefore, a HIPPS is considered as a barrier between a high-pressure and a low-pressure section of an installation.

2.1 The design of an alarms HIPPS system

The conceptual design of a typical HIPPS wellhead project is shown below in Figure 1.

Three pressure transmitters PT-1, PT-2 and PT-3 are mounted downstream of HIPPS SDV's, to measure the NG pressure from wellhead to downstream flowline (voted as 2oo3).SIS system is the logic solver for these HIPPS. Upon receiving PT's pressure measurements that trigger the high set point, it shall send shut-down signals, two DO's to each SDV, they are de-energized-to-trip.

Two HIPPS SDV's are installed on the wellhead flowline. They shall be closed with 1oo2 voting upon HIPPS LS demand to shut in the overpressure from wellhead to downstream flowline. The SDV's are quarter-turn ball valves driven by pneumatic actuators that have spring-return, fail close feature.

There is a solenoid package used as the interface between LS and actuator of each SDV. There are also two QED (quick exhaust device) that are connected with solenoid package that assist the SOV in faster exhausting air during the SDV shut off, to meet required 2 seconds closing time.

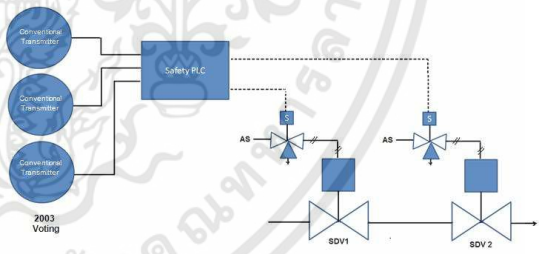


Fig.1 HIPPS System.

3. OPERATIONAL PRIORITY.

Operation Priority helps to impact analysis for design priority of alarms by consequence priority on the standard EEMUA191.

1st Priority: Safety (casualties from the hazard)

2nd Priority: Environmental (breach of environmental limits)

3rd Priority: Financial (plant damage, loss of operation)

4th Priority: Quality (off specification product)

5th Priority: Efficiency (quality give-away, less valuable products)

Finally operator should be take maximum consequence when alarm failing each Plant State, Operator's primary role, Key alarm information.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. SUMMARY CONSEQUENCES.

4.1 Verification on SIL

Whether the SIS satisfies the requirements on system configuration and PFD specified in IEC 61508/IEC 61511 is verified.

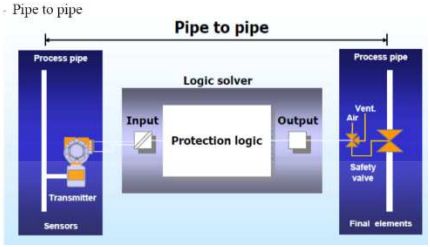


Fig.2 Principle of Pipe to Pipe.

In figure 2 show Principle of Pipe to Pipe for design safety integrity function (SIF) and find safety integrity level (SIL).

$$PFD_{AVR} = PFD_{sensor} + PFD_{logic} + PFD_{final\ element}$$

Through reliability analysis that uses fault tree or other methods, the SIS configuration and frequency of functional tests for the constituent elements necessary for achieving the SIL are determined.

The failure rate data of the SIS constituent elements used for reliability analysis are obtained from the vendor or from publicly available data sources.

Table 1 SIL Level.

SIL PERFORMANCE REQUIREMENTS

Demand mode of operation		
Savety integrity level (SIL)	Target average portability of failure on demand	Target risk reduction
4	$\geq 10^{-5}$ to $<10^{-4}$	>10,000 to ≤100,000
3	$\geq 10^{-4}$ to $<10^{-3}$	>1,000 to ≤10,000
2	$\geq 10^{-3}$ to $<10^{-2}$	>100 to ≤1,000
1	$\geq 10^{-2}$ to $<10^{-1}$	>10 to ≤100

In the functional safety standards based on the IEC 61508 standard, four SILs are defined, see table 1 with SIL 4 the most dependable and SIL 1 the least. A SIL is determined based on a number of quantitative factors in combination with qualitative factors such as development process and safety life cycle management.

The Safety Requirements Specification (SRS) is a key document in the Safety Lifecycle. The Safety lifecycle is specifies design requirements for a Safety Instrumented System (SIS). That and this document shall be used to design, implement, operate and maintain these HIPPS, in conjunction with other technical specifications.

Because if HIPPS uncontrolled high natural gas pressure from wellhead can lead to an overpressure into the ANSI 600# flowline pipe, which is not designed to withstand such significant overpressure from wellhead. Consequently causes a potential catastrophic rupture, failure of the flowline, and subsequent high pressure release of natural gas with potential for a major explosion/fire, HIPPS require target SIL-3 integrity to meet Process Hazards Analysis recommendation following reason consequence Health & Safety, Environmental, and Financial Loss In figure. 3 show risk graph methodology for qualitative risk assessment:

Consequence Health & Safety

• The effect are classified Multiple Fatalities consequence because lost time, permanent disability, severs or loss of life injuries.

Consequence Economics.

• The effect are classified Major consequence because c Asset damage / Product damage. The value is more than 1M loss.

Consequence Environment

• The effect are classified Major consequence because visible flaring event, Public exposed to hazards, Medical aid, and damage claim. Environmental contamination causing non-permanent damage.

Consequences			Demand Rate (time between demands)				
Health and Safety	Economics (Loss in €)	Environmental effect	Negligible Demand	> 20 years	4 - 20 years	0.5 - 4 years	0 - 0.5 years
Slight Injury or Health Effect	Slight < 10 k	Slight	-	-	a1	a2	a2
Minor Injury or Health Effect	Minor 10 k - 100 k	Minor	-	a1	a2	1	2
Major Injury or Health Effect	Medium 100 k - 1 M	Local	-	a2	1	2	3
1 – 3 Fatalities	Major 1 M - 10 M	Major	-	1	2	3	4 (x)
Multiple Fatalities	Extensive > 10 M	Massive	-	2	3	4 (x)	x

Fig.3 Risk Graph.

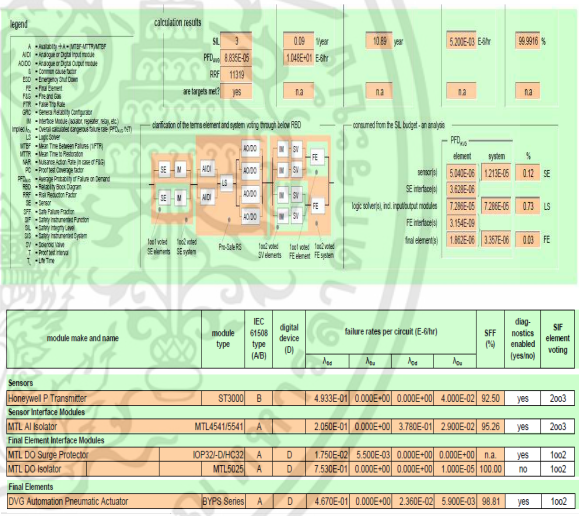


Fig.4 PFD_{AVR} Program Calculations.

4.2 Claim Probability of Failure on Demand (PFD_{AVR})

In figure. 4 show selection equipment for calculation the $SIF_{HIPPS-18}$ and PFD_{AVR} program calculation for find Safety integrity level (SIL) and all equipment have to calculation more than result SIL 3.Safety integrity level is defined as a relative level of risk-reduction provided by a safety function, or to specify a target level of risk reduction,

$$PFD_{HIPPS} = PFD_{sensor} + PFD_{logic} + PFD_{final\ element} \quad (1)$$

Where

PFD_{sensor} = Average probability of failure on demand for the sensor

PFD_{logic} = Average probability of failure on demand for the logic

$PFD_{final\ element}$ = Average probability of failure on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

demand for the final element

Ex. Solve. Calculation Result Wellhead BY-18

$PFD_{HIPPS-18}$ = 5.040E-06$_{(Sensor)}$ + 3.628E-06$_{(SE\ Interface)}$ +7.286E-05$_{(LS)}$ + 3.154E-09$_{(FE\ Interface)}$ + 1.862E-06$_{(Final\ Element)}$ $PFD_{HIPPS-18}$ = 8.835E-05=> SIL 3

SIL is a performance relate Operation Priority by priority of consequence can see in table 2.

Table 2 Alarm Object Analysis Table.

SIL	Alarm priority	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	Personnel Safety	Severe
3	Most Urgent/Critical	Public or Environment	Major
2	Low/Medium	Plant damage\loss of operation\Loss of Production	Minor
1	Least Urgent	Efficiency	
NA	Journal		

4.3 Modeling of the HIPPS system

DCS Graphic for Operate.

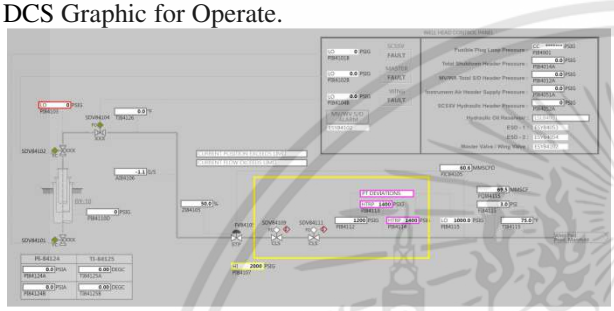


Fig.5 DCS HMI Graphic.

In figure.5 show DCS graphic HMI HIPPS system for monitor and operation include pressure transmitter voting 2oo3 detect High-High Trip (HTRP) set point sent command to de-energize two shut down valve.

LOGIC Programing.

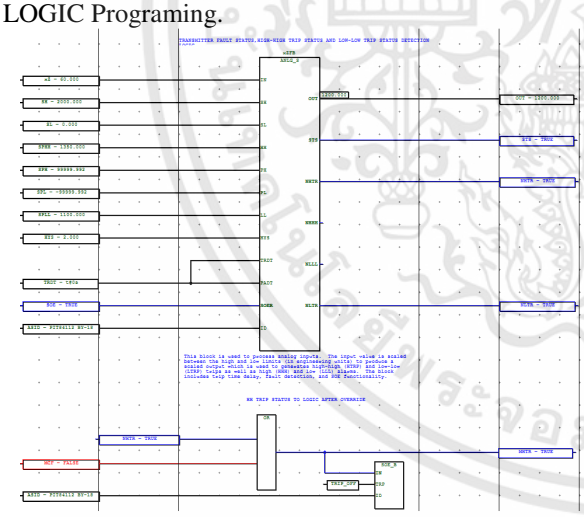


Fig. 6 SIS Programming.

In figure.6 show sample SIS (Prosafe-RS) Programming sample logic for HIPPS system by logic HIPPS System include function logic voting 2oo3, Bypass signals, Startup Override, etc.

5. ALARM MANAGEMENT AND ALARM SYSTEMS

Alarm management is the application of human factors along with instrumentation engineering and systems thinking to manage the design of an alarm system to increase its usability. Most often the major usability problem is that there are too many alarms annunciated in a plant upset, commonly referred to as alarm flooding.

Alarm systems are a very important way of automatically monitoring the plant condition and attracting the attention of the process plant operator to significant changes that require assessment or action. They help the operator.

