

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS I/A
FOXBORO Y DE LA INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA A LA UNIDAD DE
CRACKING MODELO IV Y ÁCIDO DE LA GERENCIA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A**

RONALD LEONARDO OSORIO MOLINA

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

2012

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS I/A
FOXBORO Y DE LA INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA A LA UNIDAD DE
CRACKING MODELO IV Y ÁCIDO DE LA GERENCIA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A**

Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico

RONALD LEONARDO OSORIO MOLINA

**MSC. EDGAR BARRIOS URUEÑA
DIRECTOR UPB**

**ING. ANDRÉS ELISEO MEJÍA VÁSQUEZ
TUTOR ECOPETROL S.A.**

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

2012

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 16 de Julio de 2012

Bucaramanga, Julio de 2012

Agradecimientos

A Dios, por darme vida, salud y una hermosa familia, por haberme dado la fuerza y la oportunidad de terminar este proceso de constante aprendizaje, satisfactoriamente.

A mis padres Luis Alonso Osorio Salazar y Lucielia Molina Rincón, por su apoyo moral y económico durante la realización del proyecto.

A mis hermanos Cristian Camilo y Luis Alonso Osorio Molina, quienes estuvieron pendientes de mí durante los seis meses de práctica empresarial.

A Cindy Fabiana Rodríguez Galvis, que con su voz de aliento ha logrado levantarme en tiempos de crisis.

A Ronald Leonardo Osorio Rodríguez, que desde el momento de su llegada ha iluminado mi vida y me ha dado una razón para luchar cada día.

A la ingeniera Aileen Diane Pusey Mitchell, quien actuó como una segunda madre en esta etapa que culmina; y por haberse tomado el tiempo para la revisión de este documento.

Al ingeniero Andrés Eliseo Mejía Vásquez, por todos sus consejos profesionales y personales en estos seis meses de continuo aprendizaje.

A mis compañeros estudiantes en práctica Fabián Núñez Larrotta y Andrés Felipe Velásquez, por toda su ayuda.

A todos los ingenieros de la Coordinación de Control y Electrónica, muchas gracias.

Ronald Leonardo Osorio Molina

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	19
1.1. Perspectiva histórica.....	20
1.2. Marco legal	21
1.3. Misión	21
1.4. Visión.....	21
1.5. Catálogo de Productos	21
1.5.1. Combustibles Líquidos	21
1.5.2. Petroquímicos e Industriales.....	22
1.5.3. Gases Industriales y domésticos	22
1.6. Organigrama.....	23
1.7. Coordinación de Control y Electrónica.....	24
2. OBJETIVOS	25
2.1. Objetivo General:.....	25
2.2. Objetivos Específicos:	25
3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO	26
3.1. Caracterización de los sistemas de control, sistemas de parada de emergencia e instrumentación.....	26
3.2. Cálculo del indicador de lazos en automático.....	26
4. MARCO TEÓRICO.....	27
4.1. MINCOM ELLIPSE	27
4.2. Caracterización [11].....	27
4.2.1. Etapas del Proceso de Caracterización:	27
4.2.2. Grupos de Componentes.....	28
4.3. Sistema de Control Distribuido DCS.....	29
4.4. Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro	32
4.4.1. Procesador de Control CP60	32
4.4.2. Módulos de entrada y salida (I/O) – IMIO	33
4.4.3. Interfaces de Bus de Campo (FBI/FCM) - IRDC.....	33

4.4.4.	Fuentes del voltaje - IFVO	34
4.4.5.	Estaciones de trabajo - IPPR.....	34
4.4.6.	Listado de Partes - APL.....	35
4.5.	Sistemas de Protección	36
4.5.1.	Capas de Protección	36
4.6.	Sistema de parada de emergencia ESD Honeywell FSC	38
4.6.1.	Central Part Modules	38
4.6.2.	FSC Input/Output Module	39
4.6.3.	Relay Output Module	40
4.6.4.	Modulo de comunicaciones 10024/./	40
4.6.5.	Fuentes de Alimentación	41
4.6.6.	Buses/Backplanes	42
4.6.7.	Diagnostic and Battery Module (DBM).....	43
4.7.	Sistema de Parada de Emergencia HIMA	43
4.7.1.	Central Rack Modules	44
4.7.2.	Input/Output Rack Modules	45
4.7.3.	Módulo Coprocesador F8621A.....	46
4.7.4.	Fuentes de Alimentación	46
4.8.	Instrumentación Industrial	48
4.8.1.	Instrumentos de Medición.....	48
4.8.1.1.	En función del Instrumento.....	48
4.8.1.2.	En función de la variable de proceso	52
5.	DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	53
5.1.	Caracterización de los Sistemas	53
5.2.	Caracterización del Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro.....	54
5.2.1.	Información y Validación.....	54
5.2.2.	Jerarquización	61
5.2.3.	Creación de Equipos y Componentes	64
5.2.4.	Resultado de la Caracterización del DCS Foxboro en Ellipse	67
5.2.4.1.	EGI - IDCS1CP6090	70

