

**GERENCIAMIENTO DE ACTIVOS A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN Y EL  
CÁLCULO DE INDICADORES EN LA GERENCIA REFINERÍA  
BARRANCABERMEJA ECOPETROL S.A**

**WILSON ALFREDO ACEROS CARDOZO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**2012**



**GERENCIAMIENTO DE ACTIVOS A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN Y EL  
CÁLCULO DE INDICADORES EN LA GERENCIA REFINERÍA  
BARRANCABERMEJA ECOPETROL S.A**

**Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico**

**WILSON ALFREDO ACEROS CARDOZO**

**Dr. OMAR PINZON ARDILA  
DIRECTOR UPB**

**Ing. MIGUEL ANGEL TRISTANCHO MUÑOZ  
TUTOR ECOPETROL S.A.**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**2012**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma de Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Bucaramanga, Mayo de 2012**

## **Agradecimientos**

A Dios, por regalarme la vida, buena salud y por brindarme la oportunidad de terminar este proceso de manera satisfactoria.

A mi familia por su apoyo constante e incondicional, quienes son el motor para continuar cosechando éxitos en mi vida

A todos los integrantes de la Coordinación de Control y Electrónica, por su amabilidad y paciencia, quienes han sido excelentes tutores.

A los ingenieros Miguel Ángel Trisancho y Aileen Diane Pusey Mitchell, quienes estuvieron pendientes de mi proceso de práctica durante 6 meses.

A todos los compañeros de carrera y docentes, quienes han sido protagonistas en este ciclo de mutuo aprendizaje.

Mil gracias a todos,

*Wilson Alfredo Aceros Cardozo*

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	16
2. OBJETIVOS .....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR .....	18
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	19
4.1 Misión .....	20
4.2 Visión.....	20
4.3 Productos y Servicios .....	20
4.4 Plan Estratégico de la Empresa .....	21
4.5 Coordinación de Control y Electrónica.....	21
4.6 Organigrama.....	22
5. HERRAMIENTA ELLIPSE.....	23
5.1 Mincom Ellipse.....	23
5.2 Herramienta Ellipse .....	24
5.3 Caso de Éxito en Ecopetrol S.A.....	24
6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN .....	25
6.1 Capas de Protección .....	25
6.2 Sistemas de control distribuido - DCS .....	27
6.2.1 Arquitectura Básica y Funcionamiento de un DCS.....	27
6.3 Sistema de parada de emergencia ESD.....	28
7. PASS 55 ASSET MANAGEMENT .....	29
8. GERENCIA DE ACTIVOS .....	31
9. CARACTERIZACIÓN .....	33
9.1 Etapas del Proceso de Caracterización:.....	34
9.2 Grupos de Componentes.....	34
10. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS FOXBORO SERIE I/A .....	36
10.1 IMCO - CP60.....	36

10.2	IMIO - Módulos I/O .....	36
10.3	IRDC – FBI/FCM .....	37
10.4	IFVO - IPM2.....	37
10.5	IPPR .....	38
10.6	APL.....	38
11.	SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA ESD TRIDENT TRICONEX ...	40
11.1	IMCO - Main Procesor .....	40
11.2	IRDC - Communication Module (CM) .....	40
11.3	IMIO - Módulos I/O .....	41
11.4	IPPR .....	43
11.5	IFVO .....	43
11.6	APL.....	43
12.	SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA ESD HONEYWELL FSC.....	44
12.1	IMCO - Central Part Modules .....	44
12.2	IMIO - FSC Input/Output Module .....	44
12.3	IRDC - Communication module .....	46
12.4	IFVO - Fuentes de Poder .....	46
12.5	IPPR .....	47
12.6	APL - Buses/Backplanes .....	47
13.	SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO TPS HONEYWELL .....	49
13.1	Redes y nodos del sistema .....	49
13.2	Red Local Control Network (LCN) .....	49
13.2.1	Global User Station (GUS).....	50
13.2.2	Módulo de Historia (HM) .....	50
13.2.3	Módulo de Aplicación (AM) .....	51
13.3	Red Universal Control Network (UCN) .....	51
13.3.1	Network Interface Module (NIM) .....	51
13.3.2	High Performance Process Manager (HPM) .....	51
13.3.3	Fail Safe Control (FSC) .....	52
13.3.4	I/O Processor .....	52

13.3.5	Datos de Adquisición y Control [21] .....	53
13.4	Sequence Programs and Process Module Data Points .....	54
13.5	Arquitectura DCS Honeywell TPS Aromáticos .....	54
14.	CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS.....	55
14.1	Caracterización ESD Trident Triconex .....	56
14.1.1	Información y Validación .....	56
14.1.2	Jerarquización .....	58
14.1.3	Creación de Equipos y Componentes .....	60
14.1.4	Creación de APL: .....	63
14.2	Caracterización DCS Foxboro serie I/A.....	65
14.2.1	Información y Validación .....	65
14.2.2	Jerarquización .....	67
14.2.3	Fotos de Gabinetes .....	72
14.2.4	Creación de Equipos y Componentes .....	73
14.2.5	Listado de partes y repuestos - APL.....	78
14.3	Caracterización ESD honeywell FSC .....	80
14.3.1	Información y Validación .....	80
14.3.2	Jerarquización .....	81
14.3.3	Fotos de Gabinetes .....	82
14.3.4	Creación de Equipos y Componentes .....	83
14.3.5	Listado de Partes y Repuestos - APL .....	86
14.4	Tutoriales.....	87
15.	CÁLCULO DE INDICADORES .....	88
15.1	Hojas de Vida Indicadores .....	88
15.2	Hoja de Vida Indicador Lazos en Automático .....	88
15.3	Justificación del Cálculo .....	89
15.4	Fase I .....	90
15.5	Fase II .....	93
15.6	Fase III .....	94
15.7	Fase IV .....	95

15.8	Resultados.....	95
15.8.1	Data Point.....	96
15.8.2	Archivos.....	98
15.8.3	Contenido del CL.....	99
15.8.4	Display Process Module .....	100
15.8.5	Display Regulatory PV .....	104
16.	OTRAS ACTIVIDADES.....	105
17.	CONCLUSIONES .....	107
18.	RECOMENDACIONES .....	108
19.	BIBLIOGRAFIA .....	109
20.	ANEXOS.....	111

## LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Marco Estratégico .....	21
Figura No. 2 Organigrama ECOPETROL S.A.....	22
Figura No. 3 Capas de Protección .....	26
Figura No. 4 Arquitectura básica de un DCS .....	28
Figura No. 5 Estructura del Sistema de Gestión .....	30
Figura No. 6 Estructura simple, base de la Gerencia de Activos .....	32
Figura No. 7 Pirámide de Gestión.....	33
Figura No. 8 Grupos de Componentes .....	34
Figura No. 9 CP60 [15] .....	36
Figura No. 10 Coaxial Ethernet Trunk Fieldbus del FCM10E .....	37
Figura No. 11 IPM02.....	37
Figura No. 12 Workstation WP51F .....	38
Figura No. 13 Típica Termination Assembly .....	39
Figura No. 14 Módulo del Procesador Principal.....	40
Figura No. 15 Módulo de Comunicaciones .....	41
Figura No. 16 Módulo Digital Input (DI).....	41
Figura No. 17 Módulo Digital.....	45
Figura No. 18 Rango de Módulos Entrada Análoga.....	45
Figura No. 19 Diagrama Esquemático para Relay Output Module .....	46
Figura No. 20 FSC-SMM Módulo de Comunicación .....	46
Figura No. 21 Fuente 1200 S 24 P067 .....	47
Figura No. 22 Buses del Central Part .....	48
Figura No. 23 Módulo de Diagnóstico.....	48
Figura No. 24 Diagrama de la arquitectura de un sistema TPS típico .....	49
Figura No. 25 Mueble tipo “Z” de la GUS.....	50
Figura No. 26 Estructura de un Data Point .....	53
Figura No. 27 Arquitectura Sistema Honeywell TPS Aromáticos.....	54
Figura No. 28 Documento GRB-CEL-F-001 .....	55
Figura No. 29 Documento PAO-00-I-501 .....	55
Figura No. 30 Arquitectura del Sistema de Parada de Emergencia Polietileno .....	57
Figura No. 31 Documentación Recolectada en Campo Parte I .....	58
Figura No. 32 Documentación Recolectada en Campo Parte II .....	58
Figura No. 33 Árbol de Jerarquía establecido para Caracterización.....	59
Figura No. 34 Gabinete ESD2200      Figura No. 35 Gabinete ESD2250 .....	60
Figura No. 36 Equipment Number IMCO00000098 .....	62
Figura No. 37 ESD2200 Caracterizado.....	62
Figura No. 38 ESD2250 Caracterizado.....	63

Figura No. 39 EGI Creados .....	63
Figura No. 40 Listado de Partes y Repuestos .....	64
Figura No. 41 APL que está en el EGI “TRIDENTV1RDC” .....	64
Figura No. 42 Arquitectura del Sistema Control Distribuido Polietileno .....	65
Figura No. 43 Documentación Recolectada en Campo Polietileno I.....	67
Figura No. 44 Documentación Recolectada en Campo Polietileno II.....	67
Figura No. 45 Árbol de Jerarquía establecido para caracterización.....	71
Figura No. 46 Gabinete E22000    Figura No. 47 Gabinete E22001 .....	72
Figura No. 48 Gabinete E22201    Figura No. 49 Gabinete E22500 .....	72
Figura No. 50 Gabinete E22501    Figura No. 51 Gabinete E22700 .....	73
Figura No. 52 Gabinete E22701    Figura No. 53 Gabinete E22200 .....	73
Figura No. 54 Número de Parte para FBM's HART .....	74
Figura No. 55 Equipment Number .....	75
Figura No. 56 Componentes del DCS2200.....	76
Figura No. 57 Componentes del DCS2250.....	76
Figura No. 58 Componentes CP2201 .....	76
Figura No. 59 Componentes CP2202 .....	77
Figura No. 60 Componentes CP2251 .....	77
Figura No. 61 Componentes CP2252.....	77
Figura No. 62 EGI – Perfil del Equipo .....	78
Figura No. 63 Listado de Partes y Repuestos .....	79
Figura No. 64 APL que está en el EGI “IDCS1” .....	79
Figura No. 65 Documentación Recolectada en Campo Aromáticos .....	80
Figura No. 66 Documentación Recolectada en Campo Aromáticos .....	81
Figura No. 67 Árbol de Jerarquía establecido para Caracterización.....	82
Figura No. 68 Gabinete E13000 .....	82
Figura No. 69 Equipment Number .....	84
Figura No. 70 Equipo ESDU1300 .....	85
Figura No. 71 Componentes del ESDU1300 .....	85
Figura No. 72 Listado de Partes y Repuestos .....	86
Figura No. 73 APL que está en el EGI “FSCHONEYWELL” .....	87
Figura No. 74 Cálculo Lazos en Automático .....	89
Figura No. 75 System Status .....	90
Figura No. 76 Red UCN.....	91
Figura No. 77 Tipos de Data Points.....	91
Figura No. 78 TAG Regulatory Control .....	92
Figura No. 79 IOP del HPM03/04 .....	92
Figura No. 80 Algoritmo Calculo Indicador Lazo en Automático .....	93
Figura No. 81 Sintaxis de un Sequence Program.....	95

Figura No. 82 Process Module del HPM3.....	96
Figura No. 83 Process Module del HPM5.....	96
Figura No. 84 Regulatory PV .....	97
Figura No. 85 Configuración PHD.....	97
Figura No. 86 Archivos del Cálculo Lazo en Automático .....	98
Figura No. 87 Archivos Cálculo Indicadores Disponibilidad .....	99
Figura No. 88 Display Lazos en Automático HPM05 .....	100
Figura No. 89 Variables contadoras HPM05.....	100
Figura No. 90 Lazos en Estado Manual .....	101
Figura No. 91 Posiciones para justificar el lazo .....	101
Figura No. 92 Display Lazos en Automático HPM03 .....	102
Figura No. 93 Variables Locales .....	102
Figura No. 94 Lazos en Manual HPM03 .....	103
Figura No. 95 Puntos Numéricos para Justificar.....	103
Figura No. 96 Resultado Indicador Lazos Auto .....	104

## GLOSARIO

**APL de configuración:** Listado de partes o repuestos codificados en el catálogo de materiales de mayor consumo, asociados a un componente, de acuerdo a recomendaciones del fabricante. Debe contener el número de parte, fabricante y cantidad instalada en el componente.

**Árbol de jerarquía:** Diagrama de estructura operacional que permite localizar en cada planta los sistemas productivos con sus respectivos equipos y componentes dentro de un orden jerárquico con el propósito de asignar su identificación y su participación en el sistema productivo.

**Caracterización:** Conjunto de información sobre las plantas, equipos y componentes que se requieren para los diferentes acciones de mantenimiento.

**Componente:** Elemento que cumple una función técnica específica y es indispensable para el funcionamiento del equipo.

**DCS (Distributed Control System):** Sistema de Control Distribuido. Sistema que ejerce el control de los procesos de las unidades productivas.

**EGI:** Es un Identificador de un Grupo de Equipos, que permite crear los espacios de memoria para fijarle a un equipo la cantidad de componentes necesarios. También se utiliza para asignar un listado de partes (APL) a un equipo o componente.

**ELLIPSE:** Mincom Information Management System, sistema de información empleado por toda la organización mantenimiento, materiales y cuentas por pagar en ECOPETROL S.A.

**ESD (Emergency ShutDown):** Sistema de Parada de Emergencia. Sistema que ofrece la capa de protección al proceso y lo lleva a una condición segura.

**Equipo:** Estructura productiva con características técnicas propias que requiere la asignación independiente de acciones de mantenimiento.

**Formato:** Forma requerida para diligenciar información técnica y operativa de los equipos y componentes, esta información es requerida por MIMS.

**F&G (Fire and Gas):** Fuego y Gas. Sistema de Mitigación que actúa cuando ya ha ocurrido una falla que genera fuga de gases tóxicos en un sistema energizado.

**Funcionario Operaciones:** Funcionario designado por el Departamento de Operaciones respectivo.

**Funcionario PAO:** Responsable de la caracterización de las plantas, equipos y componentes por parte del Departamento de Apoyo Técnico a la Producción de la GCB.

**GRB:** Gerencia Refinería Barrancabermeja.

**ISA:** International Standard Association.

**Jefe PAO:** Jefe del Departamento de Apoyo Técnico a la Producción.

**Matriz ABC de mantenimiento:** Corresponde a la priorización de equipos con el fin de identificar las necesidades de programas de mantenimiento con criterio operacional, costos de mantenimiento y mantenibilidad.

**PAO:** Departamento de Apoyo Técnico a la Producción. (Departamento de soporte técnico que correspondía a la antigua estructura organizacional de la Refinería de Barrancabermeja).

**PI:** Sistema de Información encargado de recolectar, historizar, visualizar y analizar los datos de proceso y demás de una compañía.

**Planta:** Unión de equipos con propósito funcional común.

**P&ID's:** Diagramas de instrumentación y tubería (Piping and Instrument Diagrams).

**Sistema:** Definido como agrupación de circuitos con un propósito de proceso único.

**TAG Componente:** Número de identificación único para cada componente que se conserva independiente a la asociación para una función específica.

**TAG Equipo:** Número de identificación dado sobre los P&ID's y Layouts. Este número está asociado a la función que el equipo desempeña en la planta.

## RESUMEN GENERAL

**TITULO:** GERENCIAMIENTO DE ACTIVOS A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN Y EL CÁLCULO DE INDICADORES EN LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA ECOPETROL S.A

**AUTOR(ES):** WILSON ALFREDO ACEROS CARDOZO

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**DIRECTOR:** OMAR PINZON ARDILA

## RESUMEN

El Gerenciamiento de Activos permite entre otras cosas gestionar el mantenimiento, la disponibilidad y la confiabilidad de un equipo, debido a esto se hizo necesario realizar el proceso de caracterización de los sistemas de control y protección de las Unidades Productivas de la Gerencia Refinería Barrancabermeja, en la herramienta de gestión conocida como Ellipse. Además, generar un algoritmo que permita el cálculo del Indicador Lazo en Automático, con el fin de tener un registro en línea y disponible para su gestión.

El Proceso de Caracterización fue implementado en el Sistema de Control Distribuido DCS Foxboro serie I/A y en los Sistema de Parada de Emergencia ESD Trident Triconex y Honeywell FSC de las Unidades de Polietileno y Aromáticos. Dicho proceso cuenta con tres fases fundamentales: Recolección y verificación de información en campo, jerarquización y creación de componentes del sistema en la herramienta Ellipse y finalmente, agregación de nuevos Listados de Partes (APL), con el fin de garantizar la existencia de todos los repuestos. La última parte del Proyecto consiste en crear un algoritmo dentro del DCS Honeywell TPS, que calcula el Indicador Lazo en Automático de la Planta de Aromáticos, siendo este, primordial para la gestión de los lazos de control Regulatorio que conforman la Unidad de Proceso, identificando su estado manual o automático.

**PALABRAS CLAVE:** DCS, ESD, Ellipse, Caracterización, Honeywell, Foxboro

## **ABSTRACT**

**TITLE:** ASSET MANAGEMENT FROM THE CHARACTERIZATION AND CALCULATION OF INDICATORS IN THE BARRANCABERMEJA REFINERY ECOPETROL S.A

**AUTHOR:** WILSON ALFREDO ACEROS CARDOZO

**SCHOOL:** SCHOOL OF ELECTRONIC ENGINEERING

**DIRECTOR:** OMAR PINZON ARDILA

## **ABSTRACT**

The asset Management allows among other things manage the maintenance, availability and reliability of a computer because it was necessary to perform the characterization process control systems and protection of the productive units of Barrancabermeja Refinery in management tool known as the Ellipse. In addition, to generate an algorithm that allows the calculation to Automatic Loop indicator in order to have an online registration available for management.

The characterization process was implemented in the DCS Distributed Control System Foxboro I/A series and the Emergency ShutDown System ESD Trident Triconex and Honeywell FSC (Fail Safe Control) Polyethylene and Aromatics Units. This process has three main phases: Data collection and field testing, ranking and creation of system components on the Ellipse tool and finally, adding new Application Part List (APL), in order to ensure the existence of all spares. The last part of the project is to create an algorithm within the DCS Honeywell TPS, which calculates the Loop Indicator Automatic of the aromatic plant, this being of vital importance for the management of regulatory control loops form the processing unit, identifying manual or automatic status.

**KEY WORDS:** DCS, ESD, Ellipse, Characterization, Honeywell Foxboro

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecopetrol S.A es una compañía colombiana dedicada al negocio del Petróleo y Gas, y dentro de su visión contempla ser una empresa competitiva y sostenible a futuro, para lograr dicho objetivo, es necesario implementar estrategias que incluyan optimización de costos. El Gerenciamiento de Activos permite lograr dichos objetivos debido a que suministra un modelo a seguir, con el fin de obtener procesos rentables.

Existe una herramienta que adquirió Ecopetrol, Mincom Ellipse, la cual permite implementar estrategias para la gestión del mantenimiento, siendo esta base de información, de cada uno de los componentes, equipos, partes y repuestos que conforman un sistema. Dicha base de datos, permite posteriormente llevar históricos, programar tareas y trabajos, realizar compras, gestionar mantenimientos para la toma asertiva de decisiones. De ahí radica la importancia del proceso de caracterización, identificación, validación, jerarquización y creación de cada uno de los componentes que conforman un sistema de control y protección.

La Coordinación de Control y Electrónica tiene actualmente a su cargo el soporte de los sistemas de control y protección de la refinería de Barrancabermeja y ha creado la necesidad de desarrollar la Caracterización del Sistema de Protección ESD Triconex Trident V1, del ESD Honeywell FSC y del Sistema de Control Distribuido DCS Foxboro Serie I/A de la Unidad de Polietileno y Aromáticos, como parte de las acciones que permitan aportar al Gerenciamiento de Activos.

Finalmente el cálculo del Indicador Lazos en Automático, permite identificar fallas y posteriormente gestionar correctivos a todos y cada uno de los dispositivos que conforman el lazo, desde el elemento de medición, transmisor, barreras, módulos de entradas, algoritmo de control, módulos de salida, acondicionadores de señal hasta los elementos finales de control. Dicho de otra forma, el indicador permite discernir si un lazo esta en automático, es decir, actuando de forma convencional e ideal, o en manual, actuando así por decisión operativa o daño en alguna parte del lazo. Para este caso se implemento el algoritmo en la planta de Aromáticos y Ortoflow.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar los Sistemas de Control y Protección, utilizando la herramienta Ellipse como agente de gestión y calcular el Indicador de Lazos en Automático, utilizando el software propio del fabricante, con el fin de contribuir a la estructura que conforma el gerenciamiento de activos en la Refinería.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y caracterizar los equipos y componentes del Sistema de Control Distribuido DCS Foxboro serie I/A de la unidad Polietileno I y II.
- Identificar y caracterizar los equipos y componentes del Sistema de Parada de Emergencia ESD Triconex Trident de la unidad Polietileno I y II.
- Identificar y caracterizar los equipos y componentes del Sistema de Parada de Emergencia ESD Honeywell FSC de la unidad de Aromáticos.
- Diseñar un algoritmo que permita la captura de información del Sistema de Control Distribuido DCS Honeywell TPS, de la unidad de Aromáticos, para el cálculo del indicador de lazos en automático.

### 3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

1. Caracterización de los Sistema de Control y Protección:
  - DCS Foxboro serie I/A de Polietileno I y II
  - ESD Trident Triconex de Polietileno I y II
  - ESD Honeywell FSC de la Unidad de Aromáticos.

Para las actividades anteriores, los pasos a seguir son:

- Recolección de Información
  - Validación en Campo
  - Jerarquización de acuerdo a la Arquitectura del Sistema
  - Creación de componentes en Ellipse
  - Creación de APL's para gestión de repuestos.
  - Generación de Procedimientos (Video Tutoriales)
  - Divulgación a los miembros de la Coordinación
- 
2. Implementación de un algoritmo dentro del DCS Honeywell TPS (Total Plant System), que calcula el Indicador Lazo en Automático en la Planta de Aromáticos, utilizando el Lenguaje de Programación propio del fabricante conocido como Control Language (CL).

#### **4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA [1]**

Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, Ecopetrol S.A. pertenece al grupo de las 35 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

Ecopetrol S.A. es una empresa que se dedica a la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos y sus derivados desde hace 60 años.

Considerada como dueña absoluta o con la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación de combustibles del país, posee el mayor conocimiento geológico de las diferentes cuencas, cuenta con una respetada política de buena vecindad entre las comunidades donde se realizan actividades de exploración y producción de hidrocarburos, es reconocida por la gestión ambiental y, tanto en el upstream (exploración y producción) como en el downstream (refinación, venta y distribución), ha establecido negocios con las más importantes petroleras del mundo.

Cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinerías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas y una red de transporte de 8.124 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía nacional, que intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y los terminales marítimos.

Tiene a disposición de sus socios el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), considerado el más completo centro de investigación y laboratorio científico de su género en el país, donde reposa el acervo geológico de un siglo de historia petrolera de Colombia.

Desde 1997 ha marcado récords al obtener las más altas utilidades de una compañía colombiana en toda la historia. En 2003 se convirtió en una sociedad pública por acciones y emprendió una transformación que le garantiza mayor autonomía financiera y competitividad dentro de la nueva organización del sector de hidrocarburos de Colombia, con la posibilidad de establecer alianzas comerciales fuera del país.

En 2007, Ecopetrol consolidó grandes transformaciones. Por un lado renovó su marca y asumió a una iguana verde como su nuevo logo. Por el otro, desarrolló el proceso de capitalización más grande de Colombia con el que vinculó a cerca de 450 mil colombianos de todos los niveles y regiones del país como accionistas.