• To maintain the plant within a safe operating envelope

• To recognize and act to avoid hazardous situations

• To identify deviations from desired operating conditions that could lead to financial loss such as off-quality product

• To better understand complex process conditions. Alarms should be an important diagnostic tool, and are one of several sources that an operator uses during an upset

5.1 Characteristic of a good Alarm

• Relevant: not spurious or of low operational value
• Unique: not duplicating another alarm
• Timely: not long before any response or not too late
• Prioritized: indicating the priority the operator deal with
• Understandable: having a clear & easy to understand message
• Diagnostic: identifying the problem that has occurred
• Advisory: indicative the action to be taken
• Focusing: drawing attention to the most important issues

5.2 Characteristic of a good Alarm

• Risk assessment: identify alarms to protect something and alarms to reduce risks, quantify the severity of consequence for alarm prioritization
• Ergonomics: interface with the operator
• Design of individual alarms: risk assessment, prioritization, operator response, alarm setting, suppression, management control
• Design integration: integrate individual alarm design to meet the given KPI such as % high priority
• Alarm system configuration: modify alarm configuration of the alarm system to the revised one (CAMS)
• Testing and commissioning: testing and evaluation of revised alarm system

5.3 Alarm KPIs

Long term alarm rate in steady operation

- More than 1 / min: not acceptable
- 1 / 2 min: over demanding (industry av.)
- 1 / 5 min: manageable
- 1 / more than 10 min: acceptable

Number of alarms displayed in 10 minutes following a major plant upset

- More than 100: excessive and of no use
- 100 – 20: hard to cope with

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Under 10: manageable if not complicated

Long standing alarms: should be fewer than 10 (fewer than 30 shelved) % hours when there were more than 30 alarms

- More than 50%: not acceptable
- 50 – 25%:hard to cope with
- Under 5%: manageable

5.4 Alarm system performance

In figure.7 show Identifying the as-is performance and targeting the performance to be achieved Parameters to be evaluated: operator's acceptance, alarm KPIs, operator interface, alarm system functionality, ancillary processes

Level 1 (Overloaded): alarm system does not work.

Level 2 (Reactive): alarm system works during normal operation. Individual alarm is not integrated.

Level 3 (Stable): alarm system is reliable during normal operation. All alarms are meaningful and well defined.

Level 4 (Robust): alarm system is reliable even in a plant upset. Operators have a high confidence to the system.

Level 5 (Predictive): Operator can operate a plant without plant upset or minimize the impact of plant upset.

Performance Levels	Typical KPIs	Typical Focus for Further Improvement
	1) Av. alarms/10min 2) Max alarms/10min 3) % hrs more than 30alarms	
1 Overloaded	> 100 > 1000 > 50%	Establish a site-specific alarm philosophy document Establish a well-defined change control process for alarms, linked to the agreed alarm philosophy Analyze alarm journals to identify 'bad actors' and address these as a priority Invest in software/hardware for electronic alarm journal archiving Survey alarm tuning parameters (dead-band, etc.) and implement generic improvement Establish minimum (e.g. paper-based) control mechanism for alarms disabled by the operator Improve alarm representation on process schematics, particularly for critical alarms
2 Reactive	100 > X > 10 > 1000 50% > X > 25%	Reinforce alarm management philosophy and ensure wide adoption Establish automated analysis and delivery of alarms system performance metrics (together with a 'bad actors' list) Implement grouping of alarms with an identical operator action, and discrepancy alarming to associated actions Carry out basic alarm rationalization to reduce the content of the alarm system to only what is meaningful (as determined by the site alarm management philosophy) and identify the correct alarm setpoints Implement software alarm shelving to support control of alarms displayed by the operator
3 Stable	10 > X > 1 1000 > X > 100 25% > X > 5%	Implement automatic dynamic alarm management for logical blocks of alarms Improve usability of manually-initiate alarm masking features Implement adaptive alarm tuning, e.g. to automatically suppress bouncing alarms Integrate the alarm response manual into the DCS alarm system interface Implement model-based multivariable alarming to provide early warning and avoid multiple single variable alarms
4 Robust	10 > X > 1 100 > X > 10 5% > X > 1%	Implement automatic event diagnosis, combining pattern matching with surveillance of analogue variables in order to diagnose critical vents that give rise to multiple alarms Implement advanced alarm filtering, to remove predictable secondary alarms Implement procedure monitors, to provide procedural support during critical operations, including identification of 'the next most important alarm/action' relevant to this task Implement model-based intelligent operator support system both (a) for individual alarms and (b) to guide the operator towards proactive intervention during normal operation rather than replying on reaction to alarms towards the edge of the operating envelope
5 Predictive	≤ 1 ≤ 10 ≤ 1%	Not Applicable – this represents the best level of performance for currently available operator/DCS technologies

Fig.7 Alarm System Performances.

After implement parameters identification of SIL condition and target settings can see in table 3.

Table 3 Parameter Alarm Object Analysis Table

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	< 3 Mins	Personnel Safety	Severe
3	Most Urgent/Critical	3 - 10 Mins	Public or Environment	Major
2	Low/Medium	3- 30 Mins	Plant damage\loss of operation\Loss of Production	Minor
1	Least Urgent	10 - 30 Mins	Efficiency	
NA	Journal	>30 Mins		

.

6. SOFTWARE CONFIGURATION PRIORITY OF ALARMS AND TEST REPOET

For case study in this paper we implement and configuration alarm priority HIPPS system by CAMS to sort the color definition gives one to one relations between table 3 and table 4.

Table 4 Parameter in CAMS Table.

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity
4	Critical	Urgent	Safety	Very large
3	Hight/Critical	Quick	Environment	Large
2	Low/Medium	Routine	Financial	Medium
1	Least Urgent			Small
NA	Logging			

Table 5 Configurations CAMS for DCS, SIS Tags.

SIL	Alarm priority	Time To Respond	Purpose / Impact	Consequence / Severity	Color
> 3	Hight/Critical	Urgent	Safety	Large/Very large	Magenta
2	Medium	Quick	Environment	Medium	Red
1	Least Urgent	Routine	Financial	Small	Yellow
NA	Logging				Gray

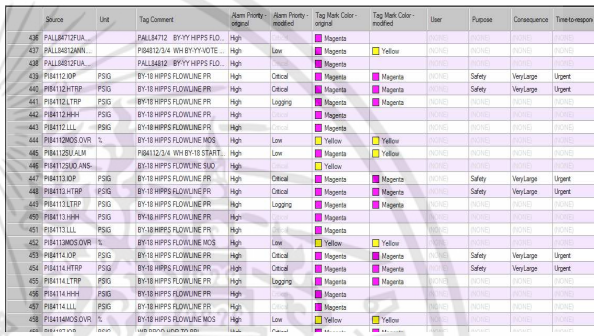


Fig.8 Alarms Management Software.

In figure.8 show tags setting alarm priority ,color when abnormal process occur ,time to operator response, etc.

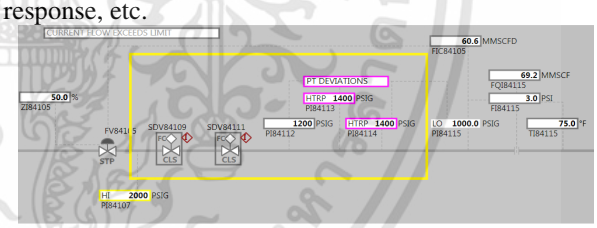


Fig.9 Simulation Case Study.

For case study in this paper can see figure.9 we simulation HIPPS system process abnormal by give high natural gas pressure from wellhead Upon detection of a high high pressure in the flowline by at least two out of three of the pressure transmitters opreator can see alarm priority magenta color, the two SDV valves will be closed by de-energizing solenoids.So Operator must be urgent action frist becase this issure is critical priority.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

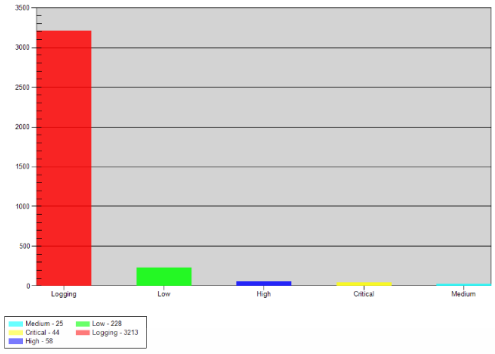


Fig.10 Engineering CAMS Report.

In fig.10 show report summarizes the results Alarm priority from case study can distributions 5 priority level include Logging , Low ,medrium ,High and Critical.

7. CONCLUSIONS.

In the paper we will study HIPPS system and using IEC 61508 IEC 61511 for design safety integrity function and find safety integrity level development process by SIL is performance relate alarm design define the Priority of alarms.

After determined SIL we using EEMUA 191 standard to manage the design of an alarm system by identifying quantify the severity of consequence for alarm prioritization, alarm KPI, Alarm system performance and interface with the operator. Will notice that after complete configuration alarms priority operator can sort priorities monitor abnormal process that should be manage critical priority first.

Alarms Management help operator manage with capabilities to control which alarms are displayed and understand when process abnormal to action and prevent the consequence Health&Safety, Environmental, and Financial loss.

REFERENCES

[1] BS IEC 61508, 1998–2000, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related

[2] BS IEC 61511, 2003, Functional safety: Safety instrumented systems for the process industry sector.

[3] The Engineering Equipment and Materials Users Association (EEMUA), 1999, Alarm Systems, A Guide to Design Management and Procurement—EEMUA publication No. 191, ISBN 0 85931 076 0.

[4] Wikipedia Website, https://en.wikipedia.org/wiki/High-iegrity _pressure_protection_system

[5] Wikipedia Website, https://en.wikipedia.org/wiki/Safety_integrity_level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Information

Safety Instrumented System
ProSafe-RS
System Overview

TI 32R01B10-01E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

YOKOGAWA
Yokogawa Electric Corporation
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan
Tel.: 81-422-52-5634 Fax.: 81-422-52-9802

TI 32R01B10-01E
©Copyright Jun. 2008 (YK)
7th Edition Sep. 2013 (YK)

Introduction

ProSafe-RS is a safety instrumented system conforming to IEC 61508. This manual explains the various features and functions of safety instrumented systems that ProSafe-RS provides.

Structure of This Manual

This manual provides an overview of the ProSafe-RS system. After reading this manual, see the other documents, such as General Specifications, Instruction Manuals, and so forth, for more detailed coverage of various topics.

This manual consists of 7 chapters. Chapter 1 explains Safety Instrumented System, from Chapter 2 to Chapter 7 explains respectively Features, System Configuration, Safety Control Station (SCS), Test Functions, Related Packages and HIS Operation and Monitoring of ProSafe-RS.

Reference Documents

As for the configuration of whole system, refer to the following document.

- Integrated Production Control System CENTUM VP System Overview (General Overview) (TI 33K01A10-50E)
- 2, “System Configuration” in CENTUM CS 3000 Integrated Production Control System System Overview (TI 33Q01B10-01E)

Target Readership for This Manual

This manual is mainly intended for:

- Managers who are planning to purchase a new safety instrumented system.
- Instrumentation, Power and Computer Engineers who are evaluating ProSafe-RS for purchase or who will be in charge of installation.

Representation of Drawings in This Manual

- Drawings are represented in this manual as illustrations; some features may be emphasized, and some simplified or omitted.
- The drawing illustrations are to help you understand the functions; dimensions, labels and visible features may differ slightly from those of actual drawings.

Trademarks

- ProSafe, CENTUM and Vnet/IP are registered trademarks of Yokogawa Electric Corporation.
- All other company and product names mentioned in this document are trademarks or registered trademarks of their respective companies.
- We do not use TM or ® mark to indicate those trademarks or registered trademarks in this document.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

All Rights Reserved Copyright © 2008, Yokogawa Electric Corporation

1. Safety Instrumented System (ProSafe-RS)

This chapter explains the positioning of safety instrumented system, safety lifecycle and safety evaluation.