5.2.4.2.	EGI creado para DCS300 - IDCS4.....	70
5.2.5.	Listado de partes y repuestos - APL.....	70
5.3.	Caracterización del Sistema de Parada de Emergencia ESD Honeywell FSC de la Unidad de Ácido Sulfúrico U470	73
5.3.1.	Información y Validación.....	73
5.3.2.	Jerarquización	75
5.3.3.	Creación de Equipos y Componentes	77
5.3.4.	Resultado de la Caracterización del FSC Honeywell en Ellipse ..	78
5.3.5.	Listado de Partes y Repuestos - APL	79
5.4.	Caracterización del ESD HIMA Modelo IV.....	81
5.4.1.	Información y Validación.....	81
5.4.2.	Jerarquización	83
5.4.3.	Creación de Equipos y Componentes	84
5.4.4.	Resultado del Proceso de Caracterización en Ellipse del ESD HIMA de Modelo IV	87
5.4.5.	Listado de Partes y Repuestos - APL	87
5.5.	Caracterización en Ellipse de la Instrumentación	91
5.5.1.	Información y validación	91
5.5.2.	Clasificación de los instrumentos.....	92
5.5.3.	Jerarquización	93
5.5.4.	Creación de equipos.....	93
5.5.5.	Resultado de la Caracterización de la Instrumentación	95
5.5.6.	Creación de APL.....	96
6.	CÁLCULO DE INDICADORES.....	99
6.1.	Indicadores de Confiabilidad	99
6.2.	Indicador Lazos en Automático	99
6.3.	Primer Paso.....	99
6.4.	Segundo Paso	100
6.5.	Tercer Paso	102
6.6.	Cuarto Paso.....	102

6.7. Creación de una interfaz gráfica en el DCS para visualizar todos los indicadores 103

6.8. Archivos Generados104

7. OTRAS ACTIVIDADES106

8. CONCLUSIONES.....107

9. RECOMENDACIONES109

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Módulos que componen el Central Part	38
Tabla 2. Módulos de Entrada y Salida	40
Tabla 3. Fuentes de Alimentación.....	41
Tabla 4. Buses y Backplanes.....	42
Tabla 5. Dispositivos del Central Module	44
Tabla 6. Módulos de Entrada y Salida HIMA	46
Tabla 7. Fuentes de Alimentación HIMA.....	47
Tabla 8. Archivos generados para los indicadores de Modelo IV	105
Tabla 9. Archivos generados para los indicadores de la Unidad de Ácido Sulfúrico	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama ECOPETROL S.A.	23
Figura 2. Grupos de componentes definidos por la coordinación.	28
Figura 3. Arquitectura Básica de un DCS	30
Figura 4. CP60.....	32
Figura 5. Modulos I/O (FBM).....	33
Figura 6. Coaxial Ethernet Trunk Fieldbus del FCM10E	33
Figura 7. IPM02	34
Figura 8. Workstation WP51F	34
Figura 9. Termination Assembly	35
Figura 10. Capas de protección de un proceso industrial	36
Figura 11. Módulo de Entrada y Salida.....	39
Figura 12. Módulo de Salida Relay	40
Figura 13. 10024/./. Módulo de Comunicación	41
Figura 14. Fuente 1200 S 24 P067	42
Figura 15. Buses del Central Part.....	42
Figura 16. Módulo de Diagnóstico	43
Figura 17. Módulo Coprocesador F8621A	46
Figura 18. Fuente de Alimentación 24 VDC, PS 1000/230/	47
Figura 19. Fuente Alimentación 5 VDC, F7126	47
Figura 20. Termocuplas Pyromation	49
Figura 21. Instrumentos Indicadores. Manómetros Ashcroft.....	49
Figura 22. Platina de Orificio.....	50
Figura 23. Transmisores marca Siemens	51
Figura 24. Válvula marca valtek.....	52
Figura 25. Documento GRB-CEL-F-001	53
Figura 26. Documento PAO-00-I-501	53
Figura 27. Arquitectura del Sistema de Control Distribuido Cracking Modelo IV y Planta de Ácido.....	55
Figura 28. Gabinete IE0001	56
Figura 29. Gabinete IE0002	56
Figura 30. Gabinete IE0003	57
Figura 31. Gabinete IE0004	57
Figura 32. Gabinete IE0005	58
Figura 33. Gabinete IE0006	58
Figura 34. Documentación Recolectada en Campo Unidad de Cracking Modelo IV	60
Figura 35. Documentación Recolectada en Campo Unidad de Ácido Sulfúrico	60