Para garantizar la transparencia de sus operaciones y fluidez e integridad en la información, ha adoptado un código de Buen Gobierno. Gracias a sus fortalezas y competencias, Ecopetrol S.A. es líder en Colombia y el socio preferido para explorar y producir hidrocarburos.

Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C.

#### **4.1 MISIÓN [2]**

ECOPETROL S.A. tiene como misión descubrir y convertir fuentes de energía en valor para sus clientes y accionistas, asegurando el cuidado del medio ambiente, la seguridad de los procesos e integridad de las personas, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operan, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con los grupos de interés.

#### **4.2 VISIÓN**

Ecopetrol, grupo empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible.

#### **4.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS [3]**

Por su capacidad de producción y gracias a la experiencia adquirida desde sus inicios, Ecopetrol S.A., ofrece a sus clientes productos<sup>1</sup> enfocados en petróleo, gas, petroquímicos y combustibles alternativos:

1. Combustibles Líquidos: Gasolina corriente, Gasolina Extra, Diesel corriente, Diesel Extra, Bencina, Combustóleo, Diesel Marino, IFOs 380 y 180, Queroseno, Jet 1A, Gasolina de Aviación grado 100.
2. Petroquímicos e Industriales: Disolventes Alifáticos, Tolueno, Hoja de Seguridad Apiasol, Propileno, Bases Lubricantes, Asfaltos, Azufre petroquímico, Benceno, Xilenos Mezclados, Ortóxileno, Ciclohexano, Ceras Parafínicas, Arotar, Polietileno de Baja Densidad (Polifén).

3. Gases Industriales y Domésticos: Gas Licuado del Petróleo (GLP)
4. Gas Natural
5. Crudos

#### 4.4 PLAN ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA [4]

La empresa actualmente tiene un marco estratégico que concierne el constante y futuro crecimiento de la compañía. Todo con el fin de posicionarse como una empresa competitiva a nivel mundial en el sector energético, es por eso que se hace necesario implementar estrategias que puedan optimizar los costos y el desempeño.

El principal propósito es la reducción a riesgos de los activos que tiene como custodia, y en dicho propósito tiene participación la Gerencia Técnica de la Refinería, y con mayor relevancia la Coordinación de Control y Electrónica.

La siguiente figura muestra el marco estratégico del grupo empresarial con visión al año 2020.



Figura No. 1 Marco Estratégico

#### 4.5 COORDINACIÓN DE CONTROL Y ELECTRÓNICA [5]

La Coordinación ejerce el rol de autoridad técnica en el establecimiento de los estándares a aplicar para la definición de las ventanas operativas de Integridad, guías de control, **gestión de activos**, diseño mecánico y las estrategias de mantenimiento y administración de los Sistemas Electrónicos y aplicaciones de Control, sistemas de parada de emergencia e instrumentación de proceso.

Además establecer las metodologías, guías y mejores prácticas para la evaluación del desempeño integral de los activos (monitoreo y análisis de tendencias de acuerdo con los estándares de ingeniería, preservación, ciclo de vida, incluyendo la definición de los alcances de los trabajos).

Coordinar el análisis de desempeño diario, mantener actualizada y validada las bases de datos y estadísticas de las unidades de proceso para identificar desviaciones, cuellos de botella, fusibles, malos actores, estudios de benchmarking y generar las recomendaciones de acciones operacionales o de mantenimiento (definición de alcances); asegurar la disponibilidad, confiabilidad y eficacia de los sistemas y aplicaciones de control.

#### 4.6 ORGANIGRAMA [6]

La coordinación de control y Electrónica, pertenece a la Gerencia Técnica de la Refinería Barrancabermeja, encargada principalmente del soporte de los Activos de la misma.

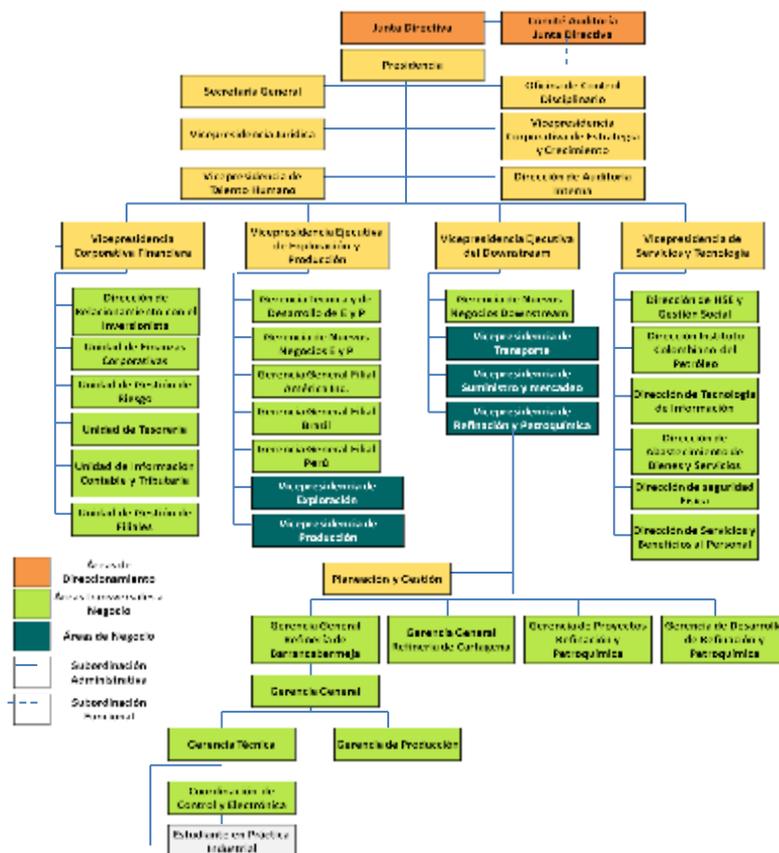


Figura No. 2 Organigrama ECOPETROL S.A.

## 5. HERRAMIENTA ELLIPSE

### 5.1 MINCOM ELLIPSE [7]

Gestión de activos empresariales. Mincom Ellipse es una solución de gestión de activos empresariales (EAM) y planificación de recursos empresariales (ERP) totalmente integrada construida con nuestros 30 años de experiencia de trabajo para una base de clientes intensivos en activos en todo el mundo. Proporciona una visibilidad completa y la gestión de los activos de la empresa amplía a las organizaciones de la minería, defensa, infraestructuras públicas, la energía y el petróleo y el gas.

#### **Características:**

Mincom Ellipse mejora el rendimiento de los activos en todas las áreas de la actividad principal, incluyendo gestión de activos y trabajo, recursos humanos, gestión financiera y cadena de suministros y logística. La solución ofrece:

- Estadísticas detalladas de operación y producción
- Análisis de historial y costos de equipos
- Soporte para mano de obra móvil
- Integración de herramientas para Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), monitoreo de condiciones, y sistemas SCADA
- Programación de recursos y mantenimiento planificados
- Gestión de talento y capacitación, incluyendo todas las fases del proceso de reclutamiento
- Gestión de la Salud, Seguridad, Responsabilidad Social, y la administración de los contratos de Medio Ambiente (HSSE), incluidos los SLA's y el desempeño de los proveedores.

#### **Beneficios:**

Con Mincom Ellipse, las organizaciones intensivas en activos pueden responder más rápidamente y tomar mejores decisiones que afectan directamente el resultado final al:

- Aumentar la utilización de activos
- Reducir los costos operativos
- Entregar productos y servicios de calidad
- Cumplir estándares regulatorios para cumplimiento de auditoría
- Asegurar la disponibilidad y visibilidad de la cadena de suministros
- Asignar adecuadamente los recursos calificados
- Reducir el riesgo
- Mejorar la productividad

## **5.2 HERRAMIENTA ELLIPSE [8]**

Ecopetrol tiene una herramienta que sirve para la gestión del mantenimiento de sus activos, conocida como ELLIPSE la cual es una base de datos que suministra información para determinar los diferentes indicadores que intervienen en la gestión, sin embargo previo a la gestión es necesaria contar con la totalidad de la información de los elementos de proceso, por lo tanto la importancia de la respectiva caracterización y catalogación de los activos.

Posterior al conocimiento de la existencia de esta herramienta fue necesario un previo entrenamiento en el Sistema de Gestión Ellipse, de la mano de documentación propia del Software y procedimientos ya creados por parte de la Coordinación, como:

- Instructivo - Manejo Ellipse
- Instructivo para Caracterización de plantas, equipos y componentes Ecopetrol
- Tutorial creación de equipos en Ellipse
- Instructivo para la Creación y consulta de APL's

## **5.3 CASO DE ÉXITO EN ECOPETROL S.A. [9]**

### **Resumen del Impacto Comercial:**

"Mediante Mincom Ellipse, Ecopetrol gestiona alrededor de 289.000 artículos de catálogo y más de 10.000 artículos de inventario de más de 300.000 activos".

Ecopetrol realiza la exploración, producción, refinación y transporte de petróleo crudo y gas natural. Ecopetrol tenía demasiados desarrollos de software y necesitaba centralizar la información. Como compañero tecnológico de Ecopetrol durante 15 años, Mincom ha proporcionado la solución ideal para el entorno de la gestión integral de activos de Ecopetrol. El proyecto tuvo un índice de retorno interno de 165% en cinco años, con beneficios valuados en más de \$20 millones, como:

- Simplificación del inventario
- Mayor disponibilidad de equipos
- Reducción del costo operativo (modelo de costo)
- Ahorros en horas hombre para inspecciones de planta en el área de materiales
- Integración de operaciones y mantenimiento, y fortalecimiento del trabajo en equipo

## 6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

### 6.1 CAPAS DE PROTECCIÓN [10]

Ninguna medida de seguridad individual puede reducir el riesgo y proteger una planta y a su personal contra daños o mitigar la propagación de los daños si ocurre un incidente peligroso. Por esta razón, la seguridad se implementa en forma de capas protectoras: una secuencia de dispositivos mecánicos, controles de proceso, sistemas de parada y medidas de respuesta externas que impiden o mitigan un evento peligroso. Si llegara a fallar una capa de protección, las sucesivas capas estarán disponibles para llevar el proceso a un estado seguro. A medida que aumenta el número de capas de protección y su confiabilidad, también aumenta la seguridad del proceso. En la figura A se muestra la sucesión de capas de seguridad en el orden de su activación:

**1. Diseño del proceso:** El BPCS brinda seguridad a través del diseño apropiado del control de proceso. Este nivel consiste de controles básicos, alarmas y supervisión del operador. Agrupador donde se encuentra el *Sistema de Control distribuido DCS* y realiza el control regulatorio con el fin de mantener el proceso en condición segura.

**2. Alarmas críticas:** Esta capa de protección aporta alarmas críticas que alertan a los operadores acerca de una condición en la cual una medición ha excedido sus límites especificados y podría requerir intervención.

**3. SIS – Sistema Instrumentado de Seguridad: (Safety Instrumented System):** Capa de protección donde se encuentra el *Sistema de Parada de Emergencia ESD (Emergency ShutDown)*. Su labor es la de llevar al proceso a un estado seguro, cuando se presentan eventos o fallas peligrosas. Este sistema al igual que el DCS, tiene instrumentación asociada especializada para el corte y parada de planta. El SIS realiza acciones de parada cuando las capas previas no pueden resolver una emergencia.

**4. Dispositivos de alivio:** Sistema que minimiza las consecuencias de una falla en un sistema energizado. En el caso de las unidades productivas, el Sistema de Detección de Fuego y Gas - F&G, es quien interviene a través de una serie de detectores, y si el proceso lo permite, dispositivos de rocío. Esta capa de protección activa, emplea válvulas, dispositivos de alivio de presión o un sistema de antorcha (si hay presencia de combustibles) para impedir una ruptura, derrame u otro escape no controlado.

**5. Respuesta de la planta:** Esta capa de protección pasiva consiste de barreras de contención contra fuego o explosiones como así también procedimientos para evacuación. (Algunos modelos combinan ésta y la siguiente capa de protección dentro de una "capa de mitigación").

**6. Respuesta de la comunidad:** El nivel final (externo) de protección es la acción de respuesta de emergencia implementada por la comunidad y se refiere a bomberos y otros servicios de emergencia. De acuerdo a las normas IEC, los métodos que conforman las capas de protección deben ser: -Independientes -Confiables -Auditables –De diseño específico al riesgo.

Los niveles 1 y 2 corresponden al Sistema de Control Distribuido DCS; y el nivel 3 corresponde al Sistema de Paradas de Emergencia ESD.



**Figura No. 3 Capas de Protección**

La diferencia fundamental entre el ESD y F&G radica en que el primero implementa una función instrumentada de protección que disminuye la frecuencia de un evento y actúa para evitar una falla; por el contrario, el F&G implementa una función instrumentada de mitigación que aminora la magnitud de las consecuencias de una falla y de esta manera ganar tiempo de evacuación y respuesta de emergencias. Para que todos estos sistemas que le brindan control, protección y seguridad a la operación sea confiables es necesario que sean completamente independientes el uno del otro y de esta manera evitar la falla de causa común.

## **6.2 SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO - DCS**

El Sistema de Control Distribuido es un sistema abierto con capacidad de adquisición de grandes volúmenes de datos que integra los sistemas implementados para ejercer el control regulatorio y los de información en un entorno interactivo que permite manipular total y de forma remota el proceso. Se encuentra compuesto por instrumentos de campo, de acondicionamiento y procesamiento de señal, dispositivos de control, interfaz hombre-máquina y redes de comunicación entre campo, control y operador, que hacen del DCS un sistema que visualiza, documenta y controla el funcionamiento del proceso en tiempo real.

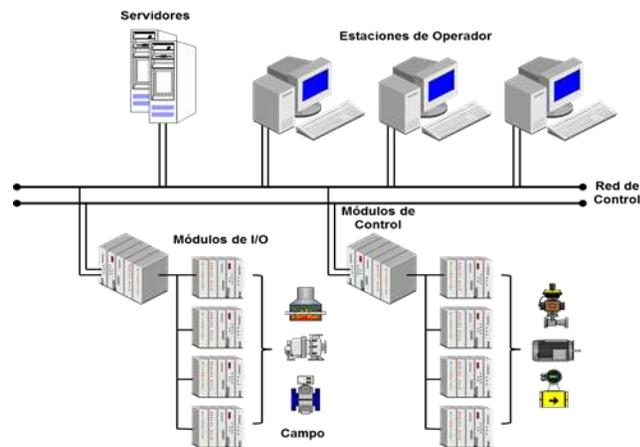
El control ejercido por el DCS se realiza de forma estable y segura a través de algoritmos matemáticos, el diseño permite que el sistema de control se expanda conforme el proceso se amplía y distribuye el control del proceso en diferentes dispositivos de tal manera que las funciones de control no recaen sobre un único componente.

### **6.2.1 Arquitectura Básica y Funcionamiento de un DCS**

La arquitectura de red básica que presenta un Sistema de Control Distribuido está compuesta por uno o dos niveles de control donde se encuentran adjuntos los diferentes dispositivos que intervienen en el control del proceso, (ver Figura 5). Los dispositivos básicos que conforman un DCS son las Estaciones de Operador o Pantallas de Proceso, Módulos de I/O, Módulos de Control y Servidores o Estaciones de Aplicaciones y las Redes de Control.

Los sistemas de medida proporcionan grandes volúmenes de información de campo en tiempo real. Esta información está compuesta por las variables de proceso (temperatura, nivel, caudal, presión, PH, etc.) que son captadas y transmitidas por sensores y el estado de los equipos ya sea de marcha, paro, entre otras. Las señales son enviadas a través de un bus de campo que permite comunicación con los dispositivos de acondicionamiento. Luego de proporcionar el aislamiento por medio de mecanismos de barrera, la información se acondiciona y procesada por tarjetas electrónicas con el fin de que pueda ser entregada al controlador en el formato digital requerido por el mismo.

Los algoritmos de control se encuentran configurados en los diferentes entornos del procesador, el cual se encarga de ejecutar la lógica implementada y generar acciones de mando a los actuadores para realizar el ajuste a las variables de proceso de acuerdo a los valores fijados por el operador o el sistema de control. Estas consignas son nuevamente procesadas, acondicionadas, aisladas y transmitidas por medio del bus de campo y los respectivos dispositivos electrónicos.



**Figura No. 4 Arquitectura básica de un DCS**

Las estaciones de operación son dispositivos autónomos adjuntos al sistema que le permiten al operador visualizar el estado del proceso en tiempo real y alarmas generadas no sólo en el proceso sino también en el sistema de control, realizar modificaciones a valores de referencia, iniciar secuencias, poner en marcha equipos y observar tendencias del proceso. Equipos como Host, Estaciones de Ingeniería y Servidores permiten modificar, configurar y cargar lógica de control a través de los entornos y aplicaciones del procesador, determinar supervisión al sistema, establecer base de datos e históricos y comunicación con redes corporativas. Lograr una perfecta comunicación entre dispositivos y niveles del sistema es posible gracias a las redes de comunicación implementadas, son quienes se encargan, a través de buses redundantes, de transmitir datos a alta velocidad de manera confiable.

### **6.3 SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA ESD**

El Sistema de Parada de Emergencia (Emergency ShutDown), es un sistema robusto que proporciona protección a las Unidades de Proceso. Este sistema actúa cuando exista algún evento subestandar o anormal, que impida continuar con el proceso; su función básica es la de corte, cierre y posterior parada de la planta, para evitar cualquier daño mayor sobre las personas y/o equipos.

La norma IEC61508, estándar reconocido internacionalmente para aplicaciones de seguridad para industria de proceso, la cual está dirigida a fabricantes y suministradores de dispositivos, mientras que la IEC61511 está dirigida a diseñadores de SIS (Sistemas Instrumentados de Seguridad), Integradores y usuarios finales. Para aplicaciones de seguridad se debe definir el nivel de seguridad SIL y a partir de ahí los componentes del SIS, incluido el PLC, deben ser acordes al nivel establecido.

## **7. PASS 55 ASSET MANAGEMENT [11]**

### **¿Qué es PAS 55?**

PAS 55 es la Especificación British Standard Disponible al Público para la gestión optimizada de activos físicos, esta provee las definiciones claras y la especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico. La actualizada y reconocida internacionalmente PAS 55 está demostrando ser la esencial, clara y objetiva definición de todo lo requerido para demostrar competencia, establecer prioridades de mejora y capitalizar dichas mejoras, lograr conexiones claras entre los planes estratégicos organizacionales y el trabajo real diario y las realidades de los activos.

PAS 55 aplica a cualquier organización bien sea pública o privada, regulada o no regulada, que tenga una alta dependencia en infraestructura o equipos físicos. Esta describe qué debe ser hecho en una planificación e implementación sincronizadas, en la gestión integrada de la adquisición/creación, operación, mantenimiento y renovación/desincorporación y en los muchos "habilitadores" que impulsan un desempeño optimizado y sustentable.

### **¿Por qué necesitamos PAS 55?**

Las Organizaciones que han adoptado estas aproximaciones sistemáticas y optimizadas han mejorado de manera consistente sus costos y su desempeño/servicio desde las líneas bases. PAS 55 también provee una evidencia clara de sustentabilidad para los clientes; inversionistas, reguladores y otras partes interesadas. En contraste con muchos otros estándares, los cuales puedes lograrse muchas veces con solo reunir una gran cantidad de documentos, PASS 55 requiere de manera específica evidencia de una alineación real entre las buenas intenciones escritas en el sistema de gestión y el trabajo real de terreno. De esta manera es un mecanismo muy valioso para asegurar que los principios de planificación total del ciclo de vida, gestión de riesgo, costo/beneficio, enfoque al cliente, sustentabilidad, etc. sean realmente implementados dentro del trabajo diario de implementación de proyectos de capital, operaciones, mantenimiento, etc.

### **Elementos claves de PAS 55:2008**

- Definición clara y reconocida internacionalmente del significado de Buena gestión de activos.
- Lista de Verificación de 28 puntos de buenas prácticas de planificación,

optimización costo-riesgo y pensamiento integrado.

- En amplio uso por muchos usuarios entusiastas.
- Desarrollado a lo largo de más de 6 años, por más de 50 organizaciones públicas y privadas en 10 países y 15 sectores.
- El sello para demostrar gobierno competente de infraestructura crítica.
- Aplicable a todos los sectores y todo tipo de activos.
- Extenso glosario de términos y definiciones claves.
- Guía detallada de ejemplos de buenas prácticas.

PAS 55:2008 está estructurado para interconectarse de manera natural con los sistemas de gestión de calidad tales como ISO9001 y otras plataformas ISO:



**Figura No. 5 Estructura del Sistema de Gestión**

## 8. GERENCIA DE ACTIVOS [12]

Es el conjunto de disciplinas, métodos, procedimientos y herramientas para optimizar el Impacto Total de costos, desempeño y exposición al riesgo en la Vida del Negocio asociados con confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, eficiencia, longevidad y regulaciones de cumplimiento en seguridad y ambiente de los activos físicos de la compañía.

A partir de esto podemos ver que si esto afecta todas las áreas del negocio: operaciones, ingeniería, mantenimiento, seguridad, finanzas cumplimiento, calidad, etc. Solo es posible alcanzar tal “impacto total óptimo de por vida” si todos trabajan juntos. Las medidas claves de desempeño deber ser coordinadas, no conflictivas, necesitamos un entendimiento claro de relativa importancia: ¿Vale la pena gastar más para mejorar un desempeño o reducir riesgos posteriores, si sí, cual lejos ir?

Tales preguntas son difíciles de responder: la evidencia disponible (datos) es irregular y muchas veces especulativa; el riesgo y las consecuencias son inciertos; actitudes y tradiciones muchas veces asumidas en el tiempo, el impacto del cambio puede tardar en surgir. Aun entender el lenguaje es un problema, acordar entre todos que es “óptimo”.

El verdadero punto óptimo, es donde la combinación de costos, riesgos y caída de desempeño están en su mínimo impacto total. Este es el mayor compromiso entre objetivos de componentes en conflicto, por ejemplo reducir el tiempo de parada o mantener los costos de mantenimiento bajos.

Entender los factores en conflicto y ponerles números apropiados es una tarea substancial. Algunos de los retos incluyen:

- Colección de datos – enfocado en los datos requeridos y usados.
- Hacer que los proyectos tomen tengan visión global en la vida (no economía – rapidez)
- Mantenimiento basado en la condición donde sea factible técnicamente – económicamente (en lugar de tareas a intervalos fijos o mantenimiento preventivo)
- Cuantificar el riesgo e incluirlo en todas las decisiones.

Compañías Petroleras, de energía, servicios de agua y otras industrias han reconocido que a pesar de todos sus disminuciones de costos, reorganizaciones, nuevas tecnologías, iniciativas de productividad y calidad, el paisaje está fragmentado. Aquí es donde los métodos de gerencia de activos se requieren, donde integrados de forma ordenada adoptadas en tres fases:

- Primera Fase, el Diagnostico
- Segunda Fase, el Control
- Tercera Fase, la Optimización



**Figura No. 6 Estructura simple, base de la Gerencia de Activos**

La anterior figura muestra los pilares que conforman la gerencia de activos, siendo los Que & Porque, aquellas agentes que tienen el rol de gerentes del negocio, y siendo Los Quienes & Como, aquellos que tienen la responsabilidad del trabajo de Ingeniería, soporte, operatividad y mantenedores en la industria.

Así la Gerencia de Activos es una sombrilla para aplicar las mejores prácticas integrales existentes, para cerrar algunas de las brechas existentes que conllevan a las altas pérdidas de los negocios, se busca alinearlas a lo que hacemos o a los objetivos del negocio de forma clara y asegura que las actividades de los componentes operen en armonía. Mediante soluciones técnicas sofisticadas como lo representan en el proceso de Confiabilidad Integral de Activos, pero el elemento más importante es el humano, con su entendimiento compartido, motivación y colaboración para hallar la mayor salida combinada más que interés local.