Protection Layers of Plant and Safety Instrumented System

IEC 61511 utilizes the concept of protection layers in order to achieve safety, freedom from unacceptable risk. Each protection layer is required to set quantitative risk reduction goals as well as means of achieving these goals independently without interfering with other layers.

According to this idea of protection layers, safety instrumented system is positioned within the mitigation and prevention layers.

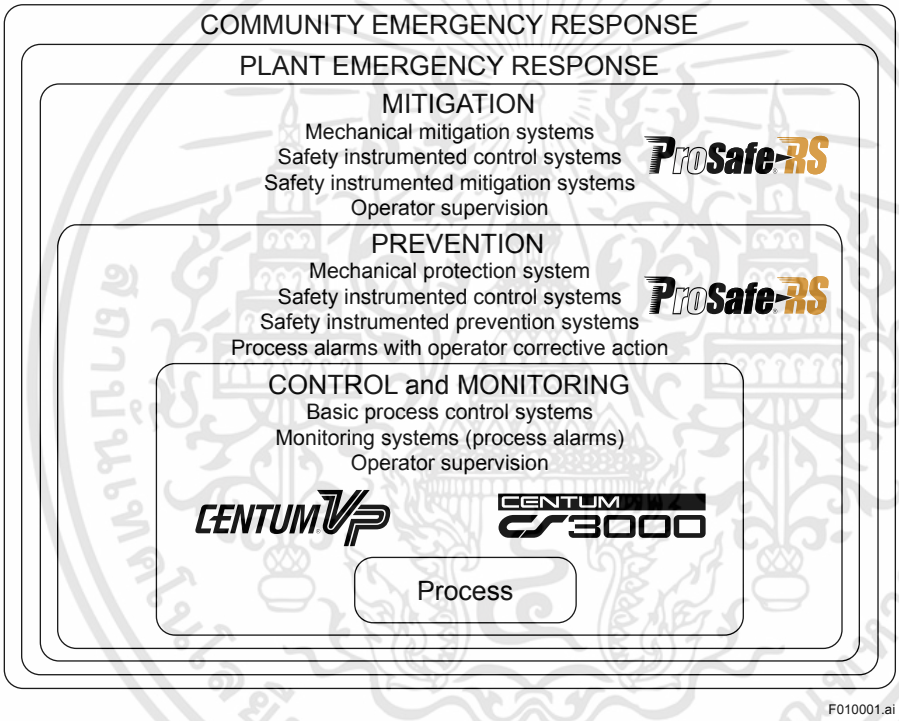


Figure Protection Layers and Positioning of Safety Instrumented Systems

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Safety Life Cycle

IEC 61508 specifies the management of safety-related systems in terms of lifecycles. In the safety lifecycle, the tasks involved, from the conceptual stage in which a basic safety instrumented system is designed to the decommissioning of the system, are divided into 16 phases as shown in the figure below, and the required tasks to be achieved in each phase are defined. The purpose of these definitions is to minimize the likelihood of human-induced errors. For example, “Hazard and risk analysis” shown in the third frame sets requirements to clarify the hazards and hazardous events that may occur in a plant and its control devices (e.g., DCS).

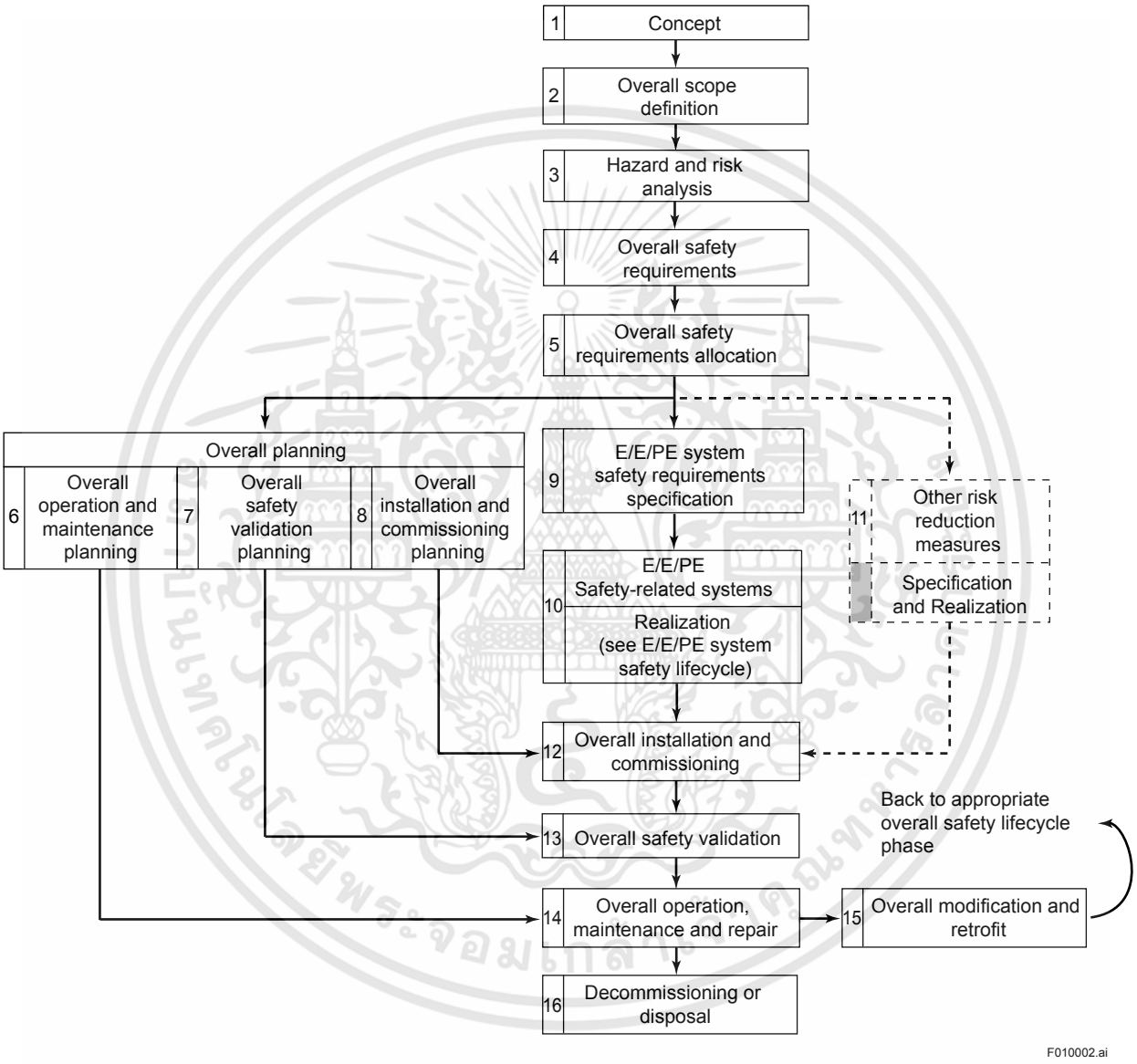


Figure Safety Lifecycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Features of ProSafe-RS

ProSafe-RS is a safety instrumented system conforming to safety rating SIL3 as defined by IEC 61508. It not only satisfies requirements to be used in safety instrumentation by itself, but also achieves higher efficiency of operations through integration with CENTUM VP or CENTUM CS 3000 R3 (hereinafter, "CENTUM VP/CS 3000").

Implementation of Control System Technologies

ProSafe-RS employs the CENTUM VP/CS 3000 architecture in its base technologies. Because of this, the following advantages can be expected.

- Basic concepts, such as hardware installation and maintenance methods, can be shared with CENTUM VP/CS 3000.
- Since connection via Vnet/IP or V net is possible, system construction and interface design are made simpler, allowing an improvement of the total engineering efficiency, including design and installation costs.

Achievement of Safety Rating SIL3 with Single Configuration

ProSafe-RS has built-in dual-redundant system matching and self-diagnosis mechanisms embedded within one CPU module and one input/output module, thus making it conform to SIL3 as defined by IEC 61508 in a single component. This allows implementing SIL3 safety loop in a single configuration together with the CPU module and input/output module.

Achievement of High Availability by Redundancy

ProSafe-RS allows selecting dual-redundant module configurations in order to achieve high availability. Since it achieves SIL3 with a single configuration, the safety level of SIL3 can be maintained even if a CPU module or input/output module on one side fails in the dual-redundant configuration.

Security Measures

ProSafe-RS is equipped with the security functions described below.

- Security by using a password for a project database and/or SCS (Safety Control Station)
- The IT security function based on Windows security feature (Revision R2.01 or later)
- Security by giving the control access permission to the user in the CENTUM VP/CS 3000 integration

Integrated Monitoring with CENTUM VP/CS 3000

ProSafe-RS realizes integration with CENTUM VP/CS 3000 and provides a communication to establish access with ProSafe-RS's SCS via Vnet/IP or V net from HIS and FCS. This function allows monitoring SCS operation using the same interface (view or window) as of monitoring FCS from HIS. FCS can read data of SCS. This can be done by the same interface (tag name) as of reading data of one FCS from other FCS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. System Configuration of ProSafe-RS

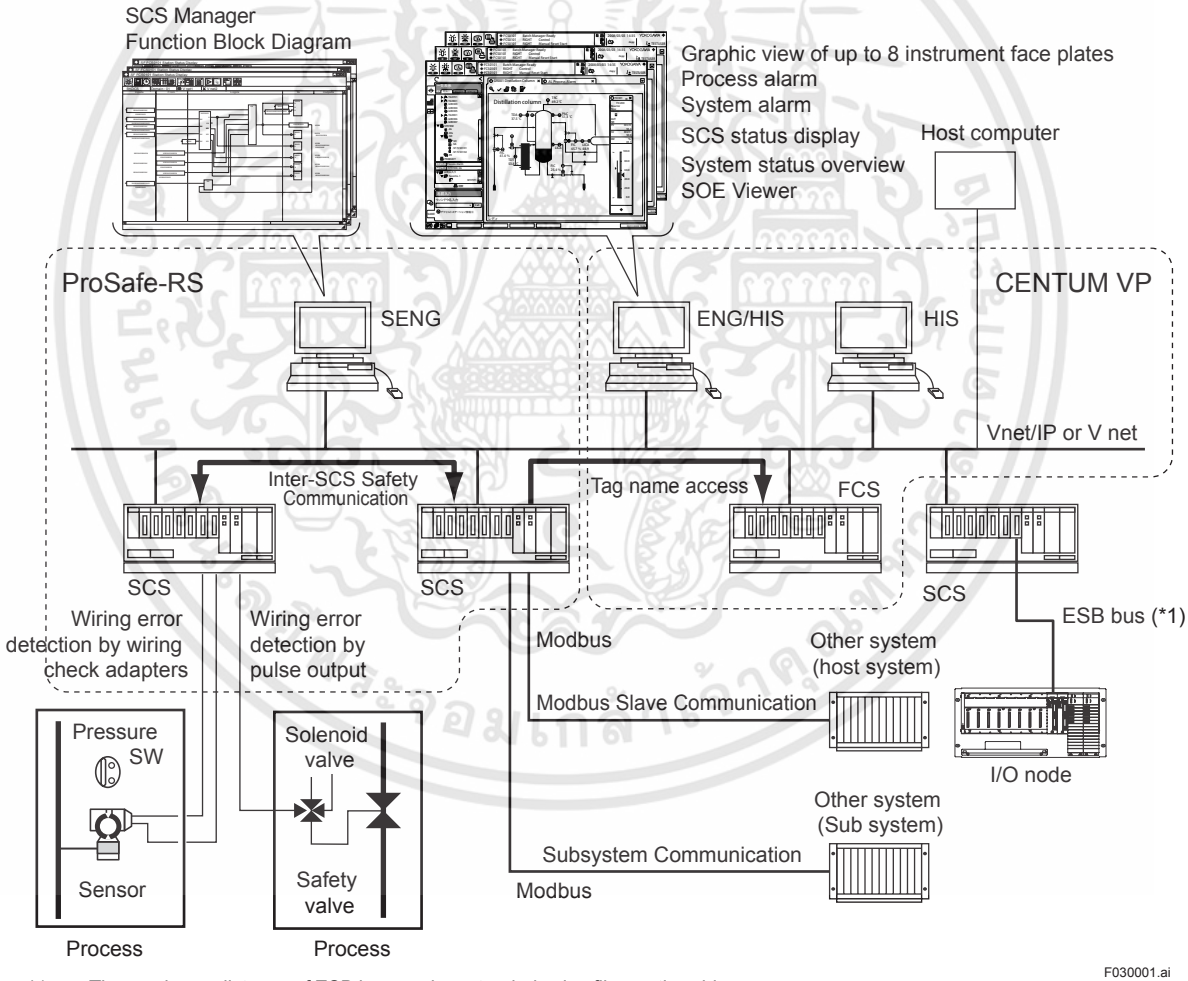
ProSafe-RS is comprised of SENGs (safety engineering PCs) equipped with engineering and maintenance functions and controller SCSs (safety control stations) for safety. The available configurations are described below.