Figura 36. Árbol de Jerarquía establecido para caracterización	63
Figura 37. Descripción extendida de la IMIO00002820	66
Figura 38. IMIO00002800 Equipment Number	66
Figura 39. Componentes del DCS300	67
Figura 40. Componentes del CP0301	68
Figura 41. Componentes del CP0302	68
Figura 42. Componentes del CP0303	69
Figura 43. Componentes del CP0471	69
Figura 44. Listado de Partes y Repuestos	71
Figura 45. APL del EGI "IDCS4"	72
Figura 46. FSC Honeywell	73
Figura 47. Información recolectada en campo del FSC de la Unidad de Ácido	75
Figura 48. Jerarquía FSC Honeywell Planta de Ácido	77
Figura 49. Equipo SCORTEU470	78
Figura 50. Componentes del SCORTEU470	79
Figura 51. Listado de Partes y Repuestos FSC Honeywell	80
Figura 52. APL asociado al EGI "FSCHONEYWELL"	80
Figura 53. Central Rack del HIMA H51 de Modelo IV	81
Figura 54. Módulos I/O HIMA H51	82
Figura 55. Documentación recolectada en campo HIMA Modelo IV	83
Figura 56. Árbol de jerarquía establecido para la caracterización	84
Figura 57. Equipment Number IMIO00003012	86
Figura 58. ESD300 en Ellipse (Caracterizado)	87
Figura 59. Listado de Partes y Repuestos	88
Figura 60. APL de una de las fuentes de Voltaje	89
Figura 61. APL's asociados al EGI "IESD3H51Q-32"	90
Figura 62. Ítems del APL Número 1 "fuentes de voltaje"	90
Figura 63. Identificación del Instrumento	91
Figura 64. Información recolectada en campo de la instrumentación	92
Figura 65. Clasificación de Instrumentos	93
Figura 66. Jerarquía Unidad de Ácido Sulfúrico (U470)	95
Figura 67. Válvula de Temperatura PV47042A	96
Figura 68. Items del APL de la Válvula PV47042A	97
Figura 69. APL creado para la válvula PV47042A	97
Figura 70. Listado de Partes para la válvula PV47042A	98
Figura 71. Diagrama de Flujo del Cálculo del indicador lazos en automático	101
Figura 72. Indicadores Unidad de Ácido Sulfúrico	103
Figura 73. Indicadores Unidad de Cracking Modelo IV	104

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Caracterización del DCS Foxboro de MODELO IV y Planta de Ácido.xlsx
- Anexo B. Caracterización del FSC de la Planta de Ácido.xlsx
- Anexo C. Caracterización HIMA de MODELO IV.xlsx
- Anexo D. Caracterización Instrumentación Crítica Planta de Ácido.xlsx
- Anexo E. APL'S del DCS Foxboro de Modelo IV y Ácido.xlsx
- Anexo F. APL'S del FSC de la Planta de Ácido.xlsx
- Anexo G. APL'S HIMA Modelo IV.xlsx
- Anexo H. APL'S de la Instrumentación crítica de la Planta de Ácido.xlsx
- Anexo I. Arquitectura Modelo IV y Planta de Ácido.ppt
- Anexo J. Enclousers Cracking III Modelo IV Y Ácido.xlsx
- Anexo K. FACI Adicionador de Catalizador Modelo IV.xlsx
- Anexo L. Jerarquía U470.xlsx
- Anexo M. LAZOS_AUTO1.s
- Anexo N. DISP_DCS1.s
- Anexo P. DISP_ESD1.s
- Anexo P. DISP_FIRE&GAS1.s
- Anexo Q. LAZOS_FORZ1.s
- Anexo R. LAZOS_AUTO2.s
- Anexo S. LAZOS_DCS2.s
- Anexo T. LAZOS_ESD2.s
- Anexo U. DISP_FIRE&GAS2.s
- Anexo V. LAZOS_FORZ2.s
- Anexo W. IND_ACIDO.fdf
- Anexo X. INDICADORES.fdf

GLOSARIO

APL (Application Part List): listado de partes o repuestos, que aplican para el mantenimiento de un equipo, grupo de equipos o componentes específicos.