El Gerenciamiento de Mantenimiento es quien finalmente se encargará de sostener la Confiabilidad requerida por el proceso mediante la incorporación de las mejores prácticas en mantenimiento y restauración para que los activos logren desempeñar completamente sus funciones asignadas en el momento requerido.

Para lograr este gerenciamiento es necesario realizar un seguimiento continuo de los activos que intervienen en la actividad económica y en el caso específico de la coordinación, los activos a administrar son las plantas, equipos y componentes de sistemas de control de los procesos.

## 9. CARACTERIZACIÓN [13]

Caracterización es el proceso mediante el cual se puede tener debidamente identificada información de cada elemento que conforma un equipo o sistema, así como una planificación del mantenimiento y el historial de fallas ocurridas durante su vida útil. Esta información comprende:

- Parámetros y formas definidas para identificar las plantas, equipos y componentes.
- Formatos definidos de acuerdo a los parámetros establecidos para equipos y componentes.
- Árbol de jerarquía de las plantas actualizado.
- Matriz de priorización de mantenimiento actualizada.
- Listas de partes (APL) de configuración de los componentes asociados a los equipos.

Es esencial una adecuada identificación de los equipos para un **buen manejo y administración del mantenimiento**. También es de gran importancia para conocer y controlar el correcto funcionamiento de los equipos, además de asegurar la confiabilidad y la calidad de los procesos realizados. Este registro de plantas y equipos, **debe mantenerse al día**, debido a que es la base de todos los sistemas de mantenimiento.

La ventaja de la caracterización es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y la Disponibilidad, Recopilación del estado actual del Sistema, Direccionamiento directo de OT (Ordenes de Trabajo), Cálculo de Indicadores de Confiabilidad y Disponibilidad y Planes de Reposición Programados.



Figura No. 7 Pirámide de Gestión

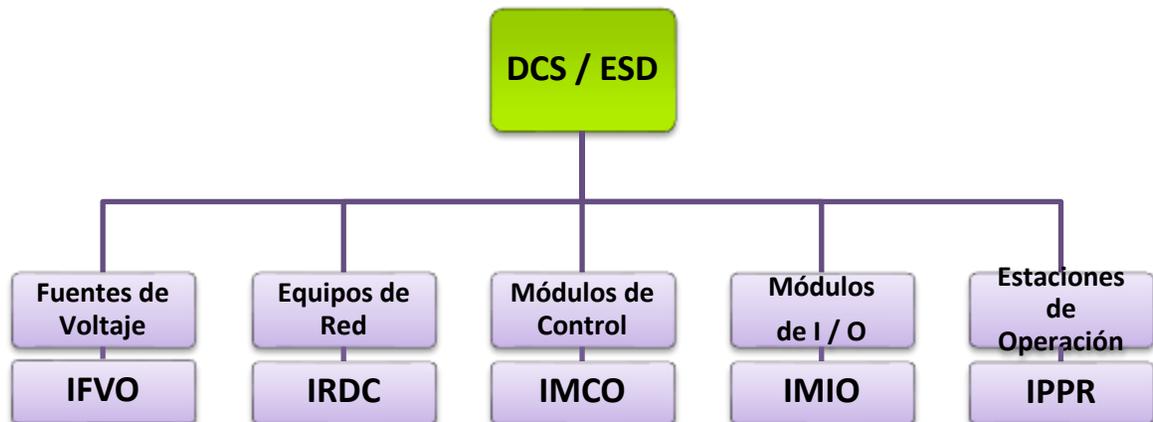
Se observa que el proceso de Gestión de Mantenimiento, específicamente el proceso de caracterización, se ubica dentro de la gestión especializada.

### 9.1 ETAPAS DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN:

- Levantamiento de Información en duro o digital.
- Validación en campo de cada componente.
- Determinación de Jerarquía en Ellipse
- Creación de Componentes, Equipos y Sistemas
- Creación de Listados de Partes para gestión de Repuestos críticos.
- Divulgación y Retroalimentación para Gestión de Activos mediante Ellipse

### 9.2 GRUPOS DE COMPONENTES

Los grupos de Componentes que han sido definidos por parte de la Coordinación para el proceso de caracterización, son los presentados a continuación:



**Figura No. 8 Grupos de Componentes**

En la arquitectura de un DCS/ESD, se presenta una serie de componentes que pueden ser organizados en un grupo de 5 componentes fundamentales:

**Módulos de Control (IMCO):** Realizan el procesamiento de la información y generan las acciones de control. Procesadores.

**Equipos de Red de control (IRDC):** Generan la red de comunicación e interfaces que permiten comunicación entre los equipos.

**Fuentes de Voltaje (IFVO):** Fuentes de Poder que alimentan de energía eléctrica al cada uno de los dispositivos del sistema.

**Pantallas de Proceso (IPPR):** Permiten visualizar los procesos, indicaciones y alarmas. Interface hombre – máquina.

**Módulos de Entrada / Salida (IMIO):** Reciben / Entregan y acondicionan las señales del proceso.

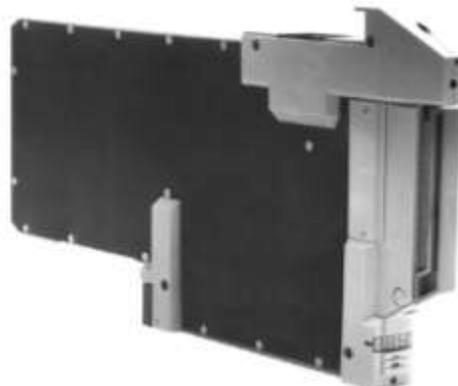
Para el resto de componentes que pertenezcan al DCS o ESD, como cables de conexión, backplane, rack, conversores, barreras y demás, que no puedan clasificarse en algún grupo, se les asigna un APL (Listado de Partes).

## 10. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS FOXBORO SERIE I/A [14]

El I/A series del sistema de control distribuido Foxboro, permite medir, procesar las señales y dar una respuesta a todas las operaciones de la planta. Que establece el control de proceso de forma distribuida.

### 10.1 IMCO - CP60

El procesador de Control - CP60, es la parte inteligente del sistema de control. Es una estación que opcionalmente es Fault Tolerant (tolerante a fallas), que trabaja en configuración redundante y que lleva a cabo todo el algoritmo de control; También lleva a cabo la adquisición de datos y detección de alarmas y notificaciones.



**Figura No. 9 CP60 [15]**

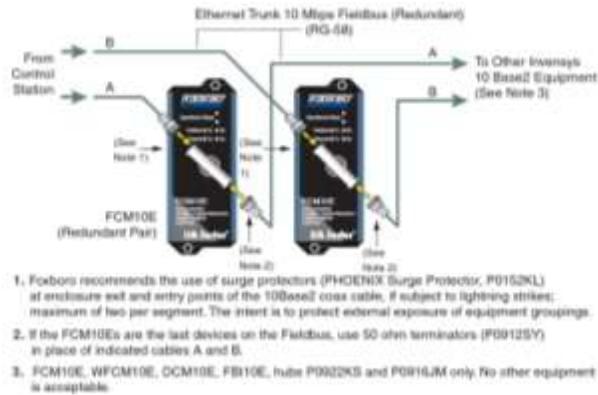
La configuración Fault Tolerant se compone de dos módulos que funcionan en paralelo, con dos conexiones independientes a la red de control (NodeBus) y la red de campo (FieldBus). Los dos módulos de control del procesador, casan como una pareja tolerante a fallos, están diseñados para proporcionar un funcionamiento continuo de la unidad.

### 10.2 IMIO - MÓDULOS I/O [16]

Los Fieldbus Modules (FBM) sirven como interfaz entre los dispositivos de campo y la estación de control serie I/A, el cual realiza la conversión de los datos necesarios proporcionando un soporte completo para la medición analógica, sensores discretos, control análogo y digital y comunicación digital.

### 10.3 IRDC – FBI/FCM

Fieldbus Communication Modules (FCM), FCM10E/EF proporcionan la interfaz entre coaxial 10Mbps Ethernet Trunk Fieldbus y 2Mbps HDLC Module Fieldbus (FBM), ofrecen una extensión de fibra óptica (Baseplate to Baseplate) de las FBM y pueden utilizarse en parejas para la redundancia.

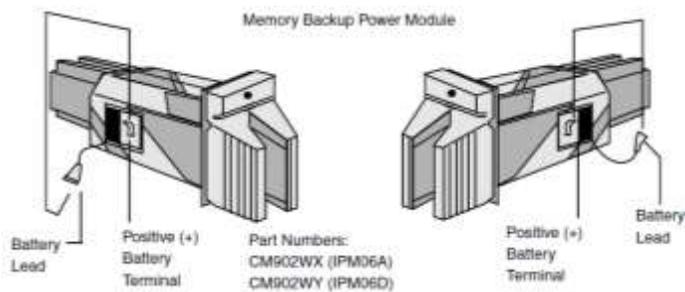


**Figura No. 10 Coaxial Ethernet Trunk Fieldbus del FCM10E**

Ethernet Trunk Fieldbus, trabaja a 10Mbps y es opcionalmente redundante.

### 10.4 IFVO - IPM2

Las fuentes IPM2, consiste en una fuente de 5A a 24Vdc, el cual vienen en un arreglo de cuatro fuentes para alimentar un rack, y su respectiva fuente de apoyo. (Redundante).



**Figura No. 11 IPM02**

## 10.5 IPPR

Existen varios tipos de Estaciones de Trabajo, que dependiendo de su versión ofrece o no ciertas funcionalidades: Por parte de las Application Workstation, propias para ser maquinas servidor y funciones de Host, existen las versiones AW51B, AW51B1, AW51D, y por parte de las Workstation Proccesor, propias para estaciones de operación, están las WP51D, WP51E y WP51F.



**Figura No. 12 Workstation WP51F**

## 10.6 APL

- Placa Base (Baseplate), el montaje en riel DIN proporcionan una base para montar las FBMs y FCMs Hasta 4 baseplates pueden ser interconectados para ofrecer un montaje de hasta 30 FBMs por FCM.
- Convertidor Multipuerto de Fibra óptica (Multiport Fiber Optic Converter-(Hub), convierte Ethernet 10Base2 a Fibra óptica, y provee seis puertos de distribución de fibra óptica a un máximo de seis grupos baseplates.
- Conversor de medios, (BNC to Fiber), proporciona conversión 10Base2 a fibra y viceversa, la conversión de ampliación opcional de fibra óptica del bus de campo Ethernet.
- Termination Assemblies (TAs), son los módulos de conexión de las señales de campo el cual proporcionan un acondicionamiento de señal opcional y protección de los circuitos requeridos por las FBMs asociadas. Hay dos tipos de TA: Pass-through TAs y TAs con acondicionamiento señal (en ambas direcciones aumenta/reduce), los TAs se conectan al baseplate de las FBM con cables dedicados.

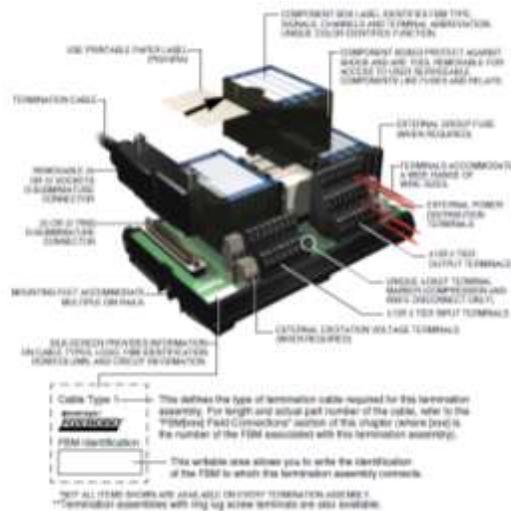


Figure 1-4. Typical Compression Style Termination Assembly

Figura No. 13 Típica Termination Assembly

## 11. SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA ESD TRIDENT TRICONEX [17]

El sistema de parada de emergencia, ESD TRIDENT, es un sistema totalmente modular, el cual corre los algoritmos de protección del proceso. Desde el punto de vista de su estructura física, tiene una arquitectura similar a la del sistema de control, identificándose en él, partes similares a éste último.

### 11.1 IMCO - MAIN PROCESOR [18]

Todos los Sistemas de Trident son controlados por tres Procesadores Principales (MP), los cuales están en un único baseplate, donde cada módulo actúa por un canal. Referencia del módulo MP3101, dicho Módulo posee:

- Un puerto Modbus RS-232 o RS-485m para conexión directa con al DCS, sin necesidad de otro Módulo adicional.
- Un puerto 10BaseT Ethernet (IEEE 802.3), para conectarse con la Estación de Trabajo TriStation.
- Una palanca de Bloqueo que indica si el Módulo está correctamente puesto en el Baseplate.
- Conjunto de Alarmas visuales indicadoras del estado del módulo tanto en funcionamiento como en energía.

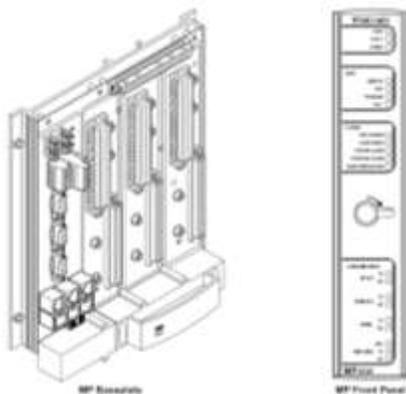


Figura No. 14 Módulo del Procesador Principal

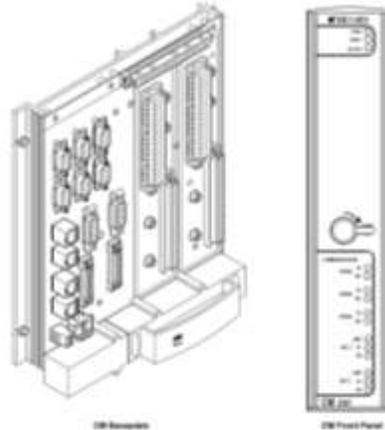
### 11.2 IRDC - COMMUNICATION MODULE (CM)

El módulo de comunicaciones es una interfaz punto a punto a los MP. Referencia CM3201. El CM permite comunicarse con:

- Computadores Host Externos
- Sistema de Control Distribuido (DCS)
- Redes Abiertas
- Redes de Impresoras

- Otras versiones de Trident
- Sistemas con versiones en Tricon 9 o 10.

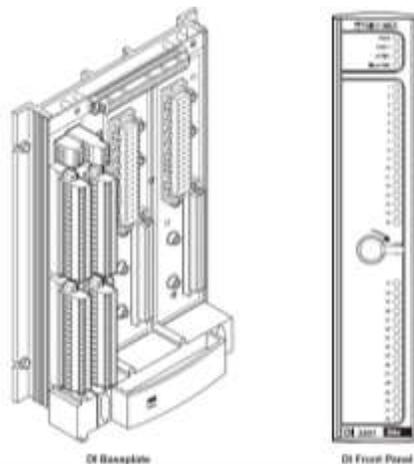
Un CM Baseplate puede soportar hasta dos CM's. Cada CM opera independientemente y soporta tres tipos de comunicación, un puerto serial RS-232 o RS-485 y dos puertos Ethernet. Igualmente ambos CM's pueden ofrecer conexión en redundancia si llegado el caso se requiere.



**Figura No. 15 Módulo de Comunicaciones**

### 11.3 IMIO - MÓDULOS I/O

El módulo de Digital Input y su Baseplate, que se muestra a continuación sirve de ejemplo para todos los Módulos I/O, cuya apariencia es similar. Se observa que existe en el Baseplate la posibilidad de colocar hasta dos módulos, ya sean redundantes o de repuesto. Además la forma de encajar mecánicamente el Módulo es única, lo que permite que no hallan errores de instalación. Cada módulo incluye un I/O Inteconnect Assembly, un SlotCover, y un Terminal Cover.



**Figura No. 16 Módulo Digital Input (DI)**

## **ANALOG INPUT MODULE**

Módulo de entrada de corriente 4-20mA, tiene tres entradas aisladas de forma electrónica, llamados canales, el cual cada cana tiene un bus de datos hacia el MP. Este módulo posee 32 puntos de conexión, donde es posible diagnosticar si existe algún fallo en cada uno de ellos, a través de una alarma; de todas formas el Módulo puede continuar funcionando si existiese un fallo en algún punto. La referencia de dicho Módulo es la DI3351 y su Baseplate 2351.

## **ANALOG OUTPUT MODULE**

Módulo de salida 4 – 20mA, donde cada módulo de salida análoga TMR tiene tres grupos aislados electrónicamente, llamados canales, que de forma independiente acepta los datos de la MP asociados a cada canal, esto proporciona una redundancia múltiple garantizando la seguridad y máxima disponibilidad. Este módulo contiene 4 puntos, con resolución de 12 bits, y FSD. Referencia AO3481.

## **DIGITAL INPUT MODULE**

Módulo de entrada digital de 24V DC, donde tiene tres canales independientes que comunica a cada MP. Igual que los demás módulos, posee un diagnóstico de falla de cada módulo, donde le indica si algún canal se deshabilita. Posee 32 puntos de entrada y la referencia del módulo DI3301 y Baseplate 2301.

## **DIGITAL OUTPUT MODULE**

El módulo de Salida digital, contiene tres circuitos digitales asignados para cada canal, aislados electrónicamente. DO Módulo utilizan la tecnología patentada Quad Voter Output, él envía las señales individuales justo antes de que se aplican a la carga. DO módulos periódicamente ejecuta una salida de diagnóstico de los votantes (OVD) de rutina en cada punto, este característica de seguridad permite la operación sin restricciones en una variedad de escenarios con múltiples fallas. Tiene 16 puntos de salida y la referencia es DO3401.

## **SOLID STATE RELAY OUTPUT MODULE**

Es un módulo que posee 32 puntos, arreglados en dos parejas, donde no posee canales triples, como en los demás módulos, debido a su uso en puntos no críticos que no son compatibles con los del lado de alta, los interruptores de salida de estado sólido. Cada salida tiene un bucle de retorno del circuito que verifica el funcionamiento de cada relé del interruptor independiente de la presencia de una carga. El Módulo admite la sustitución de SRO caliente para el remplazo en línea de un módulo defectuoso o continuar en Back-up.

#### **11.4 IPPR**

La tecnología Triconex, no desarrolla estaciones de trabajo, por lo tanto una maquina con ciertos requerimientos para soportar las aplicaciones es suficiente.

#### **11.5 IFVO**

De igual forma que las estaciones, la tecnología Triconex no desarrolla fuentes propias para sus equipos, por lo tanto es necesario colocar las fuentes que cumplan con las especificaciones.

#### **11.6 APL**

En un listado de partes en Ellipse, se crea para asignar el resto de componentes que no se pueden clasificar en algún grupo, donde encontramos:

- I/O Interconnect assembly trident for model 2291/2281
- M/P. Interconnect assembly trident for model 2292
- I/o extender modules kits
- Bus, extender ;i/o module
- Bus cables ;length: 2ft; set of 3 trident for model 2281
- I/O extender module base plate
- I/O bus terminator kit base plate
- Main processors baseplate kit
- Digital input module baseplate kit
- Relay output baseplate
- Digital output baseplate
- Analog input baseplate
- Communication baseplate

## 12. SISTEMA DE PARADA DE EMERGENCIA ESD HONEYWELL FSC [19]

El sistema FSC (Fail Safe Control), consiste en cinco componentes principales: Gabinete, las FTAs (Field Termination Assemblies) y demás terminales, el CP (Central Part) que contiene la CPU, la memoria y los módulos de comunicaciones; los módulos de entradas y salida y finalmente las Fuentes de Poder Únicas (PSUs), breakers y fusibles.

Este sistema cumple con diferentes estándares internacionales como DIN V 19250, EN 500081/2, IEC 60068, IEC 61010, IEC 61131, UL 508, UL 991, etc.

### 12.1 IMCO - CENTRAL PART MODULES

Numero de Parte	Descripción
10001/R/1)	Vertical bus driver (VBD)
10005/O/2	Watchdog horizontal bus with ESD key switch
10006/2/1	Diagnostic and battery module (DBM)
10006/2/2	DBM-to-aerial assembly
10007/1/1	Single bus driver (SBD)
10018/2/U	FSC-SMM communication module
10018/E/.	Communication module (COM)
10020/1/1	Quad processor module (QPM)
10020/1/2	Enhanced Communication module (ECM)
10100/2/1	Horizontal bus driver (HBD)

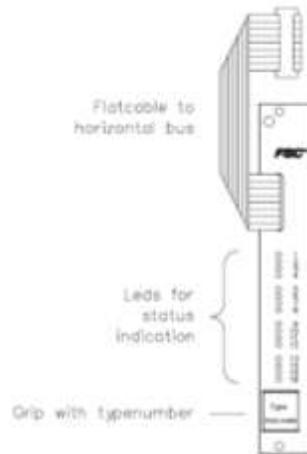
### 12.2 IMIO - FSC INPUT/OUTPUT MODULE

Numero de Parte	Descripción
10101/2/1	Fail-safe digital input module (24 Vdc, 16 channels)
10102/2/1	Fail-safe analog input module (4 channels)
10105/2/1	Fail-safe high-density analog input module (24 Vdc, 16 channels)
10201/2/1	Fail-safe digital output module (24 Vdc, 0.55 A, 8 channels)
10205/2/1	Fail-safe analog output module (0(4)-20 mA, 2 channels)
10206/2/1	Digital output module (24 Vdc, 0.55 A, 12 channels)
10208/2/1	Relay output module (contacts, 10 channels)
10209/2/1	Digital output module (24 Vdc, 0.1 A, 16 channels)
10216/2/1	Fail-safe loop-monitored digital output module (24 Vdc, 4 channels)

#### FSC Digital Input Module

Cada Módulo de entrada digital está conectado a la barra horizontal a través de un cable plano, que sobresale de la parte frontal del Módulo. Los módulos de entradas digitales tienen LED de estado para cada canal de entrada. Los LED se colocan en la parte frontal del Módulo, por debajo del cable plano. Hay módulos de entrada digital de 24Vdc, 48Vdc y 60Vdc. Los módulos se activan con 5V de CC para los circuitos asociados a la lógica de bus horizontal y con 24 Vcc para los

circuitos asociados a las señales de entrada. Todos los módulos de entrada tienen un aislamiento galvánico entre los circuitos de 5Vdc y las entradas de campo.



**Figura No. 17 Módulo Digital**

### FSC Analog Input Module

La tabla posee un resumen de los rangos que manejan las entradas análogas para el sistema FSC, y los números de parte de los respectivos módulos.

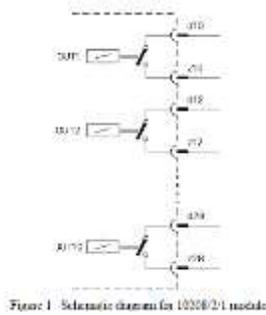
0(4)-20 mA	Internal power	10102/2/1 + 10102/A/1
0(4)-20 mA	External power	10102/2/1 + 10102/A/2
0(1)-5 V	External power	10102/2/1 + 10102/A/3
0(2)-10 V	External power	10102/2/1 + 10102/A/4
Loop-monitored digital input		10102/2/1 + 10102/A/5

**Figura No. 18 Rango de Módulos Entrada Análoga**

Otro tipo de entradas análogas serian las termocuplas, PT-100, que pueden ser implementadas solo si se utiliza previamente una conversión que se adecue con los respectivos rangos.

### Relay Output Module

La salida de Relé, tiene un contacto libre que soporta hasta cargas de 70W. Las cargas pueden ser inductivas o resistivas. De acuerdo a la norma IEC 61010-1 el máximo voltaje del contacto de relé tiene que ser de 36Vdc. Las salidas también son controladas por el watchdog, esto significa que los relés son des energizados si el sistema se apaga.



**Figura No. 19 Diagrama Esquemático para Relay Output Module**

### 12.3 IRDC - COMMUNICATION MODULE

El Módulo de comunicaciones es utilizado para comunicar el FSC con el sistema de control distribuido TPS, vía UCN (Universal Control Network). Contiene un Procesador Motorola 68360 Quad Integrated Communication, una Flash memory y enlace aislado para comunicación redundante.