- **The configuration in which ProSafe-RS is integrated with CENTUM VP/CS 3000**
- **The configuration in which ProSafe-RS is connected to systems other than CENTUM VP/CS 3000 via Modbus**

System Overview

In ProSafe-RS, CPU modules and input/output modules comprising an SCS are placed in single configuration and can be applied to applications of up to IEC 61508 SIL3. If it is desired to improve the availability, modules in required areas are made dual-redundant.

By using inter-SCS safety communication, it is possible to configure SIL3 safety loops across multiple SCSs via Vnet/IP or V net.



*1: The maximum distance of ESB bus can be extended using fiber optic cable.

Figure ProSafe-RS System Configuration (Example of CENTUM VP Integration Structure)

- In a CENTUM VP/CS 3000 integration structure, it is possible to monitor operations of both FCS and SCS with HIS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SCS engineering is performed from SENG. FCS and HIS engineering are performed from ENG (engineering station for CENTUM VP/CS 3000). Engineering of CENTUM VP/CS 3000 integration function is performed from both SENG and ENG.
  SENG, ENG and HIS software can be installed together in a single PC or separately in several PCs. (*1)
- Host computer that performs production control can access data of FCSs and SCSs via an OPC interface by installing the Exaopc OPC interface package of CENTUM VP or CS 3000 (for HIS).
  By using the SOE OPC interface package of ProSafe-RS, it is also possible to access SOE information of SCS from a host computer.
- In a CENTUM VP/CS 3000 integration structure on V net, it is necessary to connect SENG, ENG and HIS via Ethernet during the engineering.
- In a CENTUM VP/CS 3000 integration structure, it is possible to connect only HIS to ProSafe-RS. In this case, the configuration is the same as the above system configuration without FCS.
- Using the external communication function blocks prepared in ProSafe-RS, it is possible to communicate with external devices without interfering the safety functions of an SCS. In case of a CENTUM VP/CS 3000 integration structure, it is possible to write data in an SCS from HIS and FCS.

  Note that external communication function blocks are required when writing data to an SCS from external devices.
- It is possible to connect an SCS with other systems using Modbus communication functions. SCSs support subsystem communication functions that allow the SCS side to connect to other systems as a communication master, and Modbus slave communication functions that allow other systems to establish connections as Modbus communication masters. In both cases, communication modules are mounted on SCS nodes and used to connect with other systems.
  Note that Modbus communication functions cannot be used in safety loops. They shall be used as interference-free applications.

*1: When ProSafe-RS R2.xx and CENTUM VP R4.02 or later software are installed in the same PC, ProSafe-RS must be R2.03 or later. In the integration of ProSafe-RS R3 and CS 3000, SENG functions and ENG functions, or SENG functions and HIS functions cannot be installed in the same PC. For more detail, please contact our sales representative or your local distributor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Test Functions

The test functions of ProSafe-RS are used for effective debugging of applications, and useful in debugging when you create or change applications.

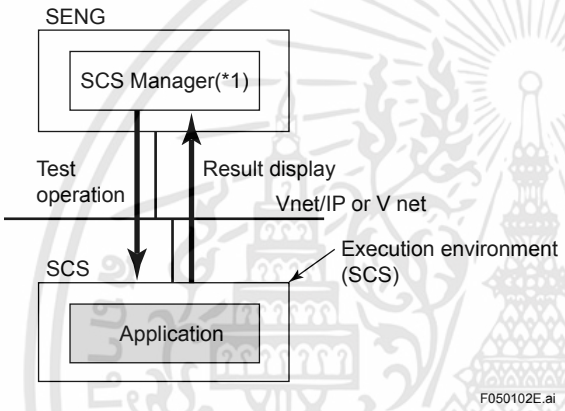
There are three types of tests, target tests, SCS simulation tests and logic simulation tests.

Target Tests

In a target test, an application is executed on an actual SCS.

It is possible to execute tests in a status where inputs/outputs are disconnected, i.e., without any input/output modules connected, using the forcing function.

In a target test, the test according to each SCS security level can be executed.



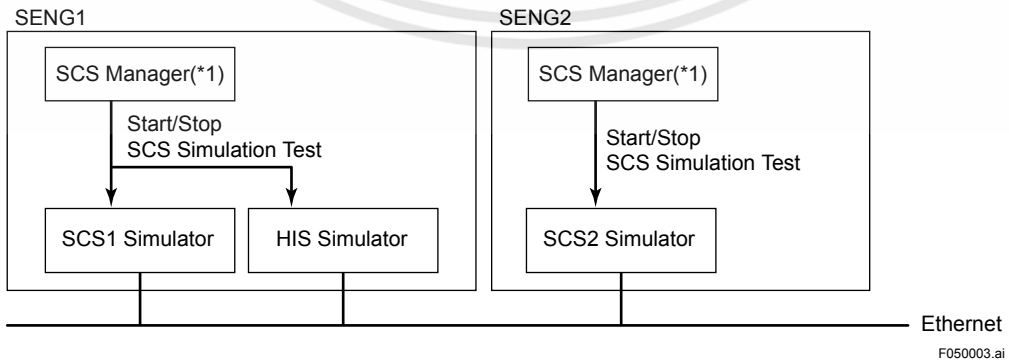
*1: A function that controls system engineering and maintenance tasks of an SCS, such as definition of applications to be executed on the SCS, database generation test functions, etc.

Figure Target Test

SCS Simulation Tests

In an SCS simulation test, an application is executed on an SCS simulator on an SENG. The integrated operation environment for CENTUM VP/CS 3000 is required.

If you use two or more SCS simulators, the test for inter-SCS safety communication can be executed. In an SCS simulation test, the test according to each SCS security level can be executed.



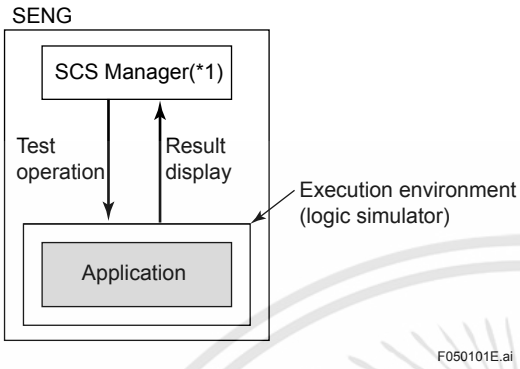
*1: A function that controls system engineering and maintenance tasks of an SCS, such as definition of applications to be executed on the SCS, database generation test functions, etc.

Figure SCS Simulation Tests

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic Simulation Tests

In a logic simulation test, an application is executed using a logic simulator on an SENG, which allows debugging application logic of each SCS. In a logic simulation test, the test regardless of each SCS security level can be executed.



*1: A function that controls system engineering and maintenance tasks of an SCS, such as definition of applications to be executed on the SCS, database generation test functions, etc.

Figure Logic Simulation Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Information

Integrated Production Control System
CENTUM VP
System Overview (General Overview)

TI 33J01A10-01EN

[Release 6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

YOKOGAWA

Yokogawa Electric Corporation
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan

TI 33J01A10-01EN
©Copyright Mar. 2015 (YK)
5th Edition Dec. 2018 (YK)

1. CENTUM VP Overview

Yokogawa is the world's first company that introduced the distributed control system (DCS) in 1975 - the first series of CENTUM Systems. Ever since, Yokogawa kept developing and enhancing the CENTUM series systems by complying with what customers (managers, operators, engineers, and so on) requirements. As the generations of CENTUM advanced Yokogawa kept improving its product quality achieving the highest level of reliability in the market. CENTUM systems have been adopted by customers around the world to control and monitor their industrial plants.

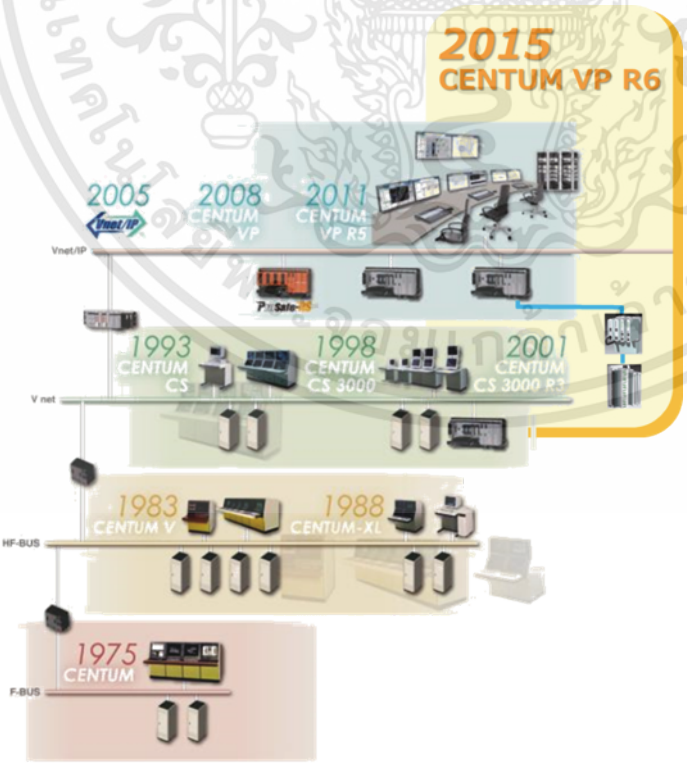
1.1 History of CENTUM

Innovations of operation in the process industries have come a long way since the age of panel-mounted loop controllers. In early 1970s, a panel operator was assigned for operation per panel. However, by the introduction of a DCS, operators' ways of working have drastically changed. Operators can grasp the plant-wide operation by sitting in a central control room (CCR). And their work scope has largely been extended.

The CENTUM systems kept evolving to increase productivity and improve plant operations in the past 40 years, and CENTUM VP is the 8th generation of the CENTUM Series. Yokogawa has adopted the latest state-of-the-art technologies of the time to develop the systems, keeping return on the investment (ROI) and the total cost of ownership (TCO) in minds.