APL de configuración: listado de todas las partes o repuestos que conforman el equipo o componente, y que pueden ser requeridos al momento de ejecutar un mantenimiento.

Árbol de jerarquía: diagrama estructural, que permite localizar en cada planta los sistemas productivos con sus respectivos equipos y componentes dentro de un orden jerárquico.

Caracterización: conjunto de información sobre las plantas, equipos y componentes que se requieren para las 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 todos 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.

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.

Gestión de activos: Actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y

sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados, a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional.

GRB: Gerencia Refinería Barrancabermeja.

Instrumentación Industrial: es el grupo de dispositivos y elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste.

ISA: International Society of Automation.

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.

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

PI: sistema de Información encargado de recolectar, historizar, y visualizar datos de proceso de una compañía, generando una base de datos.

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 único para cada equipo, dado sobre los P&ID's y Layouts. Este número está asociado a la función que el equipo desempeña en la planta.

Válvula: Elemento final de control. Dispositivo mecánico encargado de iniciar, detener o regular el paso de los fluidos (líquidos o gases) en una tubería, orificio o conducto, mediante una pieza movable de forma manual, electrónica o neumática.

RESUMEN GENERAL

TITULO: CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS I/A FOXBORO Y LA INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE CRACKING MODELO IV Y ÁCIDO DE LA GERENCIA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A

AUTOR(ES): RONALD LEONARDO OSORIO MOLINA

FACULTAD: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR: EDGAR BARRIOS URUEÑA

RESUMEN

El gerenciamiento de activos, permite realizar un seguimiento continuo a los equipos y componentes de los sistemas que intervienen en la actividad económica de la empresa, con el fin, de gestionar el mantenimiento, la disponibilidad y la confiabilidad de los mismos, durante todo su ciclo de vida. Por tal razón, se hizo necesaria la caracterización de los sistemas de control, sistemas de protección y la instrumentación en el sistema de gestión de mantenimiento Ellipse, de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja –GRB.

La caracterización se llevó a cabo en el Sistema de Control Distribuido -DCS, de la serie I/A, marca Foxboro; en los Sistemas de Parada de Emergencia -ESD (*Emergency ShutDown*) HIMA y FSC (*Fail Safe Control*) de Honeywell, y en la instrumentación de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido de la GRB. Para realizar el proceso se tienen en cuenta cinco fases fundamentales: recolección de información, verificación de la información recolectada en campo, jerarquización y definición de equipos, componentes y repuestos, creación de los equipos en Ellipse y finalmente, la elaboración de los listados de partes (APL).

La última parte del Proyecto y también asociada a la gestión de activos, consiste en crear un algoritmo dentro del DCS Foxboro, serie I/A, que calcule el indicador de lazos en automático de la Planta de Cracking Modelo IV y Ácido, siendo éste, muy importante en el monitoreo de los indicadores de gestión.

PALABRAS CLAVE: caracterización, DCS, ESD, FSC, Lazos en Automático, gestión de activos.

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM DCS I/A FOXBORO AND THE INSTRUMENTATION OF THE CRACKING UNIT MODEL IV AND ACID IN THE BARRANCABERMEJA REFINERY ECOPETROL S.A.

AUTHOR: RONALD LEONARDO OSORIO MOLINA

SCHOOL: ELECTRONIC ENGINEERING

DIRECTOR: EDGAR BARRIOS URUEÑA

ABSTRACT

The asset management's, allows continuous monitoring equipment and system components involved in the economic activity of the company, in order, to manage the maintenance, availability and reliability of these. For this reason, it was necessary to characterize control systems, protection systems and instrumentation in Ellipse, in the Barrancabermeja Refinery -GRB.

The characterization is done in the Distributed Control System DCS, Foxboro I/A series, in the Emergency Shutdown Systems -ESD HIMA and Fail Safe Control - FSC from Honeywell, and the instrumentation of the Cracking Unit Model IV and acid in GRB. The process has five main phases: data collection, verification of the information collected in the field, hierarchy and definition of equipment, components and parts, creation of system components on the Ellipse and finally, the creation of parts listings (APL).

The last part of the project and also associated with asset management, is to create an algorithm within the Foxboro DCS, serial I / A, to calculate the indicator loops in automatic Cracking Plant Model IV and acid, this being very important in monitoring management indicators.