**Figura No. 20 FSC-SMM Módulo de Comunicación**

### 12.4 IFVO - FUENTES DE PODER

Existen 6 tipos de fuentes, que varían de acuerdo a su corriente y voltaje de salida.

A continuación se muestra el número de parte y la descripción de cada fuente:

<b>Numero de Parte</b>	<b>Descripción</b>
1200 S 24 P067	24 Vdc power supply (45 A)
M24-20HE	24 Vdc power supply (20 A)
M24-12HE	24 Vdc power supply (12 A)
M48-10HE	48 Vdc power supply (10 A)
M60-5HE	48/60 Vdc power supply (5 A)
10300/1/1	24 Vdc to 5 Vdc/12 A Conversor



**Figura No. 21 Fuente 1200 S 24 P067**

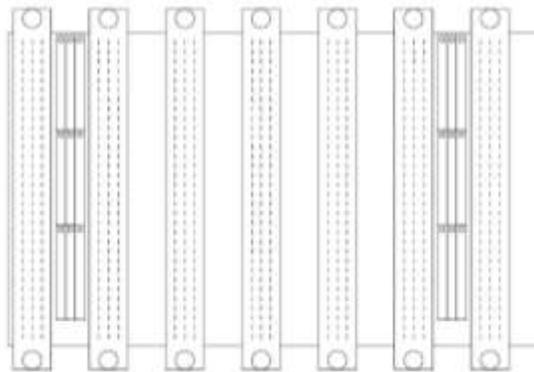
### 12.5 IPPR

La tecnología FSC de Honeywell, no desarrolla estaciones de trabajo, por lo tanto una maquina con ciertos requerimientos para soportar las aplicaciones es suficiente.

### 12.6 APL - BUSES/BACKPLANES

Tipos de buses y Backplane propios del sistema FSC:

<b>Numero de Parte</b>	<b>Descripción</b>
S-BUS	Horizontal bus for I/O in Central Part rack
2-BUS	Horizontal bus in redundant I/O rack
7-SBUS, 12-SBUS, 17-SBUS	Central Part system buses
V-Buses	Vertical bus from CP rack to I/O rack
10315/1/1 I/O	backplane for redundant I/O
10317/1/1	HBD backplane for redundant I/O
10318/1/1	I/O backplane for non-redundant I/O (10 slots)



**Figura No. 22 Buses del Central Part**

### **Diagnostic and battery module**

El DBM es una interfaz de bajo costo para el usuario que sirve para el diagnostico del sistema FSC. Los Display del frente se utilizan para enviar mensajes sobre los defectos encontrados en las rutinas de diagnostico, el mensaje da el numero de tipo de error, y la posición del Módulo que resulto defectuoso. Además cuenta con una función de reloj en tiempo real que proporciona la hora y fecha actuales



**Figura No. 23 Módulo de Diagnóstico**

## 13. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO TPS HONEYWELL

### 13.1 REDES Y NODOS DEL SISTEMA [20]

Las redes del Sistema TPS consisten en una red de Supervisión conocida como Local Control Network y al menos una red de proceso. Existen tres tipos de redes de proceso: La Data Hiway, La Universal Control Network (UCN) y una tercera formada por un subsistema de PLC, conocida como “Programmable Logic Controller” (PLC). Hasta 20 redes de proceso pueden conectarse a la red LCN para formar el sistema TPN.

Cada red de proceso posee una interface (llamada un “Gateway”) que permite la comunicación con la red de supervisión Local Control Network, donde se localizan las interfaces Humano-Máquina o Estaciones de trabajo. La interface para el Data Hiway es llamada Hiway Gateway (HG), la interface para la Universal Control Network es llamada Network Interface Module (NIM), y la interface para Programmable Logic Controller es llamada (PLCG).

Las redes de proceso (Universal Control Network, Data Hiway, o PLC Data Hiway) transmiten la data de proceso desde/hacia los dispositivos conectados al proceso como los controladores y otros dispositivos para adquisición de datos (como temperatura, flujo y nivel). Todo esto en conjunto con las respectivas interfaces hace posible ver que está pasando en el proceso desde la estación de trabajo ubicada en la red Local Control Network (LCN).

Las estaciones de trabajo en un sistema TPS pueden ser: una Universal Station (US), una Universal Station X (UxS), una Universal Work Station (UWS), o una Global User Station (GUS); o cualquier combinación entre ellas.

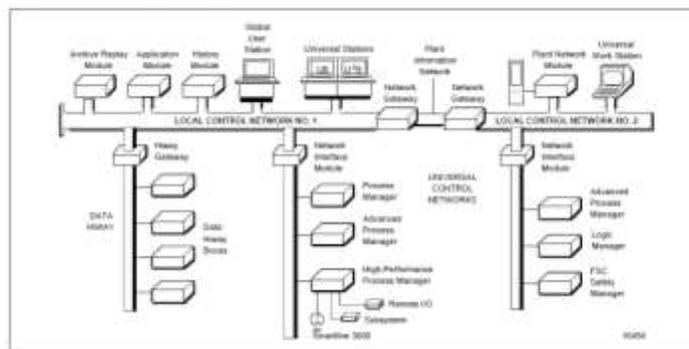


Figura No. 24 Diagrama de la arquitectura de un sistema TPS típico

### 13.2 RED LOCAL CONTROL NETWORK (LCN)

Es una red netamente de supervisión, que viene a ser la columna vertebral del nuevo sistema TDC3000, sus principales características son:

- Redundante (Switchero automático)
- Cable coaxial 75 OHM, RG11
- Protocolo propietario Honeywell, tipo Token Pass. En este protocolo cada nodo tiene un tiempo definido para comunicarse (30 mseg).
- La velocidad de la red es de 5 Mbits/seg.
- La longitud máxima de la red es de 300 m.

## Dispositivos de la red LCN

### 13.2.1 Global User Station (GUS)

La Global User Station es la última versión de interface humano-máquina del sistema TPS. Esta estación basada en Windows NT, provee una ventana nativa para toda la información de la LCN y del proceso, además de poder conectarse a la PIN gracias a las características que le proporciona el sistema operativo Windows NT.



**Figura No. 25 Mueble tipo “Z” de la GUS**

### 13.2.2 Módulo de Historia (HM)

El Módulo de Historia provee almacenamiento masivo de data en un disco duro, el cual puede ser redundante. Este dispositivo permite almacenar y accesar rápidamente largos bloques de datos. Algunos ejemplos de los datos que podemos guardar o accesar son:

- Historia de:
  - Alarmas de proceso
  - Cambios del operador
  - Mensajes del operador
  - Cambios del estado del sistema
  - Errores del sistema
  - Recomendaciones de mantenimiento del sistema
- Tendencias y reportes de procesos de historia continúa
- Archivo de sistema de todo tipo, como la data requerida para cargar los diferentes nodos
- Checkpoint y datos de mantenimiento

- Análisis e información de mantenimiento en proceso

### **13.2.3 Módulo de Aplicación (AM)**

El módulo de aplicación (AM) permite implementar estrategias de control avanzado. Este incluye algoritmos de control avanzados estándares además de permitir el desarrollo de algoritmos avanzados propios por medio un lenguaje de programación llamado Control Language (CL).

### **13.3 RED UNIVERSAL CONTROL NETWORK (UCN)**

La red UCN es una red de control de alta velocidad y seguridad, tiene capacidad de comunicación Peer-to-Peer, lo cual le permite compartir la data de proceso y establecer sofisticados esquemas de control involucrando uno o más controladores. Entre sus principales características se tiene:

- Velocidad de la red 5MB/seg.
- Capacidad de hasta 64 nodos

### **Dispositivos de la red UCN**

#### **13.3.1 Network Interface Module (NIM)**

Es la interface que permite conectar la red UCN a la red LCN, generalmente es redundante. Process Manager (PM) El Process Manager (PM) proporciona un completo rango para adquisición de datos y capacidad de control, incluyendo entradas y salidas digitales o analógicas y hasta 160 lazos de control regulatorio. El número y tipo de funciones de control a ser implementadas son configurables con el usuario. Estrategias de control personalizado pueden ser desarrolladas utilizando Control Language (CL). Es posible la comunicación Peer-to-Peer con otros dispositivos en la UCN. Advanced Process Manager (APM) El Advanced Process Manager (APM) provee las mismas funciones del PM, además de:

- Secuenciador de eventos (SOE) de 1 milisegundo
- Dispositivos de control de puntos para procesos de áreas de motores
- Conexión de equipo por puerto serial
- Incremento de la memoria
- Variables de time y string para programas en CL

#### **13.3.2 High Performance Process Manager (HPM)**

Solo se puede utilizar a partir de Release 500. El High Performance Process Manager (HPM), es un dispositivo flexible opcionalmente redundante, conectado a la red UCN el cual permite adquirir los datos de las IOP, procesarlos y finalmente ejecutar las funciones de control, ya sean algoritmos sencillos de control

regulatorio o estrategias avanzadas que pueden ser desarrolladas sobre un CL/HPM. Soporta comunicaciones punto a punto, y compatibilidad con la arquitectura abierta de del sistema de comunicaciones.

Otras Funciones:

- Mejoras de diseño electrónico y software respecto a versiones anteriores.
- Nuevas estrategias de control
- Soporta varios CL.
- Incrementa las unidades de procesamiento cinco veces más que el APM
- La velocidad del scan puede ser cambiada sin necesidad de recargar el equipo.
- Se disminuye la cantidad de tarjetas del módulo de control, de cinco en el APM a sólo dos en el HPM.
- Capacidades de Simulación I/O.
- Mayor uso de memoria que en el PM y APM.
- Mejorar el rendimiento de las IOP a través de PV scanning.

### **13.3.3 Fail Safe Control (FSC)**

El FSC es un es un sistema doble redundante usado para paradas de emergencias. Su operación es independiente del sistema pero está conectado a éste, por medio de la UCN. Permite comunicación Peer-to-Peer y puede ser visualizado por el operador desde el sistema.

### **13.3.4 I/O Processor [21]**

Existe una variedad de tipos de Entradas y Salidas de proceso, que están disponibles para trabajar con controladores PM, APM y HPM:

- Analog Input–High Level (16 points)
- Analog Input–Low Level (8 points)
- Analog Input–Low Level Multiplexer (32 points)
- Smart Transmitter Multivariable Interface (16 points)
- Analog Output (8 points)
- Analog Output (16 points)
- Serial Device Interface (16 points—2 ports)
- Serial Interface (32 arrays, 2 ports)
- Pulse Input (8 points)
- Digital Input (32 points)
- Digital Input 24 Vdc (32 points)

- Digital Input Sequence of Events (DISOE) (32 points)<sup>1</sup>
- Digital Output (16 points)
- Digital Output (32 points)
- Foundation Fieldbus (127 slots, 4 Fieldbus segments)<sup>2</sup>

### 13.3.5 Datos de Adquisición y Control [22]

Todos los datos de proceso y control de información en el sistema TPS están organizados por “Data Points”. Un “Data Point” es una colección de parámetros relacionados o información de proceso.

Parts	Sample Contents
Tag Name	TIC_100
Tag Name plus Parameters	TIC_100.PV = 532° F TIC_100.SP = 535° F TIC_100.OP = 55% etc.
Function	OP = Function of (PV, SP, other parameters)

**Figura No. 26 Estructura de un Data Point**

**Nombre:** Un único identificador alfanumérico propio de cada data point. Cada nombre tiene entre 1 y 16 caracteres.

**Parámetros:** Cada parámetro consiste en un único valor, pueden ser booleanos, enteros, numéricos, string, temporizadores, arreglos.

**Funciones:** Consiste en algoritmos, secuencias o programas escritos por el usuario creadas para llevar a cabo tareas.

#### **Tipos de Data Point:**

Existen cuatro grupos de datos que contemplan todos los tipos de puntos que se pueden configurar, son:

- Grupo de Entradas de Proceso
- Grupo de Control Estándar
- Grupo de Control Personalizado

---

<sup>1</sup> APM only

<sup>2</sup> HPM only

- Grupo de Salidas de Proceso

### 13.4 SEQUENCE PROGRAMS AND PROCESS MODULE DATA POINTS

Un Process Module Data Point, es la interfaz entre el sistema y un CL/HPM Sequence Program que reside en el Punto, allí se implementan algoritmos para mejorar el rendimiento del proceso, además estos son programados, compilados y cargados dentro de un PM, APM o HPM, donde igualmente son ejecutados.

Este tipo de Data Point tiene ciertos estados y modos que representan la condición de los Sequence Program asociados:

- Estados de Ejecución: NOT LOADED, LOADING, LOADED, RUN, PAUSE, FAIL, ERROR, END.
- Estados Operación: OFF, READY, NORMAL, HOLD, SHUTDOWN, EMERGENCY SHUTDOWN, RESTART.
- Modos: SINGLE STEP, SEMI-AUTOMATIC, AUTOMATIC

Un Sequence Program es cargado dentro de un HPM Process Module Data Point (Un slot en el HPM), desde el Process Module Detail Display en la Universal Station.

### 13.5 ARQUITECTURA DCS HONEYWELL TPS AROMÁTICOS

En la planta de aromáticos, existe actualmente un sistema de control distribuido marca Honeywell versión TPS, el cual básicamente consiste en 7 procesadores, donde 3 parejas de ellos están en configuración de redundancia. A cada procesador están unidas una serie de tarjetas de Entrada y Salida de señales, conocidas como I/O Processor (IOP). Además hay una NIM que comunica la UCN con la LCN con comunicación igualmente redundante. En la red LCN están las estaciones de trabajo tipo GUS, el Módulo historiador que sirve como servidor, una estación de Ingeniería y una adicional que sirve como interfaz hacia los servidores de PI.

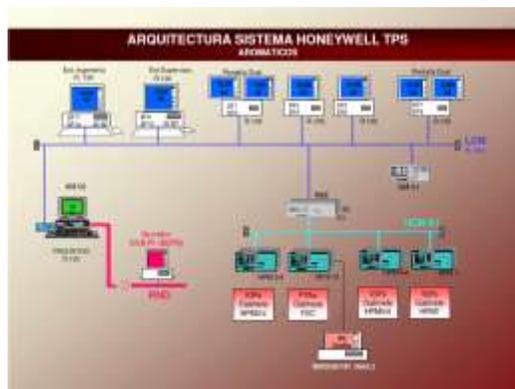


Figura No. 27 Arquitectura Sistema Honeywell TPS Aromáticos

## 14. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS

Toda la información que se recolecto en campo, se consignó en un formato de Excel, donde se tiene en cuenta para la nomenclatura la información que está consignada en “GRB-CEL-F-001 Formato de Caracterización de equipos y componentes de instrumentos y control de la GRB.xlsx” y “PAO-00-I-501 Instructivo para Caracterización de Plantas, Equipos y Componentes ECP”.

EQUIPOS Y COMPONENTES POSIBLES QUE APLICA PARA INSTRUMENTACION Y CONTROL						
TIPO DE EQUIPO TABLA 11	CODIGO CLASE EQUIPO	DESCRIPCION CLASE EQUIPO TABLA 12	PREFICHO EQUIPO	LETRAS COMPONENTE	DESCRIPCION COMPONENTE TABLA 13	Observaciones
SME Instrumentación y Control	CS	Sistema avanzado para control de procesos (DCS, PLC, SCADA, etc. etc.)	SR	DCS	DCS	
	PC	Sistema de Protección de Equipos		PLCS	PLCS	
	SC	Sistema avanzado para protección de los equipos de procesos (PLC, etc. etc.)	XX	SEC	Sistema de Seguridad	
	EP	Equipos de Prueba	XX	EP	Equipos Prueba Instrumentación	
	MI	Equipos Misceláneos de Instrumentación y Control, etc. etc.	XX	MI	Instrumento Misceláneo	

Figura No. 28 Documento GRB-CEL-F-001

INSTRUMENTACION Y CONTROL		PAO-00-I-501
INSTRUCTIVO PARA LA CARACTERIZACION DE PLANTAS, EQUIPOS Y COMPONENTES		001-00-00 0119
		ACT. 2 2010

1. Este Equipo formato de Instrumentación debe estar de Prueba y Listo, con todos sus accesorios e a Prueba que el equipo desarrolle en la planta.

4. CONDICIONES GENERALES.

ESTRUCTURA DE LA INFORMACION

Los datos, instrumentos, etc. se deben de tener, completos, en el momento de la entrega de la planta. Se debe a registrar, en un sistema, a la siguiente:

INFORMACION EQUIPO

ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO				
INFORMACION Y CARACTERIZACION DEL EQUIPO				
El equipo por equipo				
UN	NUMERO DEL EQUIPO (MI)	PREFICHO	CONDICIONES	DESCRIPCION Y OBSERVACION
			"TR" a clasificación del Equipo dentro del plano de montaje de la planta, entre los "MI" y "L" y "L". Este número está asociado a la función que el equipo desempeña en la planta.	Registrar la identificación de cada equipo en forma continua, con letras, números o sólo con letras o sólo con números. Para equipos de control de control se registra de la siguiente manera: <b>XXXXXXXXXX</b> donde <b>XXXX</b> Prefijo que identifica la variable y el tipo de Acto: EQ, PLC, TIC, Instrumento controlador de flujo, Instrumento controlador de temperatura, <b>XXXX</b> Clase (TI) digito que se asigna con el. Los dígitos serán de acuerdo al número de la planta de donde pertenece el dato. Para plantas que se identifiquen con tres dígitos, el primer carácter

Figura No. 29 Documento PAO-00-I-501

Para clasificar la información, esta se consigna en un formato de Excel que contiene ciertos campos a diligenciar, como:

- Unidad Productiva: Unidad a la que pertenece el DCS.
- Cargo Contable: Es un código que representa un centro de costos, con el

fin de fijar económicamente el equipo a un presupuesto.

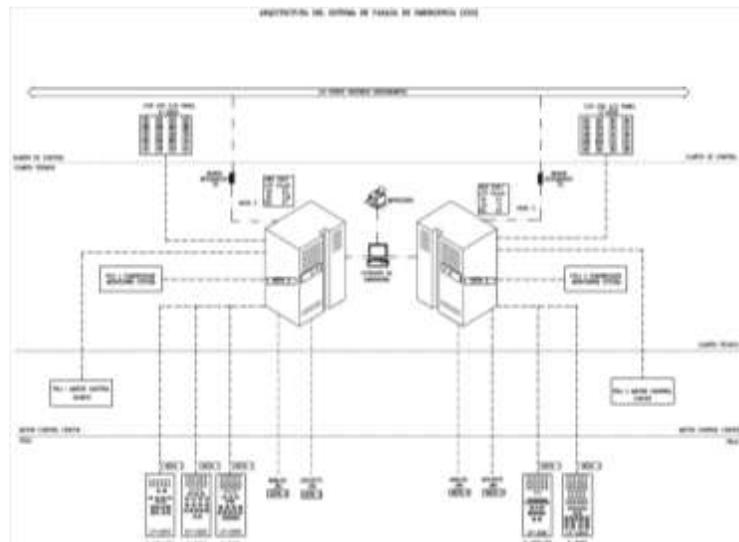
- Número de Equipo: Corresponde a un código que se utiliza en Ellipse único para cada equipo o componente. Distingue el Grupo de Componente y un número de 8 dígitos consecutivos. EJM: IMIO00001320.
- Tipo de componente: Designa si es Módulo I/O, procesador, módulo de comunicaciones, pantalla de proceso o Fuente de Voltaje.
- TAG: Es un nemónico que identifica el equipo de manera interna en la Empresa; dicho código es alfanumérico donde siempre relaciona la unidad a la que pertenece.
- Clase: Identifica si es un Sistema de Seguridad, Sistema de Control, Lazo de Control, Planta de Proceso, Sistema Eléctrico, Sistema Instrumentación, Válvula, Pozo, Componente, etc., dentro del sistema Ellipse.
- Ubicación: Describir el cuarto de control, Gabinete, Rack, Baseplate, Slot y posición del Módulo.
- Modelo: Coincide con la versión del Equipo, donde se diferencia de acuerdo al desarrollo tecnológico que haya tenido de fabrica.
- No. Stock: Es un código interno, que es asignado a cada equipo, una vez está catalogado, es decir, se encuentra en la bodega de la compañía disponible para repuesto.
- Número de Parte: Es un código único, dado por el fabricante, que sirve para su posterior efecto de compra. A veces coincide con el modelo del dispositivo.
- Funcionalidad: Una breve descripción del equipo.

## **14.1 CARACTERIZACIÓN ESD TRIDENT TRICONEX**

### **14.1.1 Información y Validación**

Identificar los equipos y componentes del Sistema de Parada de Emergencia ESD Marca Triconex, serie Trident Versión 1 de la unidad Polietileno I y II. De acuerdo al estándar interno, dichas unidades de Polietileno I y II, reciben igualmente los nombres de U2200 y U2250, respectivamente.

Recopilación de Información física o digital donde se identificó el estado actual del sistema, con su respectiva validación en campo. Dentro de los documentos que se recibieron como información digital se encuentra el diagrama de la Arquitectura del ESD, correspondiente a ambas unidades de Polietileno:



**Figura No. 30 Arquitectura del Sistema de Parada de Emergencia Polietileno**

El diagrama anterior, muestra que el ESD en la unidad de polietileno se encuentra dividido físicamente en dos gabinetes, correspondientes cada uno a las unidades U2200 y U2250.

Además hay otros sistemas de control, unidos al sistema de parada de emergencia, como los sistemas para compresores, motores y detección de vibraciones en turbo maquinaria.

Para el caso de Polietileno I y II, la cantidad total de componentes por grupo que presenta el sistema ESD Trident V1 instalado es:

Polietileno I:

- IFVO : 2 Und.
- IMCO : 3 Und.
- IRDC : 1 Und.
- IPPR : 1 Und.
- IMIO : 13 Und.

Polietileno II:

- IFVO : 2 Und.
- IMCO : 3 Und.
- IRDC : 1 Und.
- IPPR : 0 Und. Estación de Ingeniería compartida con Polietileno I.
- IMIO : 9 Und.

Las figura No.39 y 40; muestra los Procesadores, Módulos I/O, Fuentes de Voltaje, Módulos de Comunicaciones y Pantallas de Proceso; clasificadas en el Formato Estándar de Excel.