Yokogawa has always been offering a smooth upgrade path from an existing CENTUM system into the latest one. It provides customers the benefits of using the existing system as long as they wish yet allows them to adopt the latest technologies with a minimum investment. Yokogawa's CENTUM systems have been replaced with the latest ones smoothly with minimum shutdown time.

Yokogawa continually endeavors to meet customers' needs by providing highly reliable control systems based on the leading edge technology.



F010101.ai

Figure History of CENTUM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 CENTUM at Work

Yokogawa has sold over 25,000 CENTUM projects in all kinds of industrial plants worldwide such as oil and gas, petrochemicals, chemicals, power, pulp and paper, pharmaceuticals, food, iron and steel, waste, and water and sewage treatment. The majority of the customers are from oil and gas, and petrochemical industries. It means that once the CENTUM system is delivered and start its operation, it has to be in operation non-stop.

In the past 40 years of experience, Yokogawa is reputed with the high reliability of the CENTUM system winning customer satisfactions. Yokogawa is engaged in the global purchase agreements with world major customers as their sole instrumentation supplier. Yokogawa needs only one project to convince customers of our capability and win trust. Once Yokogawa system is delivered, customers stay with Yokogawa.

As of March, 2015

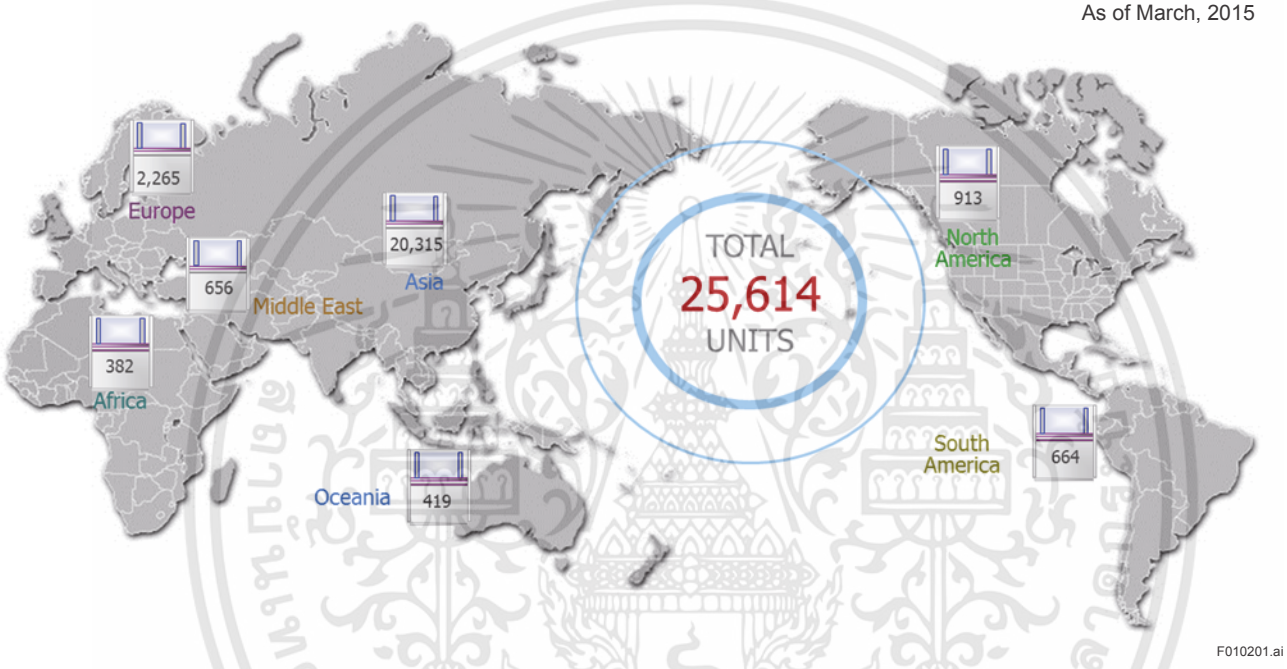


Figure CENTUM at work

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 CENTUM VP Advantages

For Operations

- **Safe and unified plant operations**

  Universal interface for control, safety, and asset intelligence.
  Embedded mechanisms to prevent information overload

- **Non-stop improvement**

  Continuous systemization of operational best practices and context specific operational advisories.

For Engineering

- **Flexible system design is enabled by the new engineering environment**

  Automation Design Suite (AD Suite) is a new integrated engineering environment released from CENTUM VP R6, which enables to design and configure control applications independently from configurations of FCSs or I/O module assignments. The I/O design can also flexibly be changed even after designing the control applications.

For Controllers

- **Highly-reliable controllers**

  CENTUM's FCS is highly reliable: it hardly fails, keeps operating normally even if it is failed, and quickly recovers from failures. These features are the foundation of the long and stable operations of the plant.

  With CENTUM VP R6, a new controller complying with the N-IO (*1) has been released.

*1: A single type of I/O module handles all DI, DO, AI, and AO signals which are changeable by the software. For details, refer to System Overview (for FCS) (TI 33J01A12-01EN).

For Production Management

- **Faster Plan, Do, Check, and Act cycle for agile adaptation**

  MES and enterprise system integration is enabled by using S95 andB2MML standards

- **Secure and standard-based information integration**

  Built-in control network security certified by experts

For Maintenance

- **Continuous evolution without compromising asset availability**

  Evergreen evolution with online upgrades and modifications. It is the most reliable platform with no single point of failure

- **Long-term investment protection**

  Upgrade paths is incorporated before any new release. We have over 40 years of backward compatibility.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For Project

- **Faster project execution with fewer integration risks**

  Single-source integrated solutions for control system (DCS), safety instrumented system (SIS), embedded plant information management system (PIMS), intelligent RTU & SCADA, and turbine controller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. System Configuration

CENTUM VP has a simple & common architecture consisting of human machine interfaces called human interface station (HIS), field control stations (FCS), and a control network. These three basic components support facilities from the tiny to very large and complex with up to 1,000,000 tags.

The Design Concept of CENTUM VP System Configuration

CENTUM VP is designed based on the concept to keep the plant operation availability high. Customers expect Yokogawa products to perform its functions without failure so that the plant operations shall not stop. Yokogawa developed our own FCSs so that we can meet up with the customers' expectations. Quite a number of FCSs are still in operation even after 20 or more years passed since those are originally installed. It is owing to the high quality of the products themselves that has been supported by the total serviceability such as skilled manufacturing, quality control, after sales service and appropriate training.

Self-independent Controller

CENTUM VP's FCSs are designed to work without HIS. The fundamental controls can be done only by the FCSs, and all the process data, control logic, and procedures are contained in the controllers. HIS works only as a monitor screen under the normal condition. In Yokogawa's system configuration, FCSs are acting like servers and HISs as clients. The hardware availability of FCS (=server) is 99.99999% which comes from the basic policy in product designs. Our FCSs are designed; (a) not causing failures easily (fault-avoidance), (b) to continue controlling the plant even it fails (fault-tolerant), and (c) to recover from failures as quickly as possible (maintainability). It is the crystallization of Yokogawa's leading edge technology.

Why CENTUM VP does not have Client-Server Concept?

In a typical server-client configuration, when the server fails, all the client HMIs come to stop. It means that all the controls and the data of the plant are lost until the server is recovered. This is certainly not an acceptable situation for plant operations in reality. In order to prevent server down as much as possible, an expensive server machine is needed or to have a redundant configuration.

CENTUM VP's Field Control Stations (FCSs) are far superior to the PC servers on account of availability, even those with redundant configuration. Each FCS runs independently that hedges the risk of causing serious damage to the plant by a single failure.

PC servers become obsolete in a few years of cycles, but FCSs with appropriate maintenance runs for many years. The robustness of FCS saves the cost of repairs and damages to the plants as the plant does not fail. In the viewpoint of total cost of ownership (TCO), Yokogawa's FCS is more economical.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CENTUM VP Components

In this section, a term “PC” means an Intel x86-based computer which has inherited IBM PC/AT compatible machine, and it runs on the Microsoft Windows OS. The PC means not only a personal computer but also a workstation and a server.

Human Interface Station (HIS)

CENTUM VP uses a PC for its human machine interface. It is called HIS when the software packages for Operation and Monitoring Functions are installed there.

Engineering Station (ENG)

ENG is a computer with Engineering Function software packages of AD Suite. AD Suite consists of Automation Design Server (AD Server), Automation Design Organizer (AD Organizer), and VP Builder. ENG allows you to use AD Organizer and VP Builder of AD Suite.
For details on AD Server, AD Organizer, and VP Builder, refer to Chapter 3.

Field Control Station (FCS)

FCS is a high reliability controller designed and manufactured by Yokogawa. It performs control computation functions for each function block and input/output functions for process and software inputs/outputs. FCS hardware can be selectable from a cabinet type or a rack-mountable type. It consists of a field control unit (FCU) and node units to mount input/output modules. It enables to configure a scalable system by connecting several node units in a FCS in accordance with the I/O points.

Generic Subsystem Gateway (GSGW)

GSGW is a station for operation and monitoring subsystems. By using a PC as a platform, it establishes subsystem communications via OPC DA(*1) interface defined by the OPC Foundation. Subsystem data is assigned to the GSGW’s function blocks to be controlled and monitored via HIS in the same manners as other control stations.

*1: Open Product Connectivity, Data Access

System Integration OPC Station (SIOS)

SIOS is a station to integrate CENTUM VP and the third-party process control systems (PCSs). It enables CENTUM VP to exchange data with and receives alarms and events from the third-party PCS via OPC interface.

Unified Gateway Station (UGS/UGS2)

UGS/UGS2 is a station exclusively used for Vnet/IP to integrate CENTUM VP and subsystem controllers such as STARDOM controllers (FCN/FCJ) and other third-party programmable logic controllers (PLCs). Its standard function allows CENTUM VP to communicate with subsystem controllers via various communication protocols such as OPC DA, OPC A&E (*1), Modbus, Ethernet/IP, or IEC 61850 IED. UGS/UGS2 enables CENTUM VP to control and monitor those subsystems in the same way as CENTUM VP FCS. UGS/UGS2 can be configured in dual-redundant using 2 computers.

*1: Open Product Connectivity, Alarms and Events

Advanced Process Control Station (APCS)

APCS performs advanced control and computation functions for improving plant operation efficiencies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bus Converter (BCV)

BCV relays CENTUM VP communications with other CENTUM VP and older CENTUM systems such as CENTUM CS 3000, CENTUM CS 1000, CENTUM CS, CENTUM-XL, CENTUM V, and μXL.

V net Router (AVR)

AVR connects and transmits control communications between the Vnet/IP and V net domains. The control data can be sent and received in both ways between the Vnet/IP and V net domains. It enables control and monitoring of the control stations among other domains.

Wide Area Communication Router (WAC Router)

WAC Router is a relay equipment to connect 2 Vnet/IP domains via Wide Area Network (WAN). Operations and monitoring that are distributed in remote areas can be realized.
Satellite communication can also be used as a WAN.

Layer 2 Switch (L2SW)

L2SW relays communications among devices connected to the Vnet/IP network. The Vnet/IP domain refers to the Vnet/IP system area connected by L2SW. Use L2SW with 1 Gbps communication speed in the Vnet/IP domain.

Layer 3 Switch (L3SW)

L3SW relays communications among Vnet/IP domains. Use L3SW with 1 Gbps communication speed.