KEY WORDS: characterization, DCS, ESD, FSC, Loops in Automatic, asset management.

INTRODUCCIÓN

Para ECOPETROL S.A., es de vital importancia estar bien posicionados a nivel mundial como una empresa competitiva que obtiene el mayor retorno de sus inversiones, con cero afectación a las personas y el cuidado con el medio ambiente. Para lograr esto, se hace necesario plantear estrategias que permitan disminuciones de costos, reorganizaciones, nuevas tecnologías, iniciativas de productividad y calidad, y finalmente la reducción en la exposición al riesgo de los activos que se manejen.

El gerenciamiento de activos, permite alcanzar dichas metas y suministra información importante, para tomar las mejores decisiones, las cuales deben ser las más rentables en los procesos de producción.

Para lograr este gerenciamiento, se hace necesario realizar un seguimiento continuo a los activos que intervienen en la actividad económica y en el caso específico de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja – GRB, a unidades de proceso, equipos y componentes de los sistemas. La caracterización de los sistemas y equipos, así como la implementación de indicadores de gestión para el seguimiento al desempeño de los mismos, se hace necesaria, ya que permiten la revisión del estado en el que se encuentran estos activos; con el objeto de garantizar el buen desempeño de los mismos, asegurando la confiabilidad, disponibilidad y definiendo los períodos para su mantenibilidad.

La Coordinación de Control y Electrónica, tiene actualmente a su cargo el soporte de los sistemas de control y la instrumentación asociada a los procesos de la refinería, y entiende la necesidad de desarrollar e implementar estrategias que le permitan crear una estructura para el seguimiento al desempeño de los activos. De esta manera, se optó por emprender el proceso de caracterización del Sistema de Control Distribuido – DCS, de la serie I/A de la marca Foxboro, el Sistema de Parada de Emergencia (ESD - *Emergency ShutDown*) y la instrumentación de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido de la GRB, como parte de las acciones que permitan aportar al gerenciamiento de activos. Dentro de estos sistemas de control se encuentran los algoritmos que permiten a las unidades productivas, mantener los procesos dentro de los parámetros especificados de seguridad, producción y calidad. .

Por otro lado, el indicador de lazos en automático implementado en el DCS de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido; es un algoritmo que permite conocer el estado de todos los lazos de control de la planta, con el fin de determinar cuántos y cuáles lazos se encuentran operando en modo normal (en automático) o en modo manual (operación no deseada), ya que si opera en modo manual es debido a una falla en cada uno de los dispositivos que conforman el lazo, desde el elemento de medición (sensor), transmisor, barreras de seguridad intrínseca,

módulos de entradas, algoritmo de control, módulos de salida, acondicionadores de señal hasta los elementos finales de control (válvulas, motores, etc.).

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA [1]

Ecopetrol S.A., es una empresa global de energía y petroquímica, con énfasis en petróleo, gas y combustibles alternativos. 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 39 petroleras más grandes del mundo y es una de las cinco principales de Latinoamérica.

Ecopetrol S.A., tiene como objetivo principal, el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.

Tiene la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación del país, posee el mayor conocimiento geológico de las diferentes cuencas, y cuenta con una respetada política de buena vecindad entre las comunidades donde se realizan actividades de exploración y producción de hidrocarburos; reconocidos por la gestión ambiental y, tanto en el *upstream* como en el *downstream*, ha establecido negocios con las más importantes petroleras del mundo.

Cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, sur, oriente y norte de Colombia, dos refinerías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas, y una red de transporte de 8500 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geología nacional, que intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y los terminales marítimos.

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

Desde 1997, Ecopetrol S.A. 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 garantiza mayor autonomía financiera y competitiva dentro de la nueva organización del sector de hidrocarburos de Colombia, con la posibilidad de establecer alianzas comerciales fuera del país.

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

1.1. Perspectiva histórica [2]

El 25 de agosto de 1951, la reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos, asumiendo las actividades petroleras realizadas en Colombia anteriormente por Tropical Oil Company en el campo La Cira – Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena. Desde entonces es la encargada de la administración del recurso hidrocarburífero de la nación.

En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja y trece años más tarde de la refinería de Cartagena, que fue construida por Intercol en 1956.

En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser un país exportador de petróleo. Hacia los años noventa, Ecopetrol, en asocio con British Petroleum Company, ratifica su capacidad petrolera con el descubrimiento de los yacimientos Cusiana y Cupiagua, en el piedemonte llanero.