Tipo de Equipamiento		MCC										MÓDULOS I/O									
Módulo de Comunicación		PROCESADORES										MÓDULOS I/O									
Clase de Equipamiento	Código de Equipamiento	TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CLASE	MODELO	QUANTIDAD	UNIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CLASE	MODELO	QUANTIDAD	UNIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN				
MCC	UNIDAD DE POLIETILENO I	MCC	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC				
							2														
							3														
							4														
							5														
							6														
							7														
							8														
							9														
							10														
MCC	UNIDAD DE POLIETILENO II	MCC	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC	MCC				
							2														
							3														
							4														
							5														
							6														
							7														
							8														
							9														
							10														

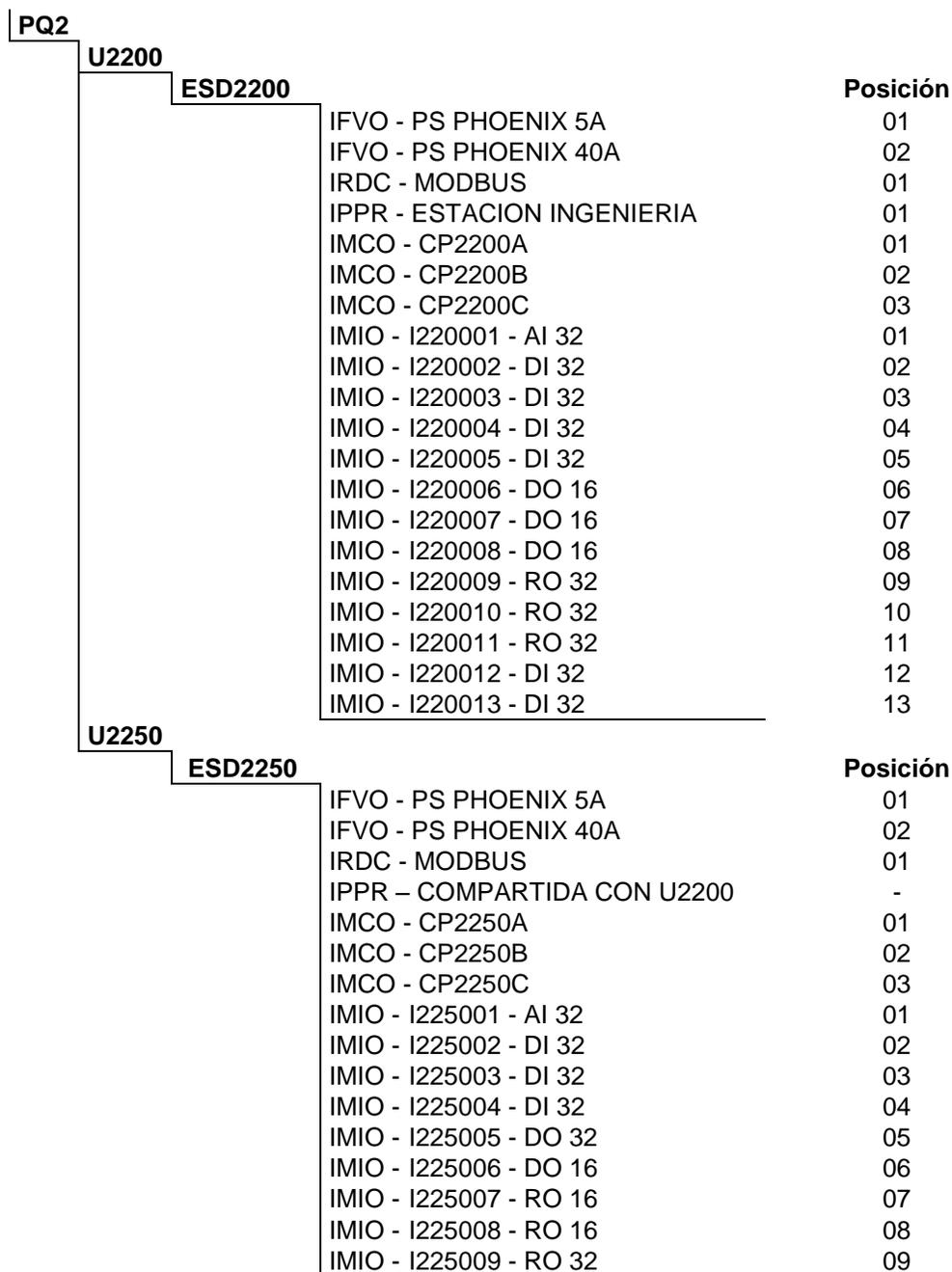
Figura No. 31 Documentación Recolectada en Campo Parte I

UNIDAD DE POLIETILENO I Y II ESD TRIDENT VI																	
RED CONTROL										FUENTES DE VOLTAJE							
SERIE	DESCRIPCIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CLASE	MODELO	QUANTIDAD	UNIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CLASE	MODELO	QUANTIDAD	UNIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
08-1124		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1125		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1126		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1127		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1128		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1129		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1130		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1131		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1132		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1133		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1134		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1135		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1136		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1137		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1138		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1139		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR
08-1140		CR	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR	MCC	MCC	MCC	1	MCC	02	PROCESADOR

Figura No. 32 Documentación Recolectada en Campo Parte II

### 14.1.2 Jerarquización

Este proceso de clasificación permite finalmente establecer un árbol de jerarquía que determina la manera de ingresar y organizar los componentes en la herramienta Ellipse. La jerarquización del sistema de control implementada para el Sistema ESD de Polietileno, es la establecida en la Figura 41.



**Figura No. 33** Árbol de Jerarquía establecido para Caracterización

Un criterio que se tuvo en cuenta al momento de organizar todos los dispositivos que hacen parte del sistema, además de su funcionalidad (grupo de componente), es el subsistema al que pertenecen, donde se observa que para cada ESD existe un procesador triple redundante al cual se conectan las tarjetas I/O, a través del módulo de comunicaciones, y un par de fuentes; en últimas este criterio obedece a la organización en los gabinetes.



**Figura No. 34 Gabinete ESD2200**



**Figura No. 35 Gabinete ESD2250**

### 14.1.3 Creación de Equipos y Componentes

Una vez se tiene la información recolectada, validada en campo y jerarquizada, se procede a crear cada equipo y componente en la base de datos Ellipse, siguiendo el instructivo “Documento PAO-00-I-501. Instructivo para la Caracterización de Plantas Equipos y Componentes”; además soportado por un tutorial elaborado por la anteriores practicantes, “Tutorial Creación de Equipos en Ellipse”.

Al momento de ingresar los componentes en Ellipse son necesarios algunos datos para costeo, trazabilidad, clasificación e información del dispositivo:

#### ➤ Localización

- Unidad productiva : U2200 (Unidad 2200 Polietileno I)  
DCS2200 (Subsistema)
- Localización Equipo : PQ2 (Departamento de Petroquímica)
- Distrito Dueño : GCB (Gerencia Refinería Barrancabermeja)

#### ➤ Información Dispositivo

- Tipo Equipo : IINE (Instrumentación y Control)
- Clase : CM (Componente)  
SJ (Sistema Parada de Emergencia)  
CS (Sistema de Control)

- Estado : OP (Operando)  
FS (Fuera de Servicio)  
EF (En Falla)  
OF (Operando en Falla)
- Código Componente : IMCO, IMIO, IFVO, IPPR, IRDC
- Código Stock : Código en bodega según inventarios
- Nemónico : TRICONEX (Fabricante)
- N° Parte : Según el fabricante

➤ **Clasificación**

- Especialidad Componente : IN (Instrumentación / Electrónica)
- Familia Componentes : SP (Sistema de Protección)
- Grupo Componentes : SF (Sistema de Protección)
- Tipo Componentes : MB (Electrónicas)
- Criticidad Componente : CR (Crítico)

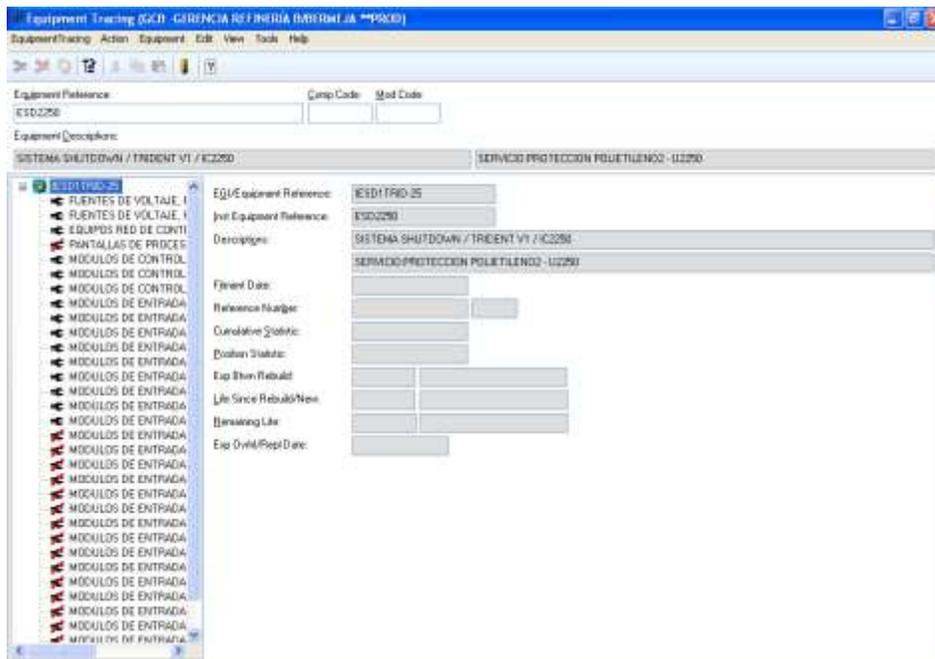
➤ **Costeo**

- GRP Planta / Negocio : PO (PLANTAS DE POLIOLEFINAS)
- Planta / Área : 2F (U2200 Polietileno I)  
2G (U2250 Polietileno II)
- Cargo Contable : MRF0328 (Polietileno I)  
MRF0329 (Polietileno II)

Además de la información anterior, la herramienta permite ingresar una descripción extendida del dispositivo que brinda la oportunidad de diligenciar información adicional de tipo general, funcional, conexión y hasta gabinete, rack, slot y baseplate de cada uno de los componentes.

El Número de Equipo de cada dispositivo ingresado es un consecutivo único de 12 dígitos con el que Ellipse lo identifica, para el caso de componentes, los primeros 4 dígitos debe contemplar el código familia y las posiciones restantes son el consecutivo que presente la herramienta (Ej.: IMCO00000098).





**Figura No. 38 ESD2250 Caracterizado**

El detalle del proceso de caracterización consiste primero en crear cada uno de los equipos y unirlos a sus respectivas unidades, entonces, se crearon los equipos ESD2200 y ESD2250, y se asignan a las Unidades U2200 y U2250, respectivamente. Luego se comienza por crear los componentes, teniendo en cuenta el grupo al que pertenecen, asignándole a cada uno su información correspondiente. Finalmente lo que se hace es fijar los componentes a su respectivo equipo, siendo la posición del espacio de memoria, determinado por el EGI.

COMPONENTE	EGI	DESCRIPCION	JUSTIFICACION	
ESD	IESD1TRID-25	SISTEMA DE SEGURIDAD TRIDENT - 25 I/O	Describe la cantidad de componentes que pueden ser fijados al Equipo ESD, entre (FIO2), (FOC1), (FFR1), (MCO2) y (MO2).	
IRDC	TRIDENTV1RDC	BUS DE COMUNICACION SERIAL		
IFVO	TRIDENTPS24V	24V POWER SUPPLY FOR TRIDENT SYSTEMS		
IMCO	TRIDENTV1CP	PROCESADOR PRINCIPAL TRIDENT TRICONEK		
IMIO	TRIDENT-AI32	ANALOG INPUT MODULE 32CH		EGI creado para agregarle su respectivo APL's.
	TRIDENT-DI32	DIGITAL INPUT MODULE 32CH		
	TRIDENT-DO16	DIGITAL OUTPUT MODULE 16CH		
	TRIDENT-RO32	RELAY OUTPUT MODULE 32CH		

**Figura No. 39 EGI Creados**

#### 14.1.4 Creación de APL:

Al final del proceso de caracterización, se procede a determinar el listado de partes y repuestos APL, de cada tipo de componente asignado a un agrupador EGI creado con anterioridad. Para la creación de los mismo se tomó como referencia el Documento "Instructivo para la Creación y Consulta de APLs.doc", propiedad de la Coordinación de Control y Electrónica.

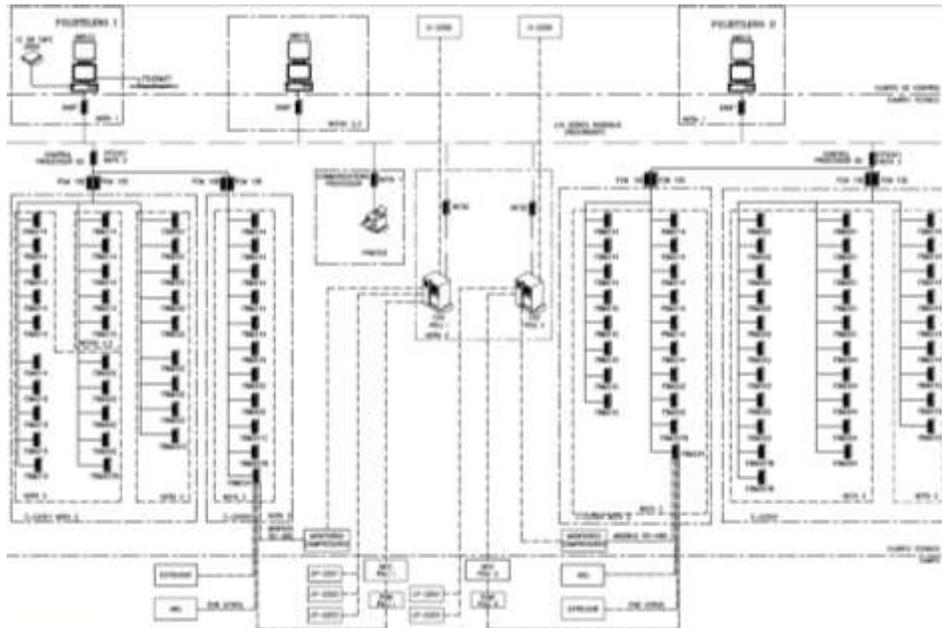


## 14.2 CARACTERIZACIÓN DCS FOXBORO SERIE I/A

### 14.2.1 Información y Validación

Identificar los equipos y componentes del Sistema Control Distribuido DCS Marca Foxboro serie I/A, de la Unidad de Polietileno I y II, de acuerdo al estándar interno, dichas unidades, reciben igualmente los nombres de U2200 y U2250, respectivamente.

Recopilación de Información física o digital donde se identificó el estado actual del sistema, con su respectiva validación en campo. Dentro de los documentos que se recibieron como información digital se encuentra el diagrama de la Arquitectura del DCS Foxboro serie I/A, correspondiente a ambas unidades de Polietileno:



**Figura No. 42 Arquitectura del Sistema Control Distribuido Polietileno**

Cada unidad de Polietileno, está dividida en Área de Control correspondiente al control de Proceso, y en Área de Transferencia, correspondiente al control del Empaquetado, Etiquetación y Distribución del Producto una vez terminado.

Ambas áreas trabajan con procesadores serie 100, específicamente CP60; para el caso de los módulos I/O, la parte de control de proceso maneja FBM serie 200, en cambio en la parte de transferencia, se trabaja con FMB serie 100.

Teniendo en cuenta dicha clasificación, existe una serie de gabinetes que contienen la arquitectura:

Polietileno 1:

- Gabinete E22000 – FMB's serie 200
- Gabinete E22001 – FMB's serie 200
- Gabinete E22201 – FMB's serie 100

Polietileno 2:

- Gabinete E22500 – FMB's serie 200
- Gabinete E22501 – FMB's serie 200
- Gabinete E22700 – FMB's serie 100

Gabinetes que contienen los Procesadores (CP60) de ambas Unidades:

- Gabinete E22701 – Área de Control
- Gabinete E22200 – Área de Transferencia

Para el caso de Polietileno I y II, la cantidad total de componentes por grupo que hacen parte del Sistema de Control Distribuido Foxboro serie I/A es:

Polietileno I:

- IFVO : 2 Tipos (4 unidades serie 200, 12 IPM2)
- IMCO : 4 Und.
- IRDC : 2 Und. (FCM10E/FBI10E)
- IPPR : 3 Und. (1 tipo Servidor)
- IMIO : 56 Und.

Polietileno II:

- IFVO : 2 Tipos (4 unidades serie 200, 12 IPM2)
- IMCO : 4 Und.
- IRDC : 2 Und. (FCM10E/FBI10E)
- IPPR : 2 Und.
- IMIO : 89 Und.

Las figura No.51 y 52; muestra los Procesadores, Módulos I/O, Fuentes de Voltaje, Módulos de Comunicaciones y Pantallas de Proceso; clasificadas en el Formato Estándar de Excel.

Fecha	Forma	Muestra	Tipo	Clase	Proceso	Muestra	Muestra	Muestra	No. Yotes	CST	Tipo	Muestra

Figura No. 43 Documentación Recolectada en Campo Polietileno I

Fecha	Forma	Muestra	Tipo	Clase	Proceso	Muestra	Muestra	Muestra	No. Yotes	CST	Tipo	Muestra

Figura No. 44 Documentación Recolectada en Campo Polietileno II

### 14.2.2 Jerarquización

Este proceso de clasificación permite finalmente establecer un árbol de jerarquía que determina la manera de ingresar y organizar los componentes en la herramienta Ellipse. La jerarquización del sistema de control implementada para el DCS de Polietileno, es la establecida en la Figura 53.

PQ2		U2200	DCS2200	CP2201	Posición
				IMCO - CP2201A	01
				IMCO - CP2201B	02
				IMIO - I22003 - FBM214 - AI4	01
				IMIO - I22004 - FBM214 - AI4	02
				IMIO - I22005 - FBM214 - AI4	03
				IMIO - I22006 - FBM214 - AI4	04
				IMIO - I22007 - FBM214 - AI4	05
				IMIO - I22008 - FBM215 - AO8	06
				IMIO - I22011 - FBM202 - AI8	07
				IMIO - I22012 - FBM202 - AI8	08
				IMIO - I22013 - FBM207B - DI16	09
				IMIO - I22014 - FBM241C-8CH	10
				IMIO - I22015 - FBM224 - CN	11
				IMIO - I22103 - FBM201 - AI8	12
				IMIO - I22104 - FBM201 - AI8	13
				IMIO - I22105 - FBM214 - AI4	14
				IMIO - I22106 - FBM214 - AI4	15
				IMIO - I22107 - FBM214 - AI4	17
				IMIO - I22108 - FBM214 - AI4	18
				IMIO - I22111 - FBM214 - AI4	19
				IMIO - I22112 - FBM214 - AI4	20
				IMIO - I22117 - FBM215 - AO8	21
				IMIO - I22118 - FBM215 - AO8	22
				IMIO - I22121 - FBM215 - AO8	23
				IMIO - I22122 - FBM215 - AO8	24
				IMIO - I22123 - FBM215 - AO8	25
				IMIO - I22124 - FBM202 - AI8	26
				IMIO - I22125 - FBM202 - AI8	27
				IMIO - I22126 - FBM202 - AI8	28
				IMIO - I22127 - FBM202 - AI8	29
				IMIO - I22128 - FBM202 - AI8	30
				IMIO - I22132 - FBM202 - AI8	31
				IMIO - I22133 - FBM202 - AI8	32
				IMIO - I22134 - FBM202 - AI8	33
				IMIO - I22135 - FBM202 - AI8	34
				IMIO - I22136 - FBM207B - DI16	35
			CP2202		
				IMCO - CP2202A	01
				IMCO - CP2202B	02
				IMIO - I22100 - FBM01 - AI8	01
				IMIO - I22101 - FBM01 - AI8	02
				IMIO - I22102 - FBM01 - AI8	03
				IMIO - I22103 - FBM04 - 8CH	04
				IMIO - I22104 - FBM04 - 8CH	05
				IMIO - I22105 - FBM41C - 8CH	06

IMIO - I22106 - FBM42C - 8CH	07
IMIO - I22107 - FMB41C - 8CH	08
IMIO - I22108 - FBM42C - 8CH	09
IMIO - I22109 - FMB41C - 8CH	10
IMIO - I22110 - FBM42C - 8CH	11
IMIO - I22111 - FMB41C - 8CH	12
IMIO - I22112 - FBM42C - 8CH	13
IMIO - I22113 - FMB41C - 8CH	14
IMIO - I22114 - FBM42C - 8CH	15
IMIO - I22115 - FMB41C - 8CH	16
IMIO - I22116 - FBM42C - 8CH	17
IMIO - I22117 - FMB41C - 8CH	18
IMIO - I22118 - FBM42C - 8CH	19
IMIO - I22119 - FBM7B - DI16	20
IMIO - I22119 - FBM7B - DI16	21

IFVO - PS22001 - OUPUTDC 24V-40A	01
IFVO - IPM2 - OUPUTDC 24V-20A	02
IRDC - I22000 - FCM10E	01
IRDC - FBI100 - FBI10E	02
IPPR - AW2200 - AW51D	01
IPPR - WP2201 - WP51D	02
IPPR - WP2202 - WP51D	03
IMIO - GW2201 - GATEWAY ESD	01
IMIO - ACM220 - GATEWAY F&G	02

**U2250**

**DCS2250**

**CP2251**

**Posición**

IMCO - CP2251A	01
IMCO - CP2251B	02
IMIO - I22603 - FBM214 - AI4	01
IMIO - I22604 - FBM214 - AI4	02
IMIO - I22605 - FBM214 - AI4	03
IMIO - I22606 - FBM214 - AI4	04
IMIO - I22607 - FBM214 - AI4	05
IMIO - I22608 - FMB214 - AI4	06
IMIO - I22611 - FBM214 - AI4	07
IMIO - I22612 - FBM214 - AI4	08
IMIO - I22613 - FMB214 - AI4	09
IMIO - I22614 - FMB215 - AO8	10
IMIO - I22615 - FMB215 - AO8	11
IMIO - I22616 - FMB215 - AO8	12
IMIO - I22617 - FMB215 - AO8	13
IMIO - I22618 - FMB215 - AO8	14
IMIO - I22621 - FBM202 - AI8	15
IMIO - I22622 - FBM202 - AI8	16
IMIO - I22623 - FMB207B - DI16	17
IMIO - I22624 - FBM224 - CN	18

IMIO - I22625 - FBM241C - 8CH	19
IMIO - I22703 - FBM201 - AI8	20
IMIO - I22704 - FBM201 - AI8	21
IMIO - I22705 - FBM201 - AI8	22
IMIO - I22706 - FBM201 - AI8	23
IMIO - I22707 - FBM201 - AI8	24
IMIO - I22708 - FBM214 - AI4	25
IMIO - I22711 - FBM214 - AI4	26
IMIO - I22712 - FBM214 - AI4	27
IMIO - I22713 - FBM214 - AI4	28
IMIO - I22714 - FBM214 - AI4	29
IMIO - I22715 - FBM214 - AI4	30
IMIO - I22716 - FMB215 - AO8	31
IMIO - I22717 - FMB215 - AO8	32
IMIO - I22718 - FMB215 - AO8	33
IMIO - I22721 - FBM202 - AI8	34
IMIO - I22722 - FBM202 - AI8	35
IMIO - I22723 - FBM202 - AI8	36
IMIO - I22724 - FBM202 - AI8	37
IMIO - I22725 - FBM202 - AI8	38
IMIO - I22726 - FBM202 - AI8	39
IMIO - I22727 - FBM202 - AI8	40
IMIO - I22728 - FBM202 - AI8	41
IMIO - I22731 - FBM202 - AI8	42
IMIO - I22732 - FBM204 - 8CH	43
IMIO - I22733 - FBM204 - 8CH	44
IMIO - I22734 - FBM204 - 8CH	45
IMIO - I22735 - FBM204 - 8CH	46
IMIO - I22736 - FBM204 - 8CH	47
IMIO - I22737 - FMB207B - DI16	48
IMIO - I22738 - FMB207B - DI16	49

**CP2252**

**Posición**

IMCO - CP2252A	01
IMCO - CP2252B	02
IMIO - I22500 - FBM01 - AI8	01
IMIO - I22501 - FBM01 - AI8	02
IMIO - I22502 - FBM01 - AI8	03
IMIO - I22503 - FBM01 - AI8	04
IMIO - I22504 - FBM01 - AI8	05
IMIO - I22505 - FBM04 - 8CH	06
IMIO - I22506 - FBM04 - 8CH	07
IMIO - I22507 - FBM04 - 8CH	08
IMIO - I22508 - FBM04 - 8CH	09
IMIO - I22509 - FMB41C - 8CH	10
IMIO - I22510 - FBM42C - 8CH	11
IMIO - I22511 - FMB41C - 8CH	12
IMIO - I22512 - FBM42C - 8CH	13
IMIO - I22513 - FMB41C - 8CH	14
IMIO - I22514 - FBM42C - 8CH	15

IMIO - I22515 - FMB41C - 8CH	16
IMIO - I22516 - FBM42C - 8CH	17
IMIO - I22517 - FMB41C - 8CH	18
IMIO - I22518 - FBM42C - 8CH	19
IMIO - I22519 - FMB41C - 8CH	20
IMIO - I22520 - FMB42C - 8CH	21
IMIO - I22521 - FMB41C - 8CH	22
IMIO - I22522 - FMB42C - 8CH	23
IMIO - I22523 - FMB41C - 8CH	24
IMIO - I22524 - FMB42C - 8CH	25
IMIO - I22525 - FMB41C - 8CH	26
IMIO - I22526 - FMB42C - 8CH	27
IMIO - I22527 - FMB41C - 8CH	28
IMIO - I22528 - FMB42C - 8CH	29
IMIO - I22529 - FMB41C - 8CH	30
IMIO - I22530 - FMB42C - 8CH	31
IMIO - I22531 - FMB41C - 8CH	32
IMIO - I22532 - FMB42C - 8CH	33
IMIO - I22533 - FMB41C - 8CH	34
IMIO - I22534 - FMB42C - 8CH	35
IMIO - I22535 - FMB41C - 8CH	36
IMIO - I22536 - FBM7B - DI16	37
IFVO - PS22501 - OUPUTDC 24V-40A	01
IFVO - IPM2 - OUPUTDC 24V-20A	02
IRDC - I22500 - FCM10E	01
IRDC - FBI300 - FBI10E	02
IPPR - WP2251 - WP51D	01
IPPR - WP2252 - WP51D	02
IMIO - GW2251 - GATEWAY ESD	01

**Figura No. 45 Árbol de Jerarquía establecido para caracterización**

Un criterio que se tuvo en cuenta al momento de organizar todos los dispositivos que hacen parte del sistema, además de su funcionalidad o grupo de componentes, es el nodo adicional que se creó para DCS2200 visto como CP2201 y CP2202, esto con el fin de organizar la cantidad tan extensa de componentes que existen, donde en cada nodo de esos, tienen fijado los grupos IMCO y IMIO. El resto de grupos IFVO, IRDC e IPPR se encuentran fijados al equipo DCS2200; de igual manera ocurre para el DCS2250.