Control Network (Vnet/IP)

“Vnet/IP” is an IEEE802.3 Ethernet compliant, 1Gbps redundant network. The control network links stations such as HIS, FCS and BCV. It incorporates Yokogawa’s technology to achieve deterministic, reliable, and secure communications.

Digital Fieldnetworks

CENTUM VP supports FOUNDATION fieldbus, HART, PROFIBUS-DP, DeviceNet, Modbus, Modbus/TCP, Ethernet/IP, and ISA100.11a field wireless network.

Network-based Control System (STARDOM)

Yokogawa’s intelligent-hybrid remote telecommunication controllers are ideal for the oil and gas upstream market. They can be seamlessly integrated, via the UGS, to CENTUM VP.

- **Autonomous Controller (FCN/FCJ)**

  These controllers utilize the global Standard IEC 61131-3 as the engineering tool.

- **Versatile Data Server Software (ASTMAC VDS)**

  VDS is a SCADA software which uses Web browser (Internet Explorer) for HMI display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Safety Instrumented System (ProSafe-RS)

This is Yokogawa's TÜV SIL3 certified premier safety instrumented system. It incorporates Yokogawa's own Pair and Spare and Vnet/IP technologies and offers unprecedented synergy with CENTUM VP.

- **Safety Control Station (SCS)**

  SCS is a Yokogawa manufactured safety controller that executes logics for systems including interlock, emergency shutdown and fire and gas protection.

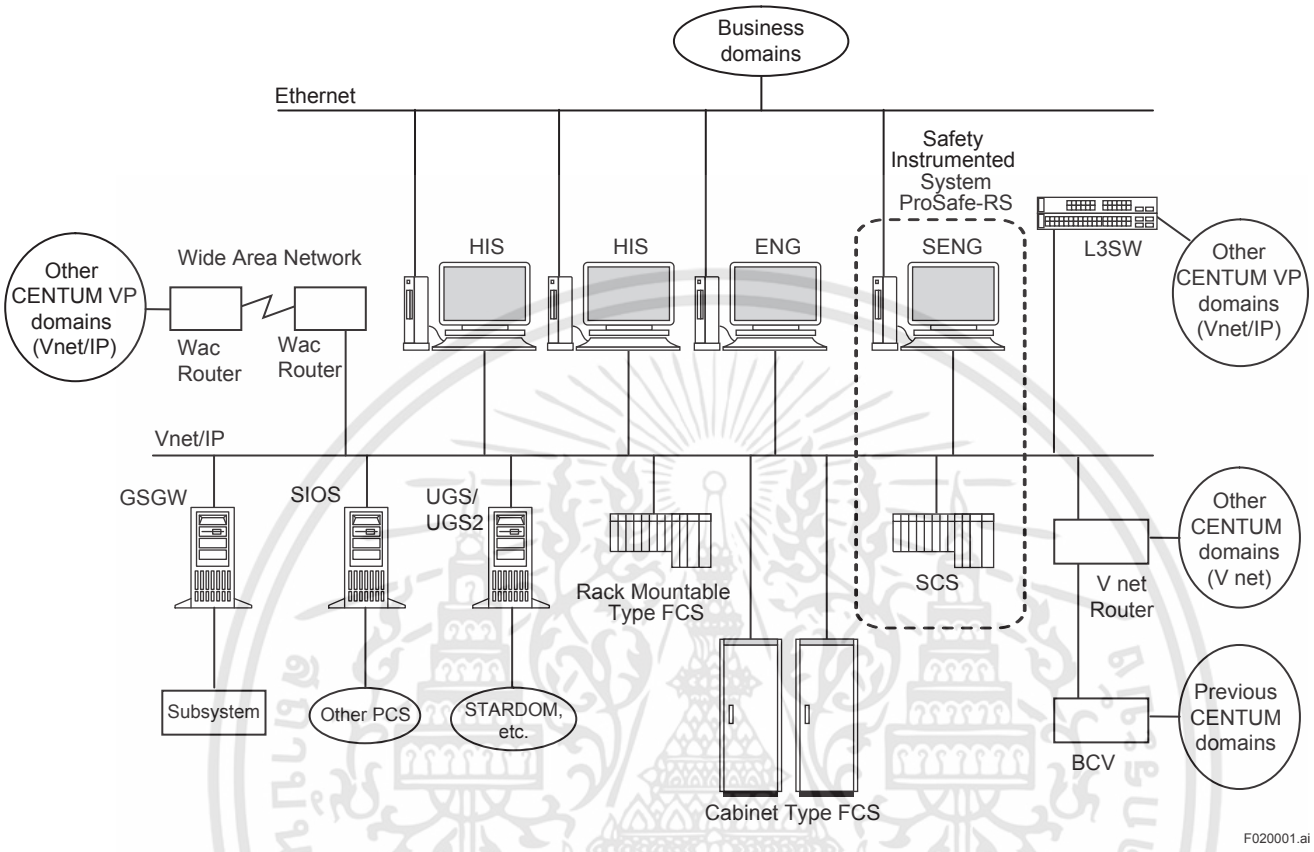
- **Safety Engineering Station (SENG)**

  An off-the-shelf PC that performs SCS generation and maintenance management.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overall System Configuration

The below drawing shows an overall system configuration of the CENTUM VP integrating previous CENTUM system, the ProSafe-RS safety instrumented system, and other subsysems.



CENTUM VP system specifications are shown below.

- Number of tags that can be monitored: 100,000 tags
- Number of stations that can be connected: 256 stations

CENTUM VP can expand the specifications for a very large system.

- Number of tags that can be monitored: 1,000,000 tags
  (When using VP6H4000 Million Tag Handling Package. See GS 33J05K10-01EN.)

If an expansion of the number of stations is required, please contact to Yokogawa's sales representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Control Logic Dependency Analysis

A list of tag names connection destination of analysis keys is displayed in the control logic dependency analysis. Furthermore, a list of destination beyond the connection destinations can also be displayed using the connection destinations as new analytical keys in a hierarchical format. Each of the dependency elements displayed in a hierarchical format can be collapsed or expanded as needed.

Analysis key (control logic dependency)

- Tag name
- Tag name.data item name
- User-defined label name

The dependency is displayed in a hierarchical format with the analysis key on the top as shown in the following figure.

<Tag name> (Analysis key)
- <Tag name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)
- <Element name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)

<Tag name> (Analysis key)
- <Tag name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)

<Tag name>.<Data item name> (Analysis key)
- <Tag name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)
- <Element name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)

<Tag name> (Analysis key)
- <Tag name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)
- <Element name>.<Data item name> (Item related to the analysis key)

F030503.ai

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logical and Physical Relationship Analysis

The logical attributes and physical assignment of I/Os can be displayed in a logical and physical analysis function view.

Analysis key (logical and physical relationship)

- Application module name
- Tag name
- P&ID tag name
- Station name
- I/O module name

The table below shows the items displayed in a logical and physical relationship view.

Table Display Items in Logical and Physical Relationship View

Category	Display item	Description
Logic	Flag display	Displays the cause flag and impact flag.
	P&ID tag	Displays the P&ID tag name.
	I/O tag name	Displays the I/O tag name or user-defined label name.
	Module	Displays the application module name to which the I/O is connected.
Physical	Flag display	Displays the cause flag and impact flag.
	VP project	Displays the VP project name.
	Station	Displays the station name.
	Train	Displays “IOM” for the I/O of an FIO module. N-IO Displays “IOM2” for the I/O of an N-IO module.
	Node	Displays the node number.
	I/O module	Displays the model of the I/O module.
	Unit	Displays the unit number. Blank for the I/O of an FIO module.
	Terminal	Displays the terminal number.

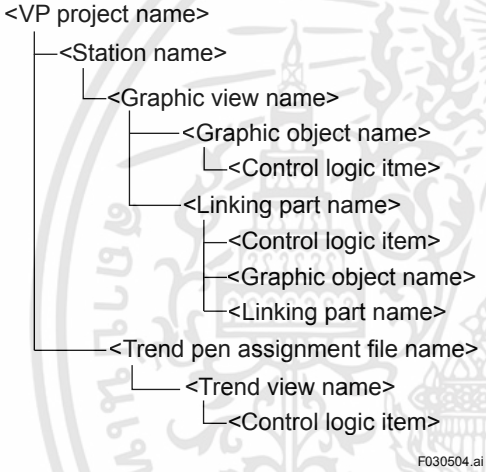
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graphic Dependency Analysis

The following graphic objects including the analytical key can be displayed in a hierarchical format in a graphic dependency analysis view in the same way as with the control logic dependency analysis.

- Analysis key (graphic dependency)
- VP project name
- Station name
- Window name
- Trend file name
- Tag name
- Graphic object name

The graphic objects including the analyticalsis key are displayed in a hierarchical format as follows.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Information

Alarm Management Handbook
The CAMS Concept

TI 33Q02C20-31E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

YOKOGAWA ◆
Yokogawa Electric Corporation
2-9-32, Nakacho, Musashino-shi, Tokyo, 180-8750 Japan
Tel.: 81-422-52-5634 Fax.: 81-422-52-9802

TI 33Q02C20-31E
©Copyright Dec. 2006 (YK)
2nd Edition Feb. 2010 (YK)

ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้ง

Introduction

This Technical Information (TI) introduces the background on how Yokogawa devised a new alarm management concept, “CAMS” - Consolidated Alarm Management System, as well as an overview and the scope of realization in CAMS for HIS, the first CAMS-based product, to customers who are:

- up against alarm flooding;
- considering rationalization of alarms;
- considering integration of distributed alarm systems;
- considering the enhancement of DCS’s alarm monitoring functions;
- not satisfied with the current practices of alarm rationalization or improvements

References

- EEMUA (The Engineering Equipment and Materials Users Association) “Alarms Systems, a guide to design, management and procurement.” EEMUA Publication 191, 1999
- Bransby, M. L. and Jenkinson, J. “Survey of alarm systems in the chemical and power industries.” HSE Research Report CRR 166, 1998
- Health & Safety Executive. “The explosion and fires at Texaco Refinery, Milford Haven, 24 July 1994.” HSE, 1997
- Yasunori Kobayashi “Advanced Operation Assistance Solutions for Operator Enhancement and Optimization.” Yokogawa Giho, Vol.50 No.3 2006

Trademarks

- CENTUM, Exaquantum, ProSafe, and PRM are registered trademarks of Yokogawa Electric Corporation.
- STARDOM is a trademark of Yokogawa Electric Corporation.
- Other product and company names may be registered trademarks of their respective companies (the TM or ® mark is not displayed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Backgrounds on How YOKOGAWA Devised CAMS Concept

1.1 Alarm Flooding May Cause Plant Accidents

Health & Safety Executive (HSE), a British agency, and other expert groups investigated disasters that occurred in various industrial plants in the 1990's. They found that a part of these accidents were caused by operators who overlooked important alarms or made erroneous judgment because of alarm flooding. Direct and indirect losses incurred from accidents are sometimes so great that they may be a question of life or death for a company; therefore, every company involved in the industrial automation industry has to consider countermeasures against alarm flooding.

1.2 Causes and Solutions to Alarm Flooding

Alarm flooding is the condition where many alarms appear continuously and monitoring panels are filled with alarm messages. Alarm flooding occurs by one or combination of the following factors.

Increment of the Number and Types of Alarm

- The number and types of standard alarms increased remarkably since the advent of the DCS in the 1970's.
- A variety of instruments broadcast alarms – e. g. field instruments, SCADA, DCS systems, safety instrumented systems, asset management systems, MES systems, ERP systems, etc.
- Along with the progress of the integration of the plant information, operators have to deal with more alarms.
- Advanced alarms such as predictive alarms and diagnostic alarms were added for operators to respond more quickly and appropriately.