En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005.

En el año 2009 Ecopetrol registró una utilidad neta de \$ 5,25 billones convirtiéndola en la empresa más grande del país, en una de las 40 petroleras más grandes del mundo y la cuarta en Latinoamérica.

1.2. Marco legal [3]

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.

1.3. Misión [4]

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

1.4. Visión [4]

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.

1.5. Catálogo de Productos [5]

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

1.5.1. Combustibles Líquidos [6]

Gasolina Corriente, diesel corriente, queroseno, jet A-1, gasolina de aviación grado 100, gasolina extra, diesel extra, combustóleo y diesel marino.

1.5.2. Petroquímicos e Industriales [7]

Disolventes alifáticos, tolueno, hoja de seguridad apiasol, propileno, bases lubricantes, asfaltos, azufre petroquímico, benceno, xilenos mezclados, ortoxileno, ciclohexano, ceras parafínicas, arotar, polietileno de baja densidad.

1.5.3. Gases Industriales y domésticos [8]

Gas licuado del petróleo (GLP), gas natural y crudos.

1.6. Organigrama [9]

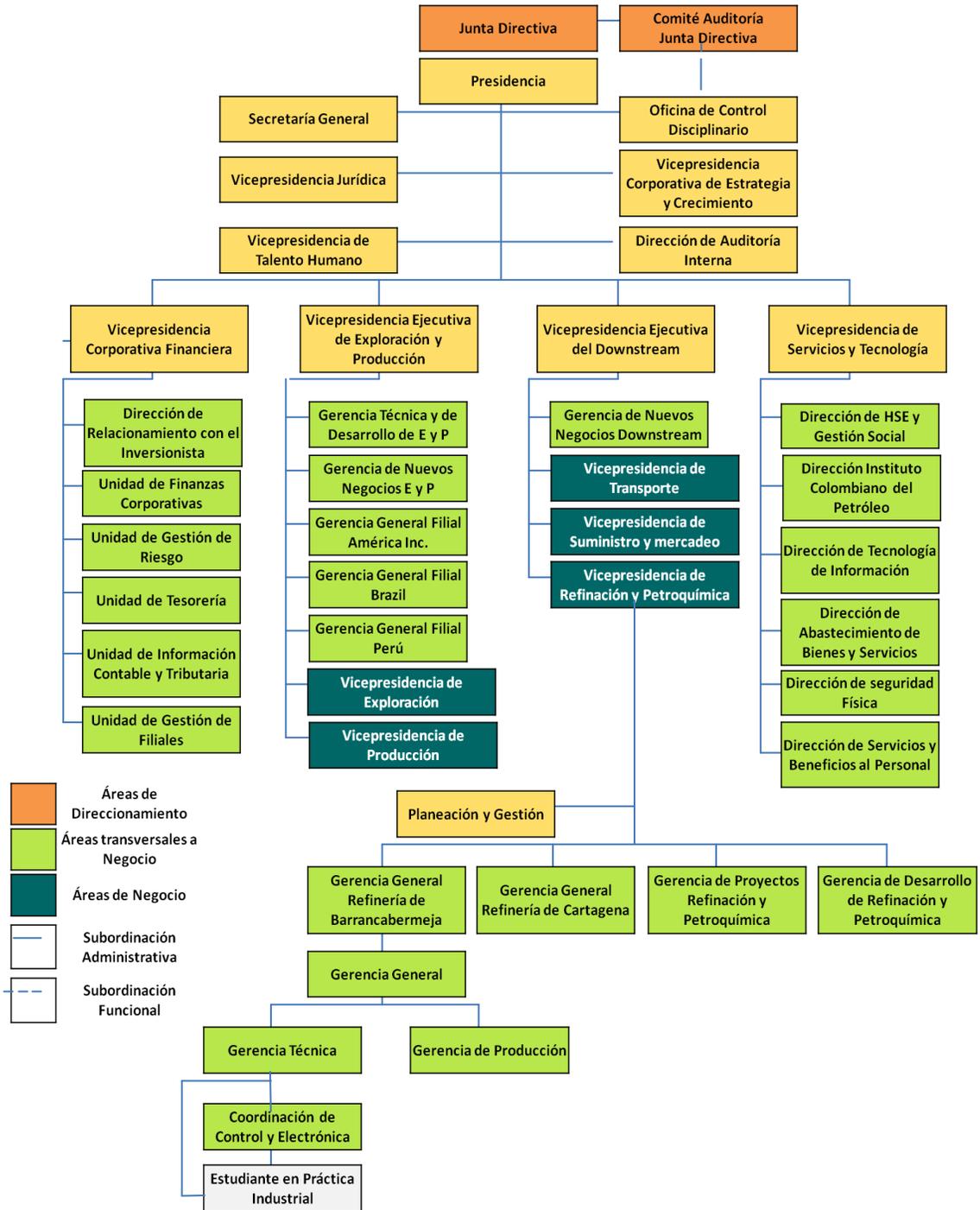


Figura 1. Organigrama ECOPETROL S.A.