### 14.2.3 Fotos de Gabinetes



**Figura No. 46 Gabinete E22000**



**Figura No. 47 Gabinete E22001**



**Figura No. 48 Gabinete E22201**



**Figura No. 49 Gabinete E22500**



**Figura No. 50 Gabinete E22501**



**Figura No. 51 Gabinete E22700**



**Figura No. 52 Gabinete E22701**



**Figura No. 53 Gabinete E22200**

#### **14.2.4 Creación de Equipos y Componentes**

Una vez se tiene la información recolectada, validada en campo y jerarquizada, se procede a crear cada equipo y componente en la base de datos Ellipse.

Al momento de ingresar los componentes en Ellipse son necesarios algunos datos para costeo, trazabilidad, clasificación e información del dispositivo:

➤ **Localización**

- Unidad productiva : U2200 (Unidad 2200 Polietileno I)
  - DCS2200
 U2250 (Unidad 2250 Polietileno II)
  - DCS2250
- Localización Equipo : PQ2 (Departamento de Petroquímica)
- Distrito Dueño : GCB (Gerencia Refinería Barrancabermeja)

➤ **Información Dispositivo**

- Tipo Equipo : IINE (Instrumentación y Control)
- Clase : CM (Componente)
  - SJ (Sistema Parada de Emergencia)
  - CS (Sistema de Control)
- Estado : OP (Operando)
  - FS (Fuera de Servicio)
  - EF (En Falla)
  - OF (Operando en Falla)
- Código Componente : IMCO, IMIO, IFVO, IPPR, IRDC, IDCS, ISEG
- Código Stock : Código en bodega según inventarios
- Nemónico : FOXBORO (Fabricante)
- N° Parte : Según el fabricante

Equipment	Part Number
FBM214	P0914XQ
FBM215	P0917TQ
FBM216	P0917TN
FBM218	P0917XK
Redundant Adapter for FBM216	P0917XQ
Redundant Adapter for FBM218	P0916QD
Compression-type TA for FBM214/216	P0916BX
Compression-type TA for FBM215/218	P0917XV
Ring lug-type TA for FBM214/216	P0926EA
Ring lug-type TA for FBM215/218	P0926EK

**Figura No. 54 Número de Parte para FBM's HART**

➤ **Clasificación**

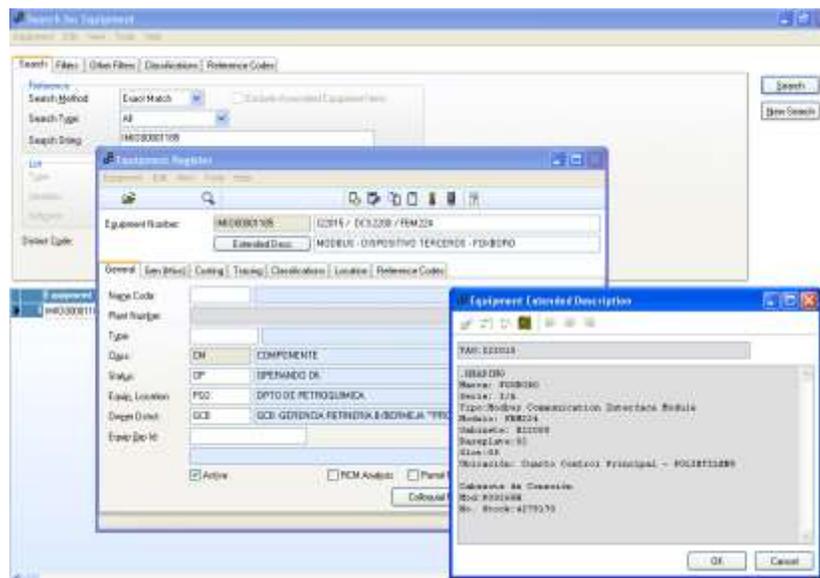
- Especialidad Componente : IN (Instrumentación / Electrónica)
- Familia Componentes : 10 (Sistema de Control)
- Grupo Componentes : SE (Sistema de Control)
- Tipo Componentes : MB (Electrónicas)
- Criticidad Componente : CR (Crítico)

➤ **Costeo**

- GRP Planta / Negocio : PO (PLANTAS DE POLIOLEFINAS)
- Planta / Área : 2F (U2200 Polietileno I)  
2G (U2250 Polietileno II)
- Cargo Contable : MRF0328 (Polietileno I)  
MRF0329 (Polietileno II)

Además de la información anterior, la herramienta permite ingresar una descripción extendida del dispositivo que brinda la oportunidad de diligenciar información adicional de tipo general, funcional, conexión y hasta gabinete, rack, slot o baseplate de cada uno de los componentes.

El Número de Equipo (Equipment Number) es un código Alfanumérico de 12 caracteres propio para identificar en ELLIPSE, donde 4 son letras que representan el Grupo de Componente y otros 8 son dígitos consecutivos de acuerdo al orden como se van creando los componentes. Por Ejemplo: IMIO00001185: Es un Módulo I/O correspondiente a una FMB224.



**Figura No. 55 Equipment Number**

Resultado del Proceso de Caracterización Ellipse:

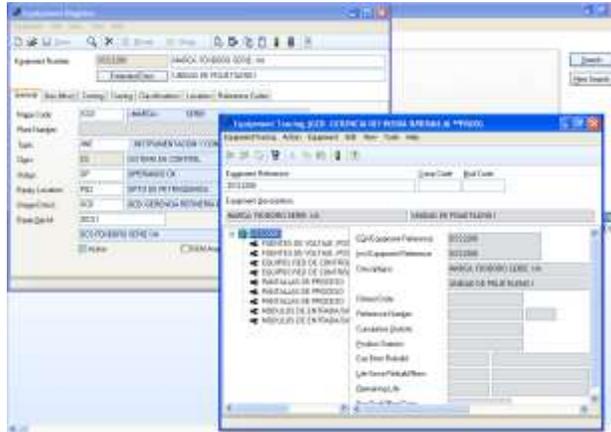


Figura No. 56 Componentes del DCS2200

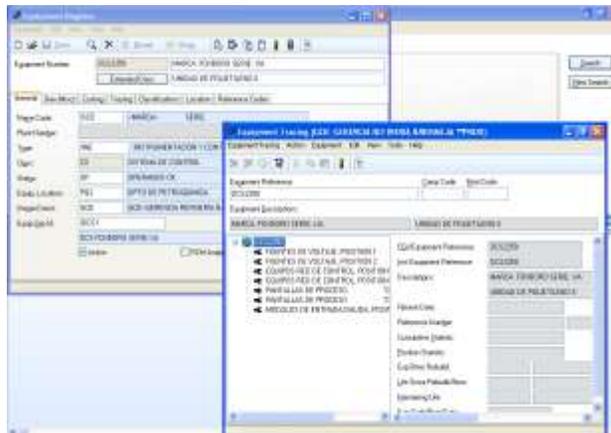


Figura No. 57 Componentes del DCS2250

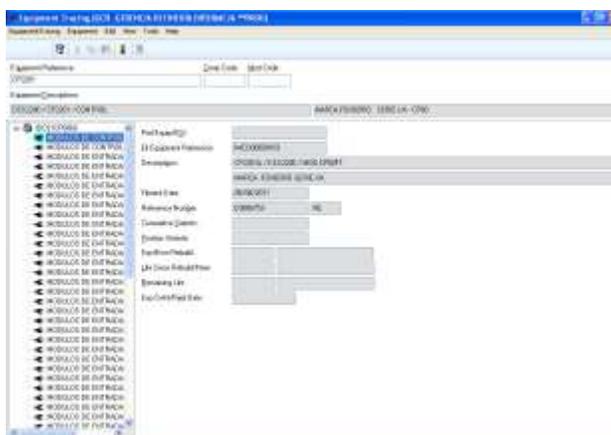


Figura No. 58 Componentes CP2201

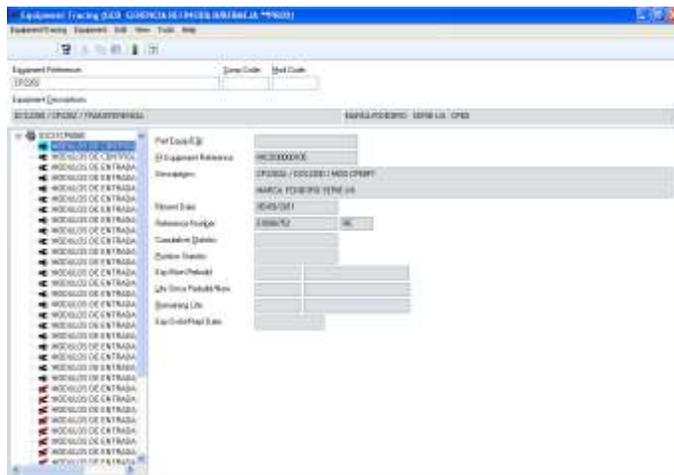


Figura No. 59 Componentes CP2202

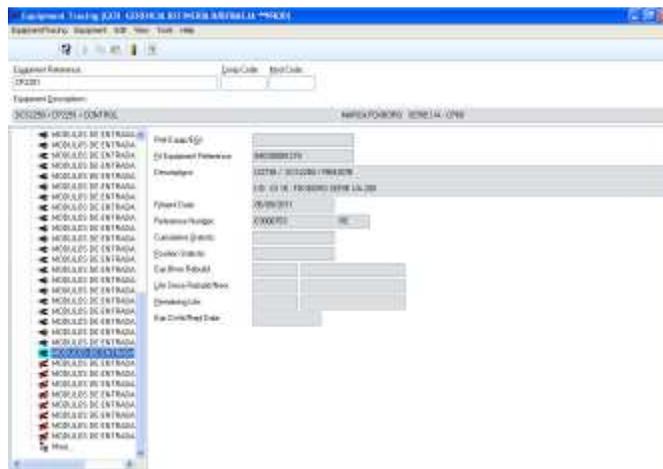


Figura No. 60 Componentes CP2251

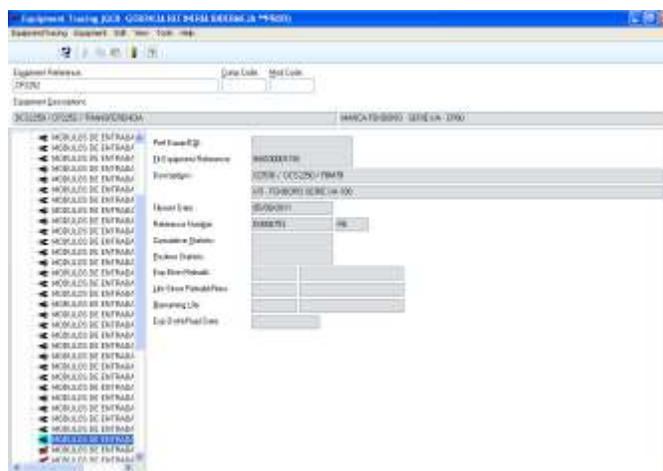


Figura No. 61 Componentes CP2252

El proceso de caracterización consiste primero en crear cada uno de los equipos y unirlos a sus respectivas unidades, para ello, se crearon los equipos DCS2200 y DCS2250, y se asignan a las Unidades U2200 y U2250, respectivamente. Luego se comienza por crear los componentes, teniendo en cuenta el grupo al que pertenecen, asignándole a cada uno su información correspondiente. Finalmente lo que se hace es fijar los componentes a su respectivo equipo, siendo la posición del espacio de memoria, determinado por el EGI.

EQUIPMENT NUMBER	EGI / PERFIL	CANTIDAD	DESCRIPCION	ADICIONAL
DCS2200	DCS2200	IFVO (2) - IRDC (1) - IPPR (3) - IMIO (2)	Se creo Perfil al equipo, con el fin de fijar su respectiva cantidad de componentes.	Perfil creado para cada DCS.
DCS2200	DCS2250	IFVO (2) - IRDC (1) - IPPR (2) - IMIO (1)		
CP2201/02/51/52	IDCS1CP6060 *	HASTA 60 IMIO DENTRO DEL NODO	DCS I/A FOXBORO / CP60 / 60 POS IO	* Ya existía de Parafinas.

**Figura No. 62 EGI – Perfil del Equipo**

Para este caso ya existía un EGI (Equipment Group Identifier) que había sido creado para la Unidad de Parafinas, IDCS1CP6060, el cual corresponde al Identificador de Grupos de Equipos que se le asigna a los nodos CP2201/02/51/52; con el fin de crear aquellas posiciones para posteriormente asignarle los componentes del grupo IMCO e IMIO.

**IDCS1CP6060**

**IDCS1: DCS FOXBORO SERIE I/A**

**CP60: Procesador 60.**

**60: Crea sesenta posiciones para grupo IMIO.**

El resto de grupos de Componentes IFVO, IRDC e IPPR, fue necesario crearles un Perfil a los Equipos DCS2200 y DCS2250, con el fin de asignar sus respectivas posiciones, era necesario debido a que había una cantidad diferente de componentes para cada caso, por ejemplo al DCS de Polietileno I se le fijó a parte de las Estaciones de Operaciones una estación adicional tipo Servidor (Application Workstation - AW), el Gateway con F&G y Gateway ESD2200, en cambio Polietileno II solo tiene su respectivo Gateway ESD2250 y sus dos estaciones de Operaciones.

**14.2.5 Listado de partes y repuestos - APL**

Al final del proceso de caracterización, se procede a determinar el listado de partes y repuestos APL, de cada tipo de componente asignado a un agrupador EGI creado con anterioridad. Para el caso del DCS Foxboro, existía el EGI llamado IDCS1, propio del DCS Foxboro el cual tiene asignado un APL llamado SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO FOXBORO. El contenido de este APL, consiste en 98 ítems, donde se encuentra cada una de los módulos FBM's, los



### 14.3 CARACTERIZACIÓN ESD HONEYWELL FSC

#### 14.3.1 Información y Validación

Identificar los equipos y componentes del Sistema Parada de Emergencia marca Honeywell versión FSC (Fail Safe Control) de la Planta de Aromáticos, siendo la Unidad U1300.

Recopilación de Información física o digital donde se identificó el estado actual del sistema, con su respectiva validación en campo. Este sistema posee dos Central Part Module el cual funcionan en modo redundante, cada una con su procesador, sistema de diagnostico, módulos de comunicaciones y fuentes.

- Gabinete E13000 – Contiene Todo los componentes del sistema.

Para el caso de Aromáticos, la cantidad total de componentes por grupo que hacen parte del Sistema de Parada de Emergencia FSC es:

- IFVO : 2 Tipos (2 Fuentes 24Vdc y 3 Fuentes 5Vdc)
- IMCO : 2 Und.
- IRDC : 1 Und. (Communication Module)
- IPPR : 1 Und. (Estación compartida con PHD)
- IMIO : 42 Und.

Las figura No.73 y 74; muestra los Procesadores, Módulos I/O, Fuentes de Voltaje, Módulos de Comunicaciones y Pantallas de Proceso; clasificadas en el Formato Estándar de Excel.

Equipamiento		PROCESADOR												
Unidad	Equip	UNIDAD	SPU	CÓDIGO	TAR	CLASE	RACK	No. STOCK	No. PARTS	FIRMWARE	MODELO	CABINETE	UNID.	
				8AC00000	01000		2							
		1300	FSC Partida Standby			SPU		01000	00000	000	8AC0 PROCESOR FIBRE	E13000	1	
				8AC00000	01000		2							

Figura No. 65 Documentación Recolectada en Campo Aromáticos



IMIO - AI_5_4 - AI16CH - MOD:10105/2/1	18
IMIO - AI_5_9 - AI16CH - MOD:10105/2/1	19
IMIO - AI_5_10 - AI16CH - MOD:10105/2/1	20
IMIO - DO_6_1 - DO8CH - MOD:10201/2/1	21
IMIO - DO_6_2 - DO8CH - MOD:10201/2/1	22
IMIO - DO_6_3 - DO8CH - MOD:10201/2/1	23
IMIO - DO_6_4 - DO8CH - MOD:10201/2/1	24
IMIO - DO_6_5 - DO8CH - MOD:10201/2/1	25
IMIO - DO_6_6 - DO8CH - MOD:10201/2/1	26
IMIO - DO_6_7 - DO8CH - MOD:10201/2/1	27
IMIO - DO_6_8 - DO8CH - MOD:10201/2/1	28
IMIO - DO_6_9 - DO8CH - MOD:10201/2/1	29
IMIO - DO_6_10 - DO8CH - MOD:10201/2/1	30
IMIO - DO_6_11 - DO8CH - MOD:10201/2/1	31
IMIO - DO_6_12 - DO8CH - MOD:10201/2/1	32
IMIO - DO_6_13 - DO8CH - MOD:10201/2/1	33
IMIO - DO_6_14 - DO8CH - MOD:10201/2/1	34
IMIO - DO_7_1 - DO8CH - MOD:10201/2/1	35
IMIO - DO_7_2 - DO8CH - MOD:10201/2/1	36
IMIO - DO_7_3 - DO8CH - MOD:10201/2/1	37
IMIO - DO_7_4 - DO8CH - MOD:10201/2/1	38
IMIO - DO_7_5 - DO8CH - MOD:10201/2/1	39
IMIO - DO_7_6 - DO8CH - MOD:10201/2/1	40
IMIO - DO_7_7 - DO8CH - MOD:10201/2/1	41
IMIO - DO_7_8 - DO8CH - MOD:10201/2/1	42

**Figura No. 67** Árbol de Jerarquía establecido para Caracterización

Todos los grupos de componentes se organizaron en el mismo nivel de jerarquía, debido a que no existe gran cantidad de equipos como para separar por nodos.

### 14.3.3 Fotos de Gabinetes



**Figura No. 68** Gabinete E13000

### 14.3.4 Creación de Equipos y Componentes

Una vez se tiene la información recolectada, validada en campo y jerarquizada, se procede a crear cada equipo y componente en la base de datos Ellipse, siguiendo instructivos.

Al momento de ingresar los componentes en Ellipse son necesarios algunos datos para costeo, trazabilidad, clasificación e información del dispositivo:

#### ➤ Localización

- Unidad productiva : U1300 (Unidad 1300 Aromáticos)  
- ESDU1300
- Localización Equipo : PQ2 (Departamento de Petroquímica)
- Distrito Dueño : GCB (Gerencia Refinería Barrancabermeja)

#### ➤ Información Dispositivo

- Tipo Equipo : IINE (Instrumentación y Control)
- Clase : CM (Componente)  
SJ (Sistema Parada de Emergencia)  
CS (Sistema de Control)
- Estado : OP (Operando)  
FS (Fuera de Servicio)  
EF (En Falla)  
OF (Operando en Falla)
- Código Componente : IMCO, IMIO, IFVO, IPPR, IRDC, ISEG
- Código Stock : Código en bodega según inventarios
- Nemónico : HONEYWELL (Fabricante)
- N° Parte : Según el fabricante

#### ➤ Clasificación

- Especialidad Componente : IN (Instrumentación / Electrónica)
- Familia Componentes : SP (Sistema de Protección)
- Grupo Componentes : SF (Sistema de Protección)

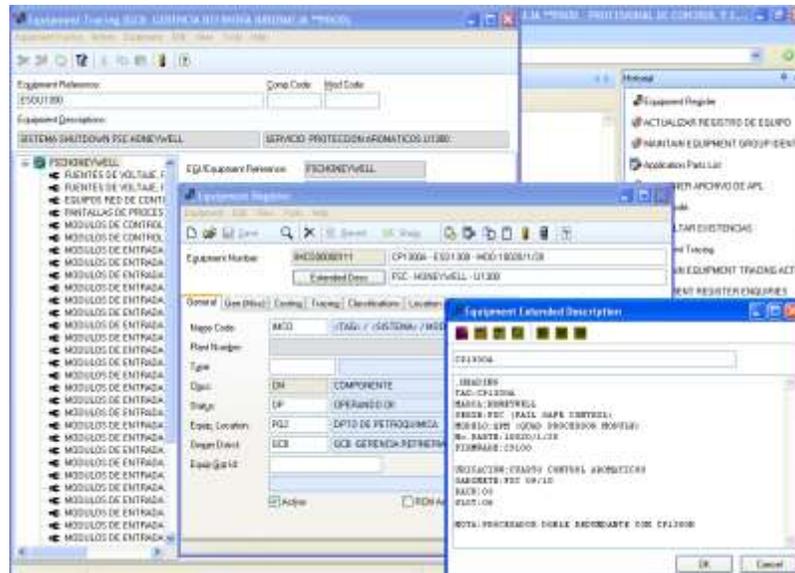
- Tipo Componentes : MB (Electrónicas)
- Criticidad Componente : CR (Crítico)

➤ **Costeo**

- GRP Planta / Negocio : AR (PLANTAS DE AROMATICOS)
- Planta / Área : 1C (U1300/U1400/U1500/U1600/U1700)
- Cargo Contable : MRF0350 (U1300)

Además de la información anterior, la herramienta permite ingresar una descripción extendida del dispositivo que brinda la oportunidad de diligenciar información adicional de tipo general, funcional, conexión y hasta gabinete, rack, slot o baseplate de cada uno de los componentes.