Expanding the Monitoring Range

Operators began to monitor a part of the following alarms.

- System alarms from field instruments and safety instrumented systems for safe operation of the plants;
- Alarms from relevant instrumentation and from upstream and downstream of the plants for efficiency in operation;
- Alarms from production management systems for prompt and flexible operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lack of Alarm Management

- The rules to “define alarms with thorough considerations” have become obsolete now, while alarm setting units were used to create alarms in the age of panel instrumentations,
- In the batch process plants, alarms are designed and managed (changes of alarm set value and on/off mode of the unnecessary alarms by each operation mode) based on TPO (Time, Place and Occasion). This practice is not common in continuous process plants.

Lack of Functions and Performances in Alarm Systems

- The current alarm systems do not have sufficient functionalities and performances to support and implement rationalized alarm management such as to define alarms with thorough considerations and to buzz alarms in accordance with TPO.
- Operators become less skilled when the ratio of automation has increased and skilled operators retired of the age. Moreover, current alarm messages do not indicate the root causes of the alarms or how to solve the alarms, e.g., “tank level low,” that prevent operators to respond immediately.
- Even the skilled operators can respond only to the limited number of alarms on the spot. However, the current alarm systems do not have the ways to reduce the operator loadings when it exceeds the operator’s capacity.

From the above reasons, it is necessary to adopt new alarm systems to rationalize alarms to expand the operators’ scope of operation and monitoring while the number and varieties of alarms increase, yet it is important to secure the safety operations of the plants.

1.3 EEMUA Publication No. 191 Alarms Systems

Under these circumstances, the Engineering Equipment and Materials Users Association (hereafter abbreviated as EEMUA) issued a publication No. 191 Alarm Systems in 1999. EEMUA is a guideline to design, management and procurement of an ideal alarm system written by major multinational companies in the petroleum, gas, chemical, and power industries. Here described the EEMUA’s approach to the alarm rationalization, which are quite fundamental as described in the paragraphs earlier in the chapter.

- Define only good alarms in compliance with the standards as follows;
  - Relevant (appropriate)
  - Unique (not redundant)
  - Timely (neither too prompt nor too late to be dealt with)
  - Prioritized (indicates priority of alarms to the operators)
  - Understandable (includes brief and easy-to-understand messages)
  - Diagnostic (specifies problem)
  - Advisory (indicates how to deal with the alarms)
  - Focusing (concentrates on the prioritized alarms)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Among the defined alarms, only necessary alarms are issued based on the TPO by suppressing the following examples;
  - Multiple alarms generated from a single process (e.g. “High” alarm in “High- High” alarm)
  - Alarms from out of service plant units
  - Unnecessary alarms based on the operation mode (e.g. start-up and shutdown operations, normal operation, recipe changeover)
  - Chattering alarms

In other words, EEMUA takes an approach to cutting off the source of alarm flooding problems under thorough controls so that unnecessary alarms are not defined or appeared. This idea of EEMUA has been adopted by the companies which took part in creating of the guidelines and widely spread into the industries in the early 2000’s. The introduction of EEMUA guidelines brought successful results to those companies that made investments on purchasing the new alarm systems with enhanced alarm design and management functions and on engineering for rationalization of alarms.

1.4 EEMUA Issues

A company has to review all the existing alarms in order to “implement a drastic rationalization of alarms based on the EEMUA guidelines in an existing plant to reduce alarm flooding.” For instance, if there are 10,000 tags in the plant, it means the company has to repeat 40,000 times of work to review four types of alarm - the high-high limit, high limit, low limit, and low-low limit. Moreover, it is an enormous work to do trying to manage those 40,000 alarms by TPO. Alarm rationalization based on the EEMUA guidelines should be phased in over a long period of time and it requires long-term investment and work. Because this is a top-down improvement, the commitment from the management is indispensable. If the continuous support from management is not available, there is a risk of terminating the alarm rationalization incomplete.

Alarm rationalization based on the EEMUA guidelines is essential and the most desirable approach; however, it takes a long period of time until projects are completed. During the transition period, it is the main issue how to reduce the risk of causing accidents by alarm flooding.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 Changes in Ways of Thinking

Yokogawa concluded the solutions to the EEMUA guideline is as follows.

- The ultimate goal is for operators to monitor only necessary alarms at the right time.
- If only necessary alarms are informed to the operators at the right time, even though many unnecessary alarms are still generated, it can be treated as there is no alarm flooding.
- This idea is quite reasonable when considering the latest environment for industrial process control where various kinds of systems generate variety of alarms. If operators who receive and monitor alarms can decide the necessity of each alarm among different systems with different alarm design and management functions, it is more practical to reduce alarm flooding in shorter period of time.
- It will be appreciated, in the future, if a new alarm management system is provided with both an essential approach based on the EEMUA guidelines and an operator-initiated practical approach.
- This is suitable for current situations of the plants where the integration of information is in progress.

It sounds easy when the results are shown, but it is difficult to be the first one to come up with the new idea.

1.6 Target Users and Expansion of the Scope of Application

The article 1.5 described ideal situations of a future alarm management system, specifically about an operator's real-time alarm monitoring. However, alarms (and events) occurring in plants have been used in various ways by many users.

Table: Examples of Users and Applications of Alarms & Events

Applicable A&E	Real-time A&E	Historical A&E (Combination of Real-time A&E and Evacuated SOE)					
Application Users	**Real-time Monitoring**	**Offline Check**	**Alarm KPI Report**	**Operation Analysis**	**Shutdown Analysis**	**Change Management**	**EEMUA Alarm Design**
Operator	○					○	
Shift Manager	○	○				○	
Production Staff		○	○	○	○		
Maintenance		○					
System Maintenance			○			○	○
Services by System Vendors		○	○				
Relevant Plant Operators	○						

A&E : Alarms & Events
KPI : Key Performance Indicator
SOE : Sequence of Event

Integrating the above information, the ideal solutions to the alarm management system can be described as below:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In the current plants where the integration of information is in progress, it is very effective if all the relevant users use only necessary alarms & events at the most suitable timing and depending on the purpose of usage among all those alarms & events generated.

This fundamental design concept is summarized as the “Consolidated Alarm Management System (CAMS) Concept” and the details are described in the following sections.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. CAMS Concept

2.1. The Basic Concepts – Three Consolidation Items

"C" for CAMS (Consolidated Alarm Management System) stands for "Consolidation" and it represents three things. And these three consolidations form the center of the CAMS concept.

1. Consolidated Acquisition of Alarms & Events, such as:
   - Real-time alarms & events
   - Sequence of Events (SOE) saved at shutdown

2. Consolidated Storage of Alarms & Events, such as:
   - Real-time alarms & events
   - Sequence of Events (SOE) saved at shutdown
   - Alarms & events generated by a new alarm management system

3. Consolidate Management of Various Applications that uses Alarms & Events, such as:
   - Real-time alarm & event monitoring (online monitoring)
   - Historical alarm & event viewer (offline viewer)
   - Alarm configurator (alarm design function)
   - Alarm KPI report (alarm system enhancement)
   - Alarm & event analysis (operation and shutdown analysis)
   - Alarm set value change management (e.g. threshold changes and alarm suppression by operators)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The basic design concept of CAMS is as shown below:

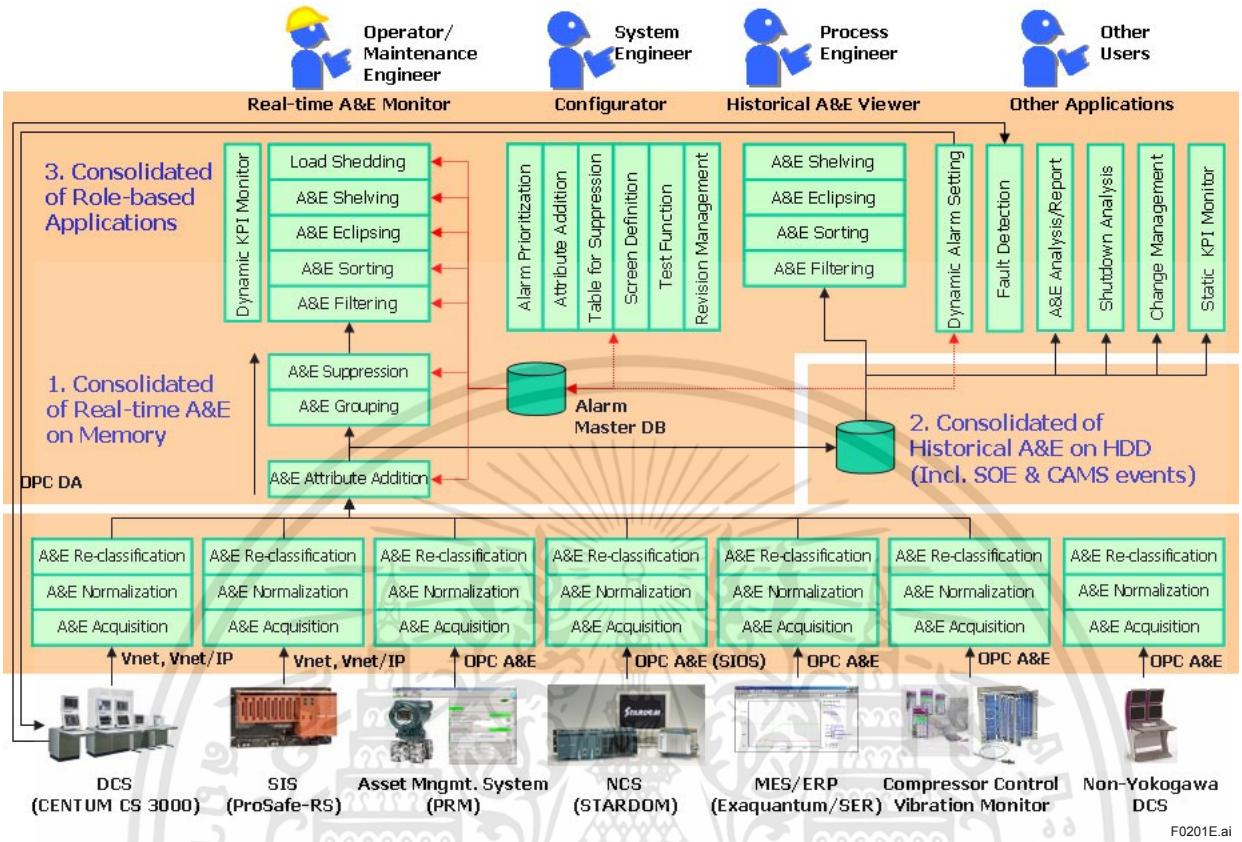


Figure: Basic Design Concept of CAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Implementing Real-time Alarm & Event Monitoring

This section describes how to implement real-time monitoring by operators.

A new alarm processing and display system is required to let operators monitor only necessary alarms at the right time by extracting the ones they need in reference to EEMUA approach. The following chart describes the concept in order of the alarm processing procedures.