1.7. Coordinación de Control y Electrónica [10]

La coordinación de control y electrónica, 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 procesos.

Asegura la utilización de las herramientas tecnológicas disponibles en los sistemas de control de las unidades de proceso, para garantizar mediante la administración efectiva y el gerenciamiento de alarmas, la operabilidad segura y ergonómica de las unidades de proceso.

Coordina el análisis de desempeño diario, mantiene 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).

Coordina el soporte técnico de equipos electrónicos para el proceso de gestión de paradas de planta programadas y soporta técnicamente las paradas no programadas.

Asegura la ejecución de los planes de pruebas funcionales y programas de mantenimiento de las Funciones de Protección Instrumentadas (IPF) asociadas a las unidades de proceso.

Administra y propicia los procesos de aprendizaje, aseguramiento de información y transferencia del conocimiento generado en el desarrollo de su gestión de acuerdo con las políticas corporativas.

Gestiona las actividades planeadas por la coordinación, con el fin de asegurar la disponibilidad, confiabilidad y eficacia de los sistemas y aplicaciones de control.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Crear una estructura que permita hacer seguimiento a los sistemas y equipos dentro de la gestión de activos de instrumentación y control de las unidades de Cracking Modelo IV y Ácido.

2.2. Objetivos Específicos:

- Conocer la funcionalidad del sistema de gestión de mantenimiento Ellipse, utilizado en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja.
- Conocer la funcionalidad del sistema de control distribuido y sistema de parada de emergencia, así como cada uno de los componentes que los conforman.
- Caracterizar el Sistema de Control Distribuido DCS y el Sistema de Parada de Emergencia ESD de la Planta Cracking Modelo IV y Ácido, en el sistema de gestión de mantenimiento ELLIPSE.
- Caracterizar la instrumentación asociada a los sistemas críticos de la planta de Ácido en el sistema de gestión de mantenimiento ELLIPSE.
- Implementar el algoritmo que permita la captura de información del Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro, de la unidad de Cracking Modelo IV y Ácido, para el cálculo del indicador de lazos en automático.
- Crear los APL de configuración de los repuestos asociados a la instrumentación identificada en la unidad de Ácido.
- Generar los formatos FACI de catalogación de repuestos para la instrumentación identificada de la unidad de Ácido.

3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

Las metas propuestas inicialmente en el plan de trabajo, fueron las siguientes:

3.1. Caracterización de los sistemas de control, sistemas de parada de emergencia e instrumentación

- ✓ DCS Foxboro serie I/A, de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido.
- ✓ ESD HIMA, de Modelo IV.
- ✓ ESD Honeywell FSC, de la Planta de Ácido Sulfúrico.
- ✓ Instrumentación de la Planta de Ácido.

Para lograr lo anterior, se programaron las siguientes actividades:

- ✓ **Recolección de Información:** recopilación de todo material físico y digital, necesario para la caracterización de un equipo o componente del sistema de control y de la instrumentación, para su respectiva confirmación en campo.
- ✓ **Clasificación de Información:** ordenamiento y clasificación de toda la información obtenida, con el fin de determinar, cuál será registrada en los formatos para cada uno de los equipos o componentes a ser caracterizados.
- ✓ **Árbol de Jerarquía:** se define en conjunto con el ingeniero de soporte de las plantas industriales de la GRB, cada una de las ramas del árbol de jerarquía de las Plantas, Unidades, Sistemas y Sub-sistemas, Equipos y componentes en el área de instrumentación y electrónica.
- ✓ **Caracterización:** creación de componentes y APL'S en Ellipse. Los parámetros de caracterización y parametrización que aplican para cada equipo y componente, están definidos, en el formato GRB-CEL-F-001 para la especialidad de instrumentación y electrónica.