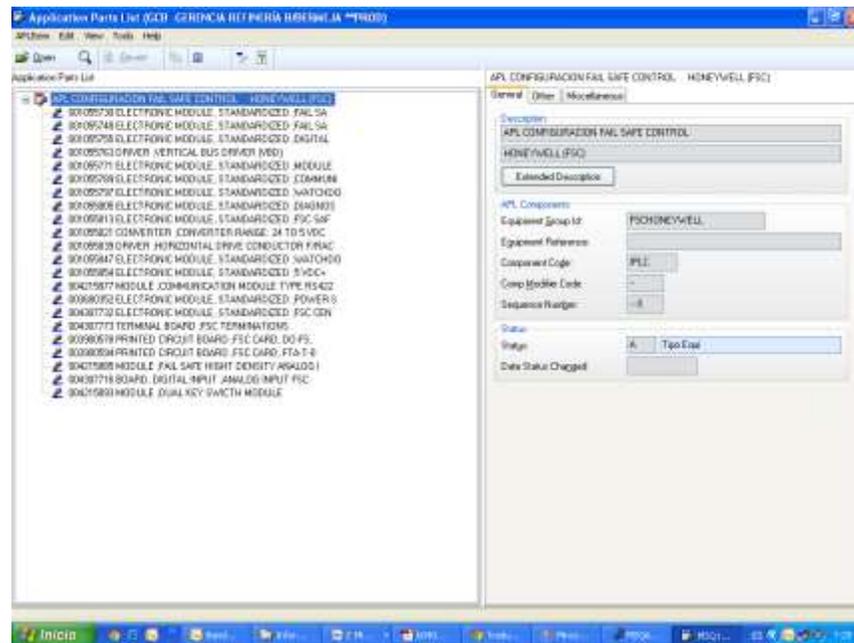
El Número de Equipo (Equipment Number) por Ejemplo: IMCO00000111: Es un Quad Processor modelo: 10020/1/20.



**Figura No. 69 Equipment Number**







**Figura No. 73 APL que está en el EGI “FSC/HONEYWELL”**

#### 14.4 TUTORIALES

Creación de Video Tutoriales utilizando la Herramienta Debugmode Wink, con el fin de facilitar la posterior caracterización de futuros trabajos. Nombres de los Tutoriales:

1. Crear Equipos y Componentes
2. EGI\_Fijar Componentes
3. Agregar un Repuesto a un APL
4. ESD POLIETILENO
5. DCS POLIETILENO
6. ESD AROMATICOS

## 15. CÁLCULO DE INDICADORES

La coordinación de Control y Electrónica dentro de sus roles como autoridad técnica en la Refinería, maneja una serie de indicadores que permiten medir la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los activos. El objetivo de manejar, modificar, monitorear y gestionar los indicadores, permiten tener una visualización general de los activos que tiene a cargo la coordinación, y plantear metas o actividades que conlleven a mejorar dichos indicadores.

Los indicadores se manejan independientes para cada unidad de Proceso, es decir, cada planta tiene asociado los 5 indicadores que hacen parte del sistema de gestión, por lo tanto semanalmente los ingenieros de confiabilidad de la coordinación hacen su correspondiente ruta de monitoreo en sus respectivas unidades a cargo y consignan los diferentes indicadores.

### 15.1 HOJAS DE VIDA INDICADORES [23]

La coordinación de control y electrónica tiene como función la gestión de 5 indicadores que gestionan el manejo de los activos en custodia, son:

- Disponibilidad del Sistema de Control Distribuido DCS
- Disponibilidad del Sistema de Parada de Emergencia ESD
- Disponibilidad del Sistema Fire and Gas F&G
- Disponibilidad Lazos de Protección No Forzado
- Disponibilidad Lazos en Automático

### 15.2 HOJA DE VIDA INDICADOR LAZOS EN AUTOMÁTICO

El indicador Lazos en Automático tiene por objeto medir la disponibilidad en los lazos de control configurados en la Gerencia Refinería Barrancabermeja y hacer gestión para su correcto funcionamiento.

Descripción: Indica la disponibilidad de acuerdo a la base instalada en cada una de las unidades de proceso, en el período de análisis. En todos los sistemas se distinguen la criticidad de los lazos de control, a los cuales se les ha definido un peso de acuerdo a su impacto para la operación del sistema integral y de la unidad de proceso.

Formula: % DISP. LAZOS AUTOMÁTICO GRB = Promedio ( $\Sigma$  (% En servicio de cada Unidad de Proceso))

UNIDAD	LAZO	PARA	DESCRIPCIÓN	COMP	CANAL ACTUAL	MODO PI	COMENTARIO	MÉTRIC
VERB_PR	FC 13001	PI	NAPHTA T 030	CA	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13002	PI	CONDENSADOR C-03	CA	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13004	PI	REFUGIO T 030	AUTO	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13006A	PI	CARGA HEX SERPENTINA	AUTOMATE	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13008B	PI	CARGA HEX SERPENTIN B	AUTOMATE	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13008C	PI	CARGA HEX SERPENTIN C	AUTOMATE	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE
VERB_PR	FC 13008D	PI	CARGA HEX SERPENTIN D	AUTOMATE	AUTOMATE	AUTOMATE		CAE

**Figura No. 74 Cálculo Lazos en Automático**

### 15.3 JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO

Actualmente la Coordinación de Control y Electrónica realiza el cálculo de sus indicadores de forma manual; es decir, el ingeniero de confiabilidad va a campo y hace una inspección visual de la situación, hace su respectivo Query en el Sistema, luego va a la hoja de Cálculo de Excel, donde consigna los datos consultados previamente, y finalmente procede a ejecutar el cálculo. Dichos indicadores son presentados semanalmente en la Reunión Sistemática de la Coordinación con el fin de darle seguimiento a los que eventualmente estén por debajo de las metas.

Para el caso del indicador de Lazos en Automático, se planteó la necesidad de hacer el cálculo desde el Sistema de Control Distribuido DCS Honeywell TPS, con el fin de evidenciar algunas ventajas:

- Ejecutar el cálculo del indicador de manera automática y obtener disponibilidad del resultado para conectarlo en línea con los sistemas de Información de la Refinería.
- Facilitar el proceso de cálculo, es decir, evitar hacer la consulta a la base de datos del DCS, organizar los datos e ingresarlos manualmente a la hoja de cálculo.
- Verificación del estado real de los Lazos de Control en un momento determinado.
- Manejo y control total del dato, antes de ser enviado al sistema de Información PI (Plant Information).
- Organización de la información.

## 15.4 FASE I

El primer paso es comenzar con el estudio detallado del DCS Honeywell TPS (Total Plant System), el cual incluye la arquitectura del sistema, dispositivos y elementos funcionales de las redes y nodos TPN (Total Plant Network), el manejo del Menú, Despliegues del Sistema y conocimiento del DCS particularmente implementado en Aromáticos. Dicha fase consiste en conocer el sistema y poder navegar sobre él, sin tener ningún problema, ni realizar algún procedimiento subestandar que afecte la normal operación de control de la Planta de Aromáticos.

### LCN

El Despliegue System Status es el punto de partida para encontrar fallas en un equipo. Entendiendo el funcionamiento del Despliegue System Status se podrá resolver problemas del sistema con mayor rapidez y efectividad.

El Despliegue permite al operador ver:

- El estado de todos los equipos del sistema
- Salvar la base de datos de los equipos
- Arrancar equipos del sistema
- Cargar la base de datos de equipos conectado a proceso
- Manejar las alarmas de equipos conectados al proceso
- El cambio de los cables redundantes de la LCN, que ocurre cada 60 segundos.

```

MAKE SELECTION                                     12 Oct 11 07:29:47 6
SYS VERS: 0530                                     SYSTEM STATUS FROM US #0
NCF VERS: 1400#00 10-25-55:000
CABLE #1: 0X                                     CABLE #1: 0X
  
```

US#1	US#2	US#3	US#4	US#5	US#6	ARR#	NA#1	NA#2	NA#1
OK	OFF	OK	OK	OK	OK	OK	BACKUP	OK	OK

LOAD	LOAD	SH#	DE-	RT#R/H#Y	NODE	STATUS	LCN	TIME/
SELECT	CONFIC	LOADS	SELECT	STATUS	STATUS	DETAIL	DIAG	DATE
LOAD	LOAD	LOAD	SELECT	DUMP	SHUT	LCN	EVENT	
TS#L	FW#L	FW#_VN	NO# INFO	NODE	DOWN	OVERVIEW	RECOVERY	

Figura No. 75 System Status

## UCN

Al seleccionar el bloque NIM (NM 21), y oprimir “NTWK/HWY STATUS”, permite visualizar el despliegue de los nodos de la UCN, correspondiente a procesadores y módulos de interfaz con ESD y F&G.

En **DETAIL STATUS** de un HPM, entramos a observar las IOP físicamente conectadas correspondiente a módulos de entrada y salida; en **SLOT SUMMARY** igualmente de un HPM, se observan los tipos de Data Points configurados.

NAME SELECTION 12 Oct 11 07:30:22 8

UCN CABLE STATUS: OK UCN #1 STATUS UCN CONTROL STATE: BASIC  
UCN AUTO CHECKPNT: INHIBIT  
NIM AUTO CHECKPNT: DISABLE

01 NIM 02	03 HPM 04	05 HPM 06	07 HPM	08 SR 10	11 SR 12		
OK BACKUP	OK BACKUP	PARTIAL BACKUP	OK	OK BACKUP	OK OSUP.PP		

LOAD/SAVE CONTROL AUTO UCN CABLE RUN SLOT DETAIL  
RESTORE STATES CHECKPT STATUS STATES SUMMARY STATUS

**Figura No. 76 Red UCN**

NAME SELECTION 12 Oct 11 07:31:26 8

SLOT SUMMARY

UCN 1 DEVICE 2 MODULE HPM

- LOGIC POINTS
- DIGITAL COMPOSITE POINTS
- TIMER POINTS
- FLAG POINTS
- NUMERIC POINTS
- REGULATORY CONTROL POINTS:
- REGULATORY PV POINTS
- PROCESS MODULE POINTS
- ARRAY POINTS
- DEVICE CONTROL POINTS

**Figura No. 77 Tipos de Data Points**

SLOT SUMMARY

UCN 1 DEVICE 3 MODULE HPM - REGCTL PAGE 2

SLOT	POINT ID	DESCRIPTOR	PTEXECST
17			
18			
19			
20	FIC_1501	CARGA TORRE BENCENO	
21	FIC_1503	EFLUENTE TORRE ARCILLA	
22	TIC_1506	TEMP.CARGA TORR ARCILLA	
23	LIC_1502	NIVEL FONDO TORR BENCENO	
24	FIC_1503	CARGA TORRE TOLUENO	
25	FIC_1502	CONDENSADO RESEVEDOR	
26	FIC_1507	CONDENS. RESEVEDOR	
27	FIC_1505	REFLUJO TORRE BENCENO	
28	TOC_1510	RANGO PLATOS 4 A 16 BENC	
29	LIC_1507	TANBOR CIMA TORR BENCENO	
30	FIC_1500	CARGA TORRE XILENOS	
31	LIC_1500	FONDOS TORRE TOLUENO	
32	FIC_1510	REFLUJO TORRE TOLUENO	

PAGE  
SELECT

SLOT  
SELECT

POINT  
TYPE MENU

Figura No. 78 TAG Regulatory Control

Para visualizar los puntos conectados a una IOP, se selecciona la tarjeta a observar, y se presiona SLOT SUMMARY, y para observar el estado extendido de la tarjeta, entrar por DETAIL STATUS.

HPM AUTO CHECKPNT: INHIBIT HPM 03 STATUS/UCN 01 HPM CONTROL STATE : BASIC  
 IOL PERIODIC SWAP: ENABLE HPM 04 S HPM 03 P UCN CBL STS HPM 03: B/A  
 HPM 04: B/A

WRITE LOCKOUT : OFF

01	02	03 STIM	04 STIM	05 STIM	06 STIM	07 STIM	08 STIM
		OK	OK	OK	OK	OK	OK
09 STIM	10 STIM	11 AO_16	12 AO_16	13	14 AO_16	15 AO_16	16
OK	OK	OK	OK		OK	OK	
17 HLAI	18 STIM	19 STIM	20 STIM	21 HLAI	22 HLAI	23	24
OK	OK	OK	OK	OK	OK		
25 AO_16	26 AO_16	27 AO_16	28 AO_16	29 OO_32	30 OI	31	32
OK	OK	OK	OK	OK	OK		
33	34	35	36	37	38	39	40

LOAD/SAVE  
RESTORE

CONTROL  
STATES

AUTO  
CHECKPT

IOL CABLE  
COMMANDS

RUN  
STATES

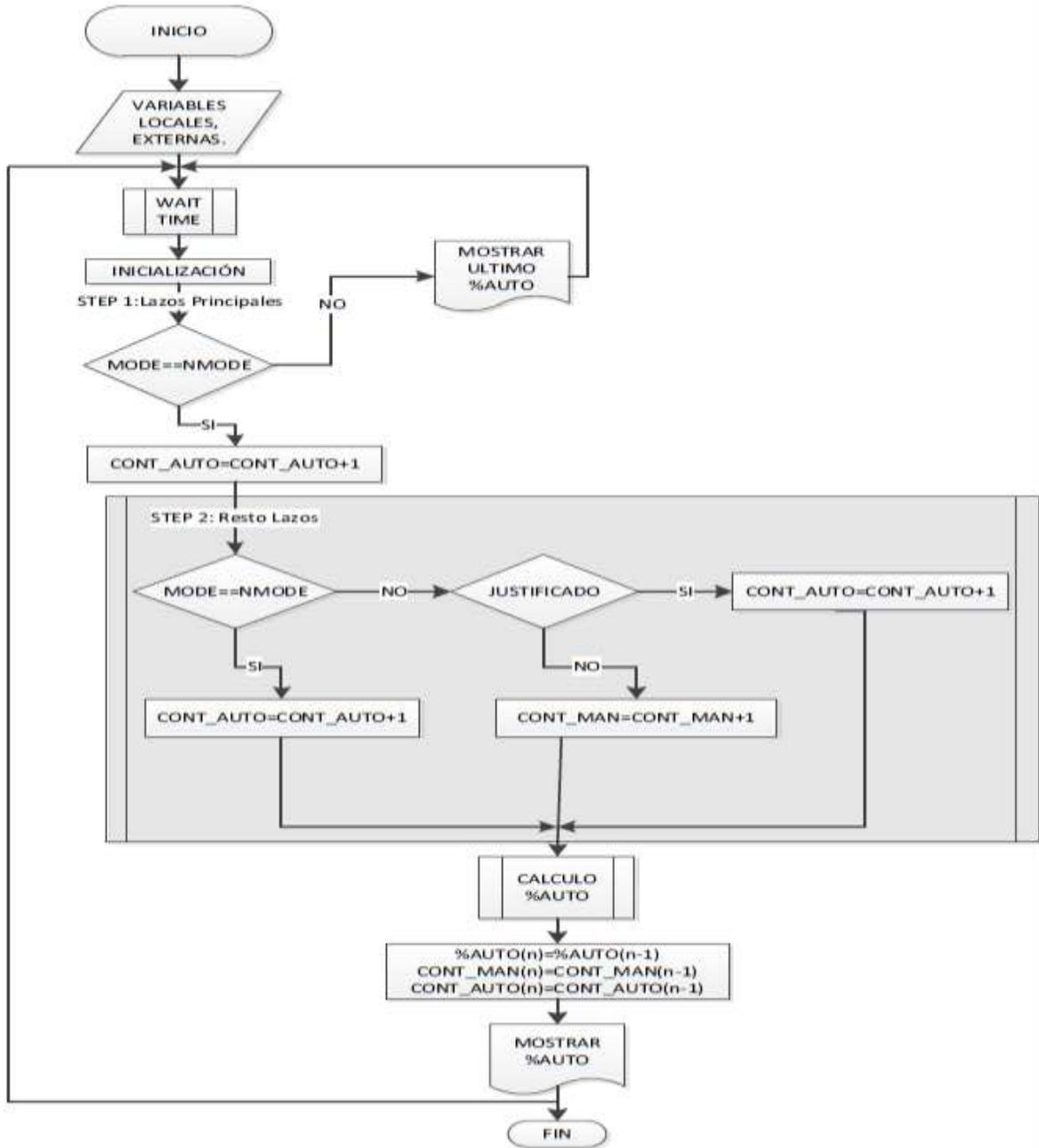
SLOT  
SUMMARY

DETAIL  
STATUS

Figura No. 79 IOP del HPM03/04

## 15.5 FASE II

Una vez conocida la interfaz del sistema, se procede a crear el algoritmo utilizando un Diagrama de Flujo, para estructurarlo.



**Figura No. 80 Algoritmo Calculo Indicador Lazo en Automático**

El algoritmo consiste inicialmente en declarar variables, donde se encuentran los TAG de los lazos de control, variables locales para los cálculos y variables contadoras. Luego se observa un subproceso que espera un tiempo, tiempo que

determina la frecuencia con que se va ejecutar el algoritmo. Una vez el programa comienza, el primer paso será inicializar las variables contadoras y después preguntar por el estado de los Lazos principales, quienes determinan cuando la planta esta fuera de servicio, con el fin de obviar el cálculo cuando ello suceda, o simplemente realizar el cálculo si se encuentra en operación normal; entonces si el estado de los lazos principales es Automático, entra a un subproceso que consiste en preguntar por el estado del resto de lazos que conforman la planta. Finalmente se calcula el indicador Lazos en Automático siguiente la siguiente formula:

$$\%LA = \frac{\text{Lazos Auto}}{\text{Lazos Auto} + \text{Lazos Manual}} \times 100$$

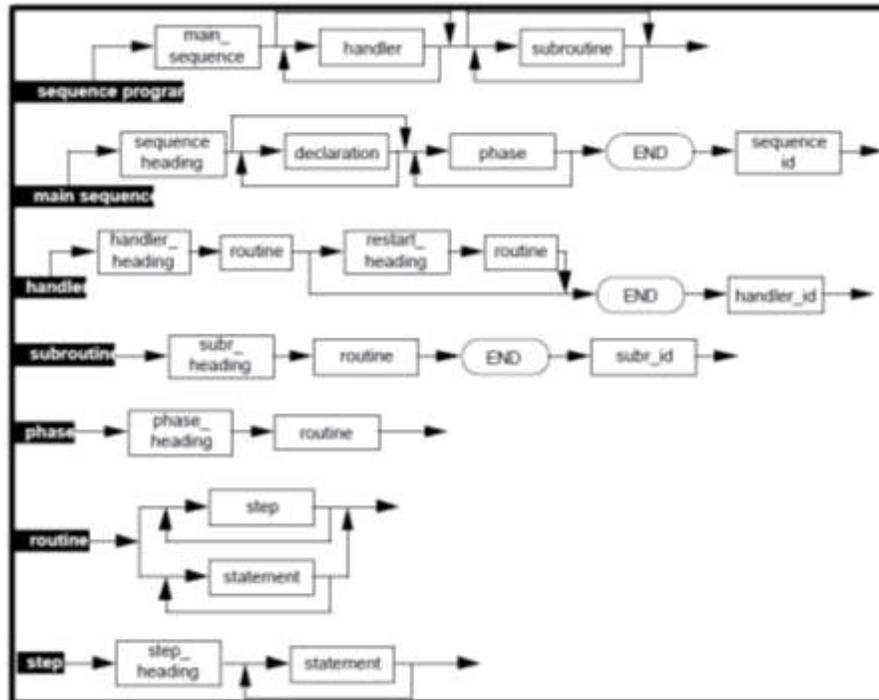
El último paso será proceder a mostrar el resultado del cálculo.

### **15.6 FASE III [24]**

Ahora se inicia con un estudio bien detallado acerca del lenguaje de programación propio del fabricante, conocido como Control Language, siendo este la opción más viable para crear y ejecutar el algoritmo. El documento correspondiente a “Control Language High-Performance Process Manager Reference Manual”, trata de manera detallada la sintaxis, reglas, sentencias, elementos y estructuras del Lenguaje de Programación.

Las sentencias del Programa CL pueden ser categorizadas como:

- Sentencias de Asignación: Propósito de cambiar el valor de una o más variables. Comandos: SET, READ, WRITE, y STATE CHANGE.
- Sentencias de Control: Establece programas condicionales o de salto directo. Comandos: GOTO, IF/THEN/ELSE, LOOP/REPEAT, CALL, ENB, INITIATE y RESUME.
- Sentencias de Retardo: Causa que el programa espere por algún evento o ocurra durante un tiempo. Comandos: PAUSE y WAIT.
- Sentencias de Terminación: Significa la terminación del programa o una parte de él. Comandos: FAIL, EXIT, ABORT; y END.
- Sentencias de Comunicación: Permite comunicarse con el operador o un Computing Module. Comando: SEND



**Figura No. 81 Sintaxis de un Sequence Program**

#### **15.7 FASE IV**

Se procede a crear un Sequence Program, para ejecutarlo dentro de un HPM (High Performance Process Manager), para ello es necesario seguir una serie de procedimientos que se encuentran en los manuales del fabricante, con el fin de evitar que el procesador se bloquee, que la base de datos se corrompa o que en el peor de los casos el control del proceso falle.

Para tal fin, fue necesario además del algoritmo, crear un Procedimiento que quedará de soporte a la coordinación de Control y Electrónica, acerca del paso a paso de cómo se hizo para crear, compilar, cargar y ejecutar un Control Language en el High Performance Process Manager.

Además del Procedimiento, se creó un Manual de Usuario que permitiera interactuar con el Sequence Program, que quedo funcionando en la Planta de Aromáticos, Departamento Petroquímica.

#### **15.8 RESULTADOS**

El resultado final del trabajo consiste en obtener el cálculo del Indicador Lazos en Automático en línea, es decir, el sistema calcula de forma automática el indicador y el PHD de Honeywell se encarga de subirlo al sistema de información PI (Plant Information) y finalmente quede disponible para su posterior Gestión.

## 15.8.1 Data Point

Creación de TAG Tipo Process Module dentro de cada procesador.

```
MAKE SELECTION 21 Dec 11 09:45:57 5
```

SLOT SUMMARY

```
UCN 1 DEVICE 3 MODULE HPM3 - PROCMODL PAGE 1
```

SLOT	POINT ID	DESCRIPTOR
1	DCS_HPM35	DISPONIBILIDAD DCS
2	ESO_SMB9	DISPONIBILIDAD ESO
3	FIRE_SMI1	DISPONIBILIDAD FRG
4	NOFORZ_SMB9	INDICADOR LAZOS NO FORZ
5	LAZOS_HPM33	INDICADOR LAZOS EN AUTO
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

PAGE SELECT      SLOT SELECT      POINT TYPE MENU

Figura No. 82 Process Module del HPM3

```
MAKE SELECTION 21 Dec 11 09:46:26 6
```

SLOT SUMMARY

```
UCN 1 DEVICE 5 MODULE HPM5 - PROCMODL PAGE 1
```

SLOT	POINT ID	DESCRIPTOR
1	PY13060	LOGICA ABRIR DNPER H1301
2	PY13061	LOGICA ABRIR DNPER H1302
3	PY13062	LOGICA ABRIR DNPER H1303
4	PY13064	LOGICA ABRIR DNPER H1304
5	PY13010	LOGICA ABRIR DNPER H1307
6		
7		
8		
9		
10	LAZOS_HPM55	INDICADOR LAZOS EN AUTO
11		
12		
13		
14		
15		
16		

PAGE SELECT      SLOT SELECT      POINT TYPE MENU

Figura No. 83 Process Module del HPM5



El PHD es una interfaz de Honeywell que hace lectura del TAG. Parámetro que reside en el historiador hacia algún sistema de información, para este caso PI (Plant Information).

### 15.8.2 Archivos

Para desarrollo del algoritmo fue necesario crear dos aplicaciones, una en cada procesador. Debido a que el total de lazos de la planta (184) se encuentran configurados de la siguiente manera: 81 Lazos en HPM05 y 103 en HPM03; entonces si se hiciera solo un archivo que contenga todos los lazos, esto implicaría una línea de código adicional correspondiente a la de lectura de los lazos que estén en otro HPM diferente donde reside el CL.

La siguiente figura visualiza los Archivos creados que por defecto residen en cada procesador.