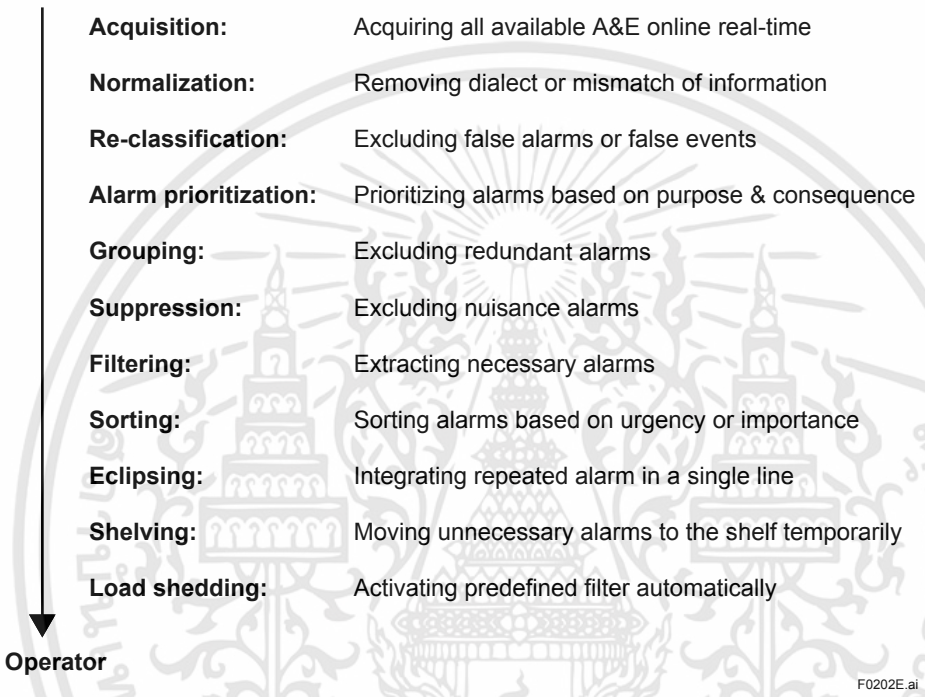


Figure: New Alarm Processing and Display System

Alarm Processing Functions

Acquisition of Alarms & Events

Operators are to acquire all the alarms & events for monitoring online and real-time. The corresponding communication interfaces are as follows;

- DCS Control Bus Communication
- OPC Alarms & Events
- FTP
- Serial Port
- Manual Inputs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Normalization of Alarms & Events

Acquired alarms & events are normalized in order to eliminate the differences in descriptions and levels;

- Standardizing the notation of alarms & events, e.g. High, HI, and H+.
- Standardizing alarm priorities uniquely defined for each system.
- Standardizing plant hierarchy uniquely defined for each system.
- Adopting UTC time stamp (if it is not done)

Re-Classification of Alarms & Events

Segregating events out of all the acquired alarms and re-classifies them as the events. Similarly, alarms are re-classified as the alarms out of all the acquired events.

Alarm Prioritization

Deciding the priority of alarms quantitatively and defining only necessary alarms by the purpose and consequences of the alarms. This is a support function for alarm designing suggested by the EEMUA guidelines.

Detailed Registration of Alarms & Events (Additions of Identifiers)

Operators can add unique identifiers to monitor only the necessary alarms at the right time by selecting the information. Samples of the identifiers are as shown below:

- Purpose of Alarm Monitoring

  Defining purposes of alarm monitoring on the view points of safety, environment and economy enables sorting of alarms objectively.

- Alarm Applications

  Defining alarms based on applications such as operations, maintenance, productions planning, etc. to sort alarms later.

- Operation Mode to be Monitored

  Unnecessary alarms can be eliminated from monitoring target by defining operation modes that must be monitored; such as start-up, normal operation, load changes, recipe changes and shut-down. As for “start-up” identifier, zero (0) is defined as unnecessary alarms and one (1) is for alarms to be monitored. In this way, during the start-up period, operators can only respond to the alarms that shows the value of one (1).

- Time to Respond

  Defining the time allowed for responding to the alarms such as 15 minutes, 30 minutes or one hour, and by using the message sorting function on the monitoring window, alarms are shown in the order to be treated first.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detailed Registration of Alarms & Events (Addition of Value-added Information)

By adding value-added information enables operators to respond to alarms & events quickly and accurately. It is suggested to have multiple and different layers of value-added information by the operators' role-basis (e.g. board, field or shift manager). Followings are the samples of the value-added information.

- Assumed causes of alarms
- Operators' Required Actions (in accordance with the listing orders)
- Operators Actions taken to the same alarms occurred previously
- Information to be monitored simultaneously (graphics, trends, etc. It is convenient if a link is provided.)
- A link to reference documents (e.g. SOP, Maintenance Manuals)

Grouping Identical Alarms

In the EEMUA definition, "grouping" is the function to inform alarms in a bundle when the alarms lead to the results (e.g. the outcome may become out of standard quality) even the types and causes of alarms are different. This function has already been achieved with CENTUM CS 3000 in the name of a representative alarm function. However, the new architecture incorporates a function to delete unnecessary duplication to be informed to operators when completely identical alarms are generated during the same period of time by multiple systems.

Suppression of Unnecessary Alarms

Deleting unnecessary alarms for operators from monitoring targets, such as;

- Alarms generated from out of service units
- Chained alarms

Functions on Monitoring Display Side

Filtering

Messages are filtered according to the predefined identifiers (e.g. user name, plant hierarchy, alarm types, alarm priorities) as well as by new identifiers (e.g. alarm monitoring purposes, alarm applications, monitoring operation mode). Filtering conditions are defined with multiple identifiers and AND/OR conditions. Different types of filters are provided according to operators' roles on an alarm message monitoring display as predefined or on demands.

Sorting

Messages are sorted by predefined identifiers (e.g. timestamp, alarm priorities) as well as by newly defined identifiers (e.g. time to respond).

Eclipsing

The most prioritized alarms are displayed in the single line when same types of alarms are generated repeatedly by the same source (e.g. tag names, instrument names), or different types of alarms from the same source. By reducing the number of alarms visually, it enables operators to reach more important alarms quickly and easily. This function is effective for the alarms as shown below:

- High alarms among high-high alarms
- High alarms issued and recovered repeatedly

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shelving

Less important alarms are moved temporarily to the predefined areas (called “shelves”). By reducing the number of alarms visually, it enables operators to reach more important alarms quickly and easily. There are three types of shelving:

- One-Shot Shelving

  Operators move alarm messages to a shelf one-by-one by mouse operation. Notify operators after a predefined period of time passed (absolute or relative time)

- Continuous Shelving

  Operators move unnecessary alarm messages one by one by mouse operation. When the same alarm message occurs during the predefined period of time (absolute or relative time), those alarm messages are automatically moved to the shelf by the system. Notify operators after a predefined period of time passed.

- Auto-Shelving

  Alarm messages are moved to the shelves automatically in accordance with the predefined filtering conditions. Notify operators after a predefined period of time passed (absolute or relative time)

Load Shedding (to Limit Monitoring Loads)

If alarm messages appear frequently (e.g. 30 messages per minute), the system automatically applies the predefined filtering conditions to reduce the alarm messages to be displayed on the monitoring screen in order to reduce the operators’ work loads.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. CAMS for HIS

The CAMS for HIS is the first product applying CAMS concept. The features of the CAMS for HIS are as described below.

- Providing the combination of a drastic EEMUA approach and a practical approach for sorting alarms for rationalization.
- The CAMS for HIS is optional software to run on CENTUM CS 3000 HIS (Human Interface Station). It enhances the current alarm functions of HIS remarkably.
- The main purpose of usage is the real-time alarm monitoring.
- The main users of the package are operators.

The basic design concept of CAMS for HIS is shown below:

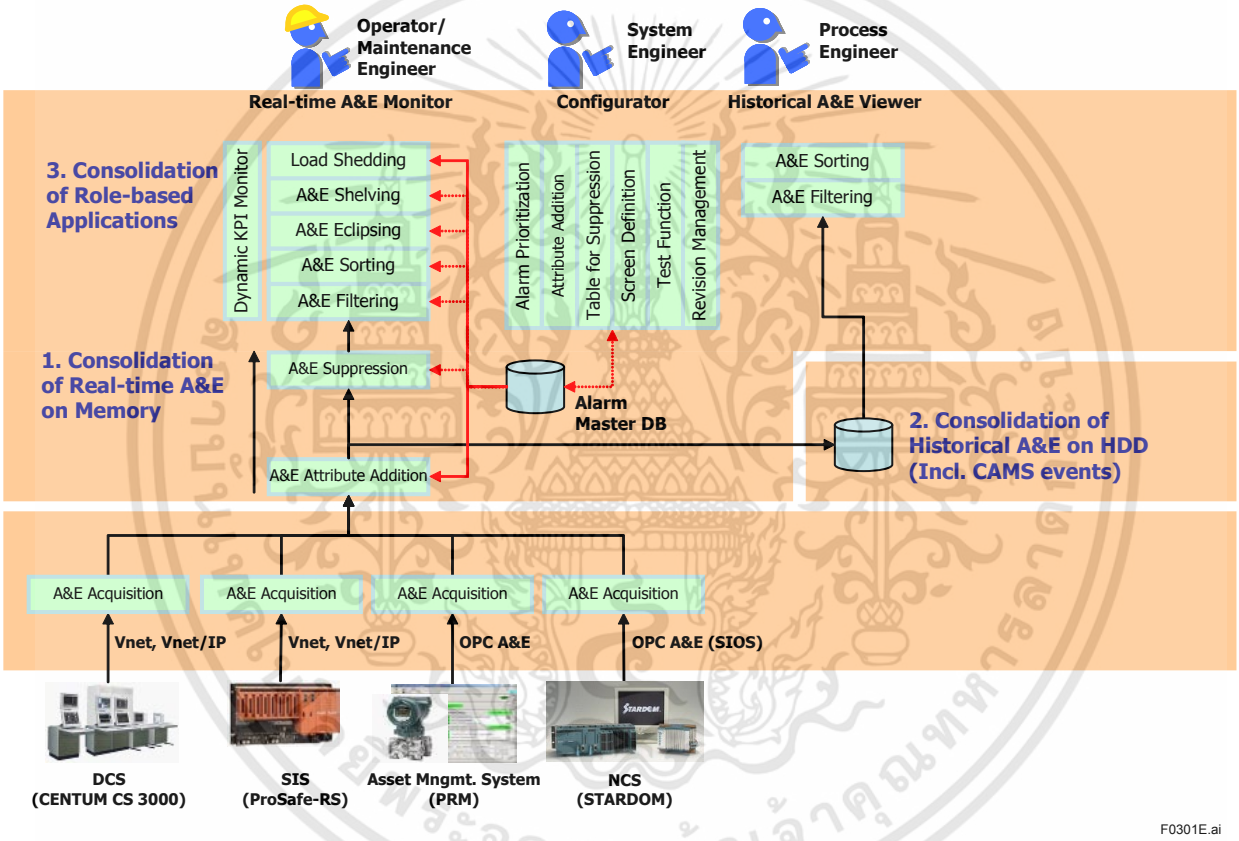


Figure: The basic Design Concept of CAMS for HIS

The scope of implementing the CAMS concept in the CAMS for HIS is described in the following pages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายวุฒิคิริ วุฒิเจริญ
วัน เดือน ปีเกิด 19 มีนาคม 2531

ที่อยู่ 768/417 ซอย พัฒนาการ38 แขวงสวนหลวง ขตสวนหลวง 10250 โทร 086-3393557
ประวัติการศึกษา 2553 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาศวกรรมศาสตร์การวัดคุม สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณการทำงาน

พ.ศ.2554 - 25562 โยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ.2562 - ปจจุบัน บริษัท วอเล่ย์พาร์สันส์ (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้