CL HPM03		CL HPM05	
FILENAME	DESCRIPCION	FILENAME	DESCRIPCION
LAUTO3.CL	LAUTO3.CL contiene el algoritmo escrito en Control Language el cual evalúa los lazos que estén en el procesador tres, lee los resultados que están en el HPM05 y finalmente calcula el indicador.	LAUTO5.CL	LAUTO5.CL contiene el algoritmo escrito en Control Language el cual evalúa solo los lazos que están en el procesador cinco.
LAUTO3.LS		LAUTO5.LS	
10305988.NO		10510989.NO	

**Figura No. 86 Archivos del Cálculo Lazo en Automático**

CL Disponibilidad	
FILENAME	DESCRIPCION
DISPDCS.CL	Estos CL contiene la lógica para calcular los Indicadores de disponibilidad del DCS, ESD y FIRE&GAS, el cual consiste en recibir la cantidad de equipos y dispositivos disponibles (En servicio) por tipo, y
DISPESD.CL	
DISPFIRE.CL	

	finalmente realizar un cálculo de acuerdo a su correspondiente peso.
--	--

**Figura No. 87 Archivos Cálculo Indicadores Disponibilidad**

**Extensiones de Archivo que puede encontrar:**

(Filename).CL: Archivo que tiene el algoritmo en Control Language. Archivo fuente creado por el usuario.

(Uppssiii).NO: Archivo Objeto creado por el compilador, el cual aparece cuando la compilación ocurre sin errores. Las siglas representan

- u: Número red UCN
- pp: Número de Procesador HPM
- ss: Número del Slot donde reside el Process Module
- iii: Número que indica el índice asignado por la NIM para este CL.

(Filename).LS: Archivo de lista creado por el compilador, el cual tiene un reporte detallado del resultado de la compilación, cuando ésta no detecta errores.

(Filename).LE: Archivo que contiene el listado de errores que existan una vez se compila, regularmente son errores de sintaxis. Si este archivo aparece, los demás archivos .LS y .NO nunca se generarán hasta que todos los errores sean corregidos.

(Filename).XX: Archivo de Texto, que puede ser leído como Texto Plano.

**15.8.3 Contenido del CL**

El archivo LAUTO5.CL, contiene un algoritmo que consiste primordialmente en preguntar por el estado de los parámetros NMODE y MODE; siendo el primer parámetro un estado que por diseño debe tener el lazo de control, y el último corresponde al estado que es modificado por intervención del usuario cuando se desea cambiar a Manual (MAN), a Automático (AUTO) o Cascada (CAS).

El archivo LAUTO3.CL, igualmente pregunta por el estado de los lazos que se encuentran en el procesador HPM03, adicional a eso, hace lectura de la cantidad de lazos que están tanto en automático como manual en el otro procesador, y finalmente ejecuta una subrutina que calcula el indicador en unidades %.

Para ambos casos, existe una subrutina que pregunta si el lazo está justificado o simplemente se asume la responsabilidad por estar en manual, esto contribuye a que la gestión de los lazos que están en manual sea exclusivamente para aquellos que tienen fallas y no para los que actúan en manual por decisión de operaciones.

### 15.8.4 Display Process Module

La siguiente figura visualiza el estado RUN del CL que pregunta por el parámetro MODE de los lazos que residen en el HPM05.

```

03 Jan 12 14:24:28  E
INDICADOR LAZOS EN AUTO  MESSAGES  PAGE 1
DEV ADDR:HPM 001/P05/55010
PHASE TIME: 0 00:00:00  STATEMENT: 1  USERID:
ENABLED:  PRIORID:
STEMSG: NONE
UNIT  MODULE  SEQUENCE  OPER  EXEC  MODE  PHASE  STEP  MSG
-----
01  LAZOS.HPM05  AUTO.S  NDRN  RUN  AUTO  ONE  ONE  YES

SUB-ROUTINE1:  ABNORMAL-S01
SUB-ROUTINE2:

< MESSAGE

15:50 01 LAZOS.HPM05  LAZO FIC.1300  EN MODO MANUAL ( 1.00000 )
15:49 01 LAZOS.HPM05  LAZO FIC.1300  EN MODO MANUAL ( 1.00000 )
15:48 01 LAZOS.HPM05  LAZO FIC.1300  EN MODO MANUAL ( 1.00000 )

MESSAGES  BOX  MOD  MOD  MOD  MOD  CONFIG  LOAD
PARAMS  NUMERICS  FLAGS  STRINGS  TIMES  PARAMS  SAVE

```

Figura No. 88 Display Lazos en Automático HPM05

Variables Locales utilizadas para llevar el conteo de los lazos en automático, lazos en manual y el contador de borrado.

```

03 Jan 12 14:24:58  E
MODULE: LAZOS.HPM05  INDICADOR LAZOS EN AUTO  MODULE NUMERICS PAGE 2
SEQUENCE: AUTO.S  PHASE: ONE  DEV ADDR:HPM 001/P05/55010
NUMERICS: 00  SELECTED VALUE:
N0001 03.0000  N0021 -----  N0041 -----  N0061 -----
N0002 22.0000  N0022 -----  N0042 -----  N0062 -----
N0003 52.0000  N0023 -----  N0043 -----  N0063 -----
N0004 22.0000  N0024 -----  N0044 -----  N0064 -----
N0005 02.0000  N0025 -----  N0045 -----  N0065 -----
N0006 -----  N0026 -----  N0046 -----  N0066 -----
N0007 -----  N0027 -----  N0047 -----  N0067 -----
N0008 -----  N0028 -----  N0048 -----  N0068 -----
N0009 -----  N0029 -----  N0049 -----  N0069 -----
N0010 -----  N0030 -----  N0050 -----  N0070 -----

N0011 -----  N0031 -----  N0051 -----  N0071 -----
N0012 -----  N0032 -----  N0052 -----  N0072 -----
N0013 -----  N0033 -----  N0053 -----  N0073 -----
N0014 -----  N0034 -----  N0054 -----  N0074 -----
N0015 -----  N0035 -----  N0055 -----  N0075 -----
N0016 -----  N0036 -----  N0056 -----  N0076 -----
N0017 -----  N0037 -----  N0057 -----  N0077 -----
N0018 -----  N0038 -----  N0058 -----  N0078 -----
N0019 -----  N0039 -----  N0059 -----  N0079 -----
N0020 -----  N0040 -----  N0060 -----  N0080

MESSAGES  BOX  MOD  MOD  MOD  MOD  CONFIG  LOAD
PARAMS  NUMERICS  FLAGS  STRINGS  TIMES  PARAMS  SAVE

```

Figura No. 89 Variables contadoras HPM05

Las variables de tipo String, se utilizan para visualizar los lazos que están en Modo Manual, cuya posición coincidirá con las variables de tipo numéricas utilizadas para justificar.

```

03 Jan 12 14:25:25  6
MODULE: LAZOS.WPMS5  INDICADOR LAZOS EN AUTO  BOX: STRINGS  PAGE 51
SEQUENCE: AUTO-5  PHASE: ONE  DEV ADDR:WPM U01/P05/55810
STRINGS: 4095  SELECTED VALUE:

S0001 ----- FIC13007 FIC13009 -----
S0009 ----- FIC13010 ----- FIC13026
S0017 FIC13001 ----- FIC13040 ----- LTC13002 -----
S0025 ----- LTC13012 LTC13014 ----- LTC13016 ----- LTC13021

S0033 ----- ----- ----- ----- PTC13003
S0041 ----- ----- PTC13007 PTC13008 -----
S0049 ----- ----- PTC13010 PTC13017 -----
S0057 ----- ----- ----- ----- TTC13004 -----

S0065 ----- ----- ----- ----- TTC13013
S0073 ----- F_130200 F_130208 PTC13107 ----- F_130120 F_130170
S0081 F_130120 -----
S0089 -----

S0097 -----
S0105 -----
S0113 -----
S0121 -----

MESSAGES  MOD  BOX  BOX  BOX  BOX  BOX  SLOT
          PARAMS NUMERICS FLAGS STRINGS TIMES TIMERS SELECT
  
```

Figura No. 90 Lazos en Estado Manual

Ahora se visualiza las posiciones de los lazos que se deben justificar, para ello se determino utilizar el numero 1 para su respectiva justificación.

```

03 Jan 12 14:25:00  6
MODULE: LAZOS.WPMS5  INDICADOR LAZOS EN AUTO  BOX: NUMERICS  PAGE 8
SEQUENCE: AUTO-5  PHASE: ONE  DEV ADDR:WPM U01/P05/55810
NUMERICSI 1024  SELECTED VALUE:

N0001 0.00000 N0021 0.00000 N0041 0.00000 N0061 0.00000 N0081 0.00000
N0002 0.00000 N0022 0.00000 N0042 0.00000 N0062 0.00000 N0082 -----
N0003 0.00000 N0023 0.00000 N0043 0.00000 N0063 0.00000 N0083 -----
N0004 1.00000 N0024 0.00000 N0044 0.00000 N0064 0.00000 N0084 -----
N0005 1.00000 N0025 0.00000 N0045 0.00000 N0065 0.00000 N0085 -----
N0006 0.00000 N0026 0.00000 N0046 0.00000 N0066 0.00000 N0086 -----
N0007 0.00000 N0027 0.00000 N0047 0.00000 N0067 0.00000 N0087 -----
N0008 0.00000 N0028 0.00000 N0048 0.00000 N0068 0.00000 N0088 -----
N0009 0.00000 N0029 0.00000 N0049 0.00000 N0069 0.00000 N0089 -----
N0010 0.00000 N0030 0.00000 N0050 0.00000 N0070 0.00000 N0090 -----

N0011 0.00000 N0031 0.00000 N0051 0.00000 N0071 0.00000 N0091 -----
N0012 0.00000 N0032 0.00000 N0052 0.00000 N0072 0.00000 N0092 -----
N0013 0.00000 N0033 0.00000 N0053 0.00000 N0073 0.00000 N0093 -----
N0014 0.00000 N0034 0.00000 N0054 0.00000 N0074 0.00000 N0094 -----
N0015 0.00000 N0035 0.00000 N0055 0.00000 N0075 0.00000 N0095 -----
N0016 0.00000 N0036 0.00000 N0056 0.00000 N0076 0.00000 N0096 -----
N0017 0.00000 N0037 0.00000 N0057 0.00000 N0077 0.00000 N0097 -----
N0018 0.00000 N0038 0.00000 N0058 0.00000 N0078 0.00000 N0098 -----
N0019 0.00000 N0039 0.00000 N0059 0.00000 N0079 0.00000 N0099 -----
N0020 0.00000 N0040 0.00000 N0060 0.00000 N0080 0.00000 N0100 -----

MESSAGES  MOD  BOX  BOX  BOX  BOX  BOX  SLOT
          PARAMS NUMERICS FLAGS STRINGS TIMES TIMERS SELECT
  
```

Figura No. 91 Posiciones para justificar el lazo



Los TAG que se observan son los nombres de los lazos que se encuentran en manual, de tal forma que la posición coincida con la de justificar.

```

03 Jan 12 14:59:42  E
MODULE: LAZOS-HPM03          INDICADOR LAZOS EN AUTO          BOX STRINGS PAGE 55
SEQUENCE: AUTO_3            PHASE: ONE                          DEV ADDR:HPM 001/P03/55005
STRINGS: 3040                SELECTED VALUE:

S0001 ----- TIC_1500 ----- ----- ----- FIC_1505 LIC_1507 -----
S0009 ----- ----- FIC_1510 ----- ----- ----- FIC_1511 -----
S0017 ----- FIC_1516 ----- ----- ----- ----- -----
S0025 ----- ----- LTC_1405 ----- ----- ----- -----

S0033 ----- ----- FIC_1410 ----- ----- ----- FIC_1432 -----
S0041 ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
S0049 ----- ----- ----- ----- ----- FIC_1417 LTC_1420 FIC_1411
S0057 ----- ----- ----- ----- LTC_1416 ----- ----- -----

S0065 ----- TIC_1631 ----- ----- FIC_1708 ----- PIC_1701 PIC_1704
S0073 FIC_1708 FIC_1720 LIC_1715 LIC_1702 FIC_1703 FIC_1705 FIC_1707 -----
S0081 TIC_1601 TIC_1604 FIC_1603 TIC_1616 FIC_1714 PIC_1721 PIC_1731 PIC_1720
S0089 LTC_1708 LTC_1709 LTC_1717 LTC_1710 LTC_1722 TIC_1706 TIC_1710 -----

S0097 LTC_1608 FIC_1612 FIC_1608 TIC_1538 LTC_1711 LTC_1612 -----
S0105 -----
S0113 -----
S0121 -----

MESSAGES  NDD  BOX  BOX  BOX  BOX  BOX  SLOT
          PARAMS NUMERIC FLAG STRINGS TIMES TIMERS SELECT
  
```

Figura No. 94 Lazos en Manual HPM03

La forma de justificar un lazo, sucede de la misma forma que el algoritmo del procesador HPM05, es colocando el número 1 en la posición correspondiente.

```

03 Jan 12 14:28:30  E
MODULE: LAZOS-HPM03          INDICADOR LAZOS EN AUTO          BOX NUMERIC PAGE 5
SEQUENCE: AUTO_3            PHASE: ONE                          DEV ADDR:HPM 001/P03/55005
NUMERIC: 2550                SELECTED VALUE:

N0001 0.00000 N0021 0.00000 N0041 0.00000 N0061 0.00000 N0081 0.00000
N0002 0.00000 N0022 0.00000 N0042 0.00000 N0062 0.00000 N0082 0.00000
N0003 0.00000 N0023 0.00000 N0043 0.00000 N0063 0.00000 N0083 0.00000
N0004 0.00000 N0024 0.00000 N0044 0.00000 N0064 0.00000 N0084 0.00000
N0005 0.00000 N0025 1.00000 N0045 0.00000 N0065 0.00000 N0085 0.00000
N0006 0.00000 N0026 0.00000 N0046 0.00000 N0066 0.00000 N0086 0.00000
N0007 0.00000 N0027 0.00000 N0047 0.00000 N0067 0.00000 N0087 0.00000
N0008 1.00000 N0028 0.00000 N0048 0.00000 N0068 0.00000 N0088 0.00000
N0009 0.00000 N0029 0.00000 N0049 0.00000 N0069 0.00000 N0089 0.00000
N0010 0.00000 N0030 0.00000 N0050 0.00000 N0070 0.00000 N0090 0.00000

N0011 0.00000 N0031 0.00000 N0051 0.00000 N0071 0.00000 N0091 0.00000
N0012 0.00000 N0032 0.00000 N0052 0.00000 N0072 0.00000 N0092 0.00000
N0013 0.00000 N0033 0.00000 N0053 0.00000 N0073 0.00000 N0093 0.00000
N0014 0.00000 N0034 0.00000 N0054 0.00000 N0074 0.00000 N0094 0.00000
N0015 0.00000 N0035 0.00000 N0055 1.00000 N0075 0.00000 N0095 0.00000
N0016 0.00000 N0036 0.00000 N0056 0.00000 N0076 0.00000 N0096 0.00000
N0017 0.00000 N0037 0.00000 N0057 0.00000 N0077 0.00000 N0097 0.00000
N0018 0.00000 N0038 0.00000 N0058 0.00000 N0078 0.00000 N0098 0.00000
N0019 0.00000 N0039 0.00000 N0059 0.00000 N0079 0.00000 N0099 0.00000
N0020 0.00000 N0040 0.00000 N0060 0.00000 N0080 0.00000 N0100 0.00000

MESSAGES  NDD  BOX  BOX  BOX  BOX  BOX  SLOT
          PARAMS NUMERIC FLAG STRINGS TIMES TIMERS SELECT
  
```

Figura No. 95 Puntos Numéricos para Justificar



## 16. OTRAS ACTIVIDADES

- Implementación del Algoritmo Cálculo del Indicador Lazo en Automático en la Planta de Ortoflow, perteneciente al departamento de Cracking III.
- Adicional al indicador lazo en Automático, se crearon algoritmos sencillos que calculan el resto de indicadores (Disponibilidad DCS, Disponibilidad ESD, Disponibilidad Fire&Gas y Lazos No Forzados); donde consistió en traducir lo que hace la Hoja de Cálculo de Excel, a lenguaje CL.
- Capacitación en Honeywell Experion C300. 1 Semana
- Capacitación Sistema de Información PI (Plant Information). 2 días
- Capacitación compresores centrífugos. C2407. 1 día
- Capacitación Analizadores ABB ACX (NO, NO2, NOX, CO, CO2, O2, Opacidad, SO2). 2 días
- Capacitación: Proyecto Segregación de Lógicas Central del Norte.
- Capacitación en la operación y control de Compresores Centrífugos Centac.
- Curso Fomento de Trabajo Sano, Seguro y Limpio, correspondiente a la metodología de Ecopetrol de ejecutar trabajos donde se requiere una Análisis de Riesgo valorado de acuerdo a la Matriz RAM, un ATS (Análisis de Trabajo Seguro), Plan de emergencia, Gestión Ambiental, Seguridad Industrial y Compromiso con la vida.
- Acompañamiento en el arranque del Horno H487 de la Planta Acido, donde se conoció el sistema que hace la secuencia para arrancar el horno correspondiente a un PLC Allen Bradley SL500, fue necesario el mantenimiento de la Válvula reguladora de Presión y la solenoide de entrada de combustible del mismo.
- Acompañamiento a diagnostico y posterior mantenimiento correctivo, a la extensión de fibra óptica de la red Nodebus del DCS Foxboro serie I/A, donde fue necesario hacer pruebas con las fibra y finalmente cambiar las tarjetas FOBEN típicas para hacer la extensión de la Planta Modelo IV y Acido.
- Acompañamiento en la ejecución de forzar señales de alarma y corte en el sistema de monitoreo de vibración Bently Nevada 3500.
- Semana Técnica del Uso racional de la Energía.
- Procedimiento para reporte de alarmas en Honeywell TPS.
- Procedimiento para realizar Backup de cada Panel View de los analizadores de ABB.

- Instalación de Equipo Medidor de Flujo de Tipo Ultrasónico marca Grayline Instruments, y posterior configuración de su transmisor, en la Planta de Acido.
- Reconocimiento de la Arquitectura del Sistema de Control Distribuido Foxboro serie I/A que se encuentra en el Cuarto de Entrenamiento N.A.S.A., y puesta en marcha de las estaciones para su disposición en futuras capacitaciones.

## 17. CONCLUSIONES

- El Gerenciamiento de Activos permite optimizar costos, aumentar el desempeño, reducir la exposición al riesgo de los elementos que intervienen en el proceso y tomar decisiones asertivas y rentables para el negocio.
- El proceso de Caracterización es de gran importancia, porque permitirá la implementación de buenas prácticas de mantenimiento y en últimas, el cálculo de indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos.
- Los Sistemas de Parada de Emergencia (ESD – Emergency ShutDown), permiten el control de la planta cuando deja de operar normalmente, permitiendo una parada controlada de la misma, evitando peligros y fallos al personal y equipos.
- Los Sistemas Distribuidos de Control (DCS), permiten el control de la planta en su totalidad, ofreciendo un control regulatorio para cada unidad de la misma, una red de supervisión de eventos, alarmas y fácil diagnóstico para el mantenimiento.
- El cálculo del Indicador de Lazos en Automático permite identificar la disponibilidad de los equipos que conforman un lazo de control, con el fin de hacerles su respectiva gestión de mantenimiento correctivo o preventivo e incentivar el manejo de los activos de forma sistematizada en la empresa.

## 18.RECOMENDACIONES

- Utilización de Video Tutoriales que muestran el paso a paso del proceso de caracterización, con el fin de facilitar el proceso en las distintas unidades de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.
- Avanzar en el desarrollo de algoritmos que permitan calcular los indicadores en los demás Sistemas de Control Distribuido como el DCS Foxboro serie I/A, el DCS ABB ADVANT AC-450 y el DCS Honeywell Experion.

## 19. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ecopetrol S.A. Qué Hacemos [Consulta: Diciembre 2011]  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=30&conID=37994>
- [2] Ecopetrol S.A. Misión y Visión [Consulta: Diciembre 2011]  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=265&conID=38366>
- [3] Ecopetrol S.A. Catálogo de Productos [Consulta: Diciembre 2011]  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=210&conID=37441>
- [4] Ecopetrol S.A. 59027\_Documento\_Marco\_Estratégico\_diagramado.
- [5] Ecopetrol S.A Coord. de Control y Electrónica [Consulta: Septiembre 2011]  
<http://iris.red.ecopetrol.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=975&conID=48809&pagID=143201>
- [6] Ecopetrol S.A. Organigrama [Consulta: Diciembre 2011]  
<http://iris/contenido/contenido.aspx?catID=278&conID=48123&pagID=145362>
- [7] Historia de Mincom. [Consulta: Septiembre 2011].  
<http://www.mincom.com/es/company/history.aspx>
- [8] Mincom Ellipse. [Consulta: Septiembre 2011]  
<http://www.mincom.com/es/solutions/product/ellipse.aspx>
- [9] Casos de Éxito. [Consulta: Septiembre 2011]  
<http://www.mincom.com/es/resources/type/success/SS-Ecopetrol.aspx>
- [10] Magnetrol. *“Entendiendo Sistemas Instrumentados de Seguridad”*. 2007
- [11] Estándar PASS 55 Asset Management  
<http://pas55.net/>
- [12] J. Duran & L. Sojo. “The Woodhouse Partnership LTD & Reliability Center Incorporated. ¿Innovando con la Gerencia de Activos?”
- [13] Ecopetrol S.A. Documento PAO-00-I-501. Instructivo para la Caracterización de Plantas Equipos Y Componentes.
- [14] Foxboro Invensys. [Consulta: Octubre 2011]  
[http://iom.invensys.com/EN/Pages/Foxboro\\_DCSIASeries.aspx](http://iom.invensys.com/EN/Pages/Foxboro_DCSIASeries.aspx)

- [15] Foxboro Invensys. I/A series Documentation 6.5.2 - 7.1.1. ID Documento: B0400FB
- [16] Foxboro Invensys. I/A series Documentation 6.5.2 - 7.1.1. ID Documento: B0400FA
- [17] Trident Invensys. [Consulta: Septiembre 2011]  
[http://iom.invensys.com/AP/Pages/triconex\\_trident.aspx](http://iom.invensys.com/AP/Pages/triconex_trident.aspx)
- [18] Trident Invensys. ProductSpec\_Triconex\_Trident\_03-10. Formato: pdf
- [19] Honeywell FSC. Fail Safe Control Hardware Manual Revision 7. Hwman7.pdf
- [20] HONEYWELL TPS. Curso: Operación del Sistema TPS-GUS. Módulo: Despliegue del Estado del Sistema. ID Documento: GUS2005300010
- [21] HONEYWELL TPS System Electronic Documentation TPN610 / Fieldbus / GUS210 / APP120 / TPSB120 April 26, 2000. ID Documento: IO03-600
- [22] HONEYWELL TPS System Electronic Documentation TPN610 / Fieldbus / GUS210 / APP120 / TPSB120 April 26, 2000. ID Documento: SW70-500
- [23] Ecopetrol S.A. Documento ECP-VEC-F-017. Hoja de Vida de los Indicadores
- [24] HONEYWELL TPS System Electronic Documentation TPN610 / Fieldbus / GUS210 / APP120 / TPSB120 April 26, 2000. ID Documento: HP27-610

## 20. ANEXOS

### Documentos:

- a) Caracterización DCS Foxboro.xls
- b) Caracterización ESD Trident.xls
- c) Caracterización FSC Honeywell.xls
- d) PROCEDIMIENTO REPORTE DE ALARMA DCS HONEYWELL TPS.doc
- e) Procedimiento Backup Analizador ACX ABB.doc

### Archivos:

- a) Crear Equipos y Componentes.exe
- b) EGI\_Fijar Componentes.exe
- c) Agregar un Repuesto a un APL.exe
- d) ESD POLIETILENO.exe
- e) DCS POLIETILENO.exe
- f) ESD AROMATICOS.exe
- g) LAUTO3.cl
- h) LAUTO5.cl
- i) DISPDCS.cl
- j) DISPESD.cl
- k) DISPFIRE.cl
- l) LAZOS\_AROMATICOS.xls
- m) LAUTO9.cl (Ortoflow)
- n) LAUTO11.cl (Ortoflow)