3.2. Cálculo del indicador de lazos en automático

- Diseño e implementación de un algoritmo, dentro del DCS I/A Foxboro, para el cálculo de indicadores claves de desempeño KPI aplicados a los Sistemas de Control Distribuidos (DCS), con el fin de determinar la cantidad de lazos de control en modo automático de la Unidad de Cracking Modelo IV y Planta de Ácido.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MINCOM ELLIPSE

Ecopetrol S.A., cuenta con una herramienta muy poderosa para la gestión de activos y planificación de recursos empresariales, conocida como ELLIPSE; la cual es una base de datos que proporciona una visibilidad completa en la gestión de los activos de la empresa; ya que brinda estadísticas detalladas de operación y producción, análisis de historial, costo y disponibilidad de los equipos, programación de recursos y mantenimiento planificados (Work Order –WO), entre otros. Todo esto conlleva a determinar el estado de los diferentes indicadores que intervienen en dicha gestión, sin embargo, previo a esto, es necesario contar con la totalidad de la información de los elementos de proceso; allí radica la importancia de la respectiva caracterización y catalogación de los activos.

4.2. Caracterización [11]

Caracterización, es el proceso mediante el cual se puede tener debidamente identificada la 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.

Las propiedades 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.

4.2.1. Etapas del Proceso de Caracterización:

- Recolección de información en campo 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.

4.2.2. Grupos de Componentes

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

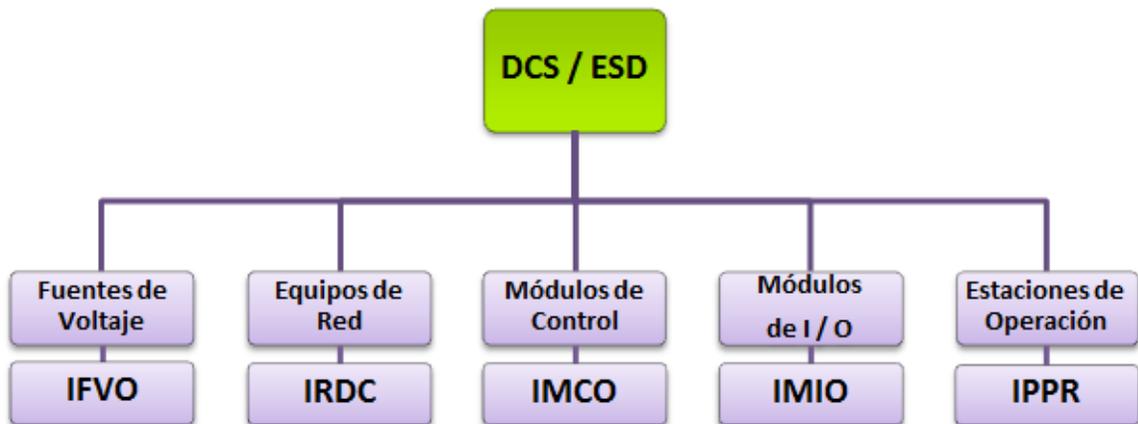


Figura 2. Grupos de componentes definidos por la coordinación.

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

Módulos de Control (IMCO): realizan el procesamiento de la información y generan las acciones de control, estos son los procesadores de control o CP (Control Processor).

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

Fuentes de Voltaje (IFVO): fuentes de poder que alimentan de energía eléctrica a cada uno de los dispositivos del sistema.

Estaciones de control (IPPR): permiten visualizar y controlar los procesos así como monitorear alarmas, ésta es la interface hombre – máquina.

Módulos de Entrada / Salida (IMIO): Reciben / Entregan y acondicionan las señales desde y hacia el proceso.

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

4.3. Sistema de Control Distribuido DCS

Un sistema de control distribuido I/A de Foxboro, es un sistema encargado de controlar procesos mediante la manipulación y el monitoreo de las señales de campo; está compuesto por módulos de entrada y salida (FBM), interfaces de bus de campo (FBI), dispositivos de control (procesadores de control), interfaces hombre-máquina (estaciones de operador) y redes de comunicación.

Las señales de campo se comunican con el DCS, a través de los módulos de entrada; estas señales son procesadas por los procesadores de control, los cuales están comunicados con los módulos de entrada, por medio de las interfaces de bus de campo, y son los encargados de realizar la acción de control, gracias a los algoritmos matemáticos preestablecidos para cada tipo de señal.

El control ejercido por el DCS, se realiza de forma estable y segura, es robusto y su diseño permite la expansión del mismo, conforme el proceso se amplía y se distribuye el control del proceso en diferentes dispositivos de tal manera que las funciones de control no recaen sobre un único componente.

En la figura 3, se muestra la arquitectura básica de un Sistema de Control Distribuido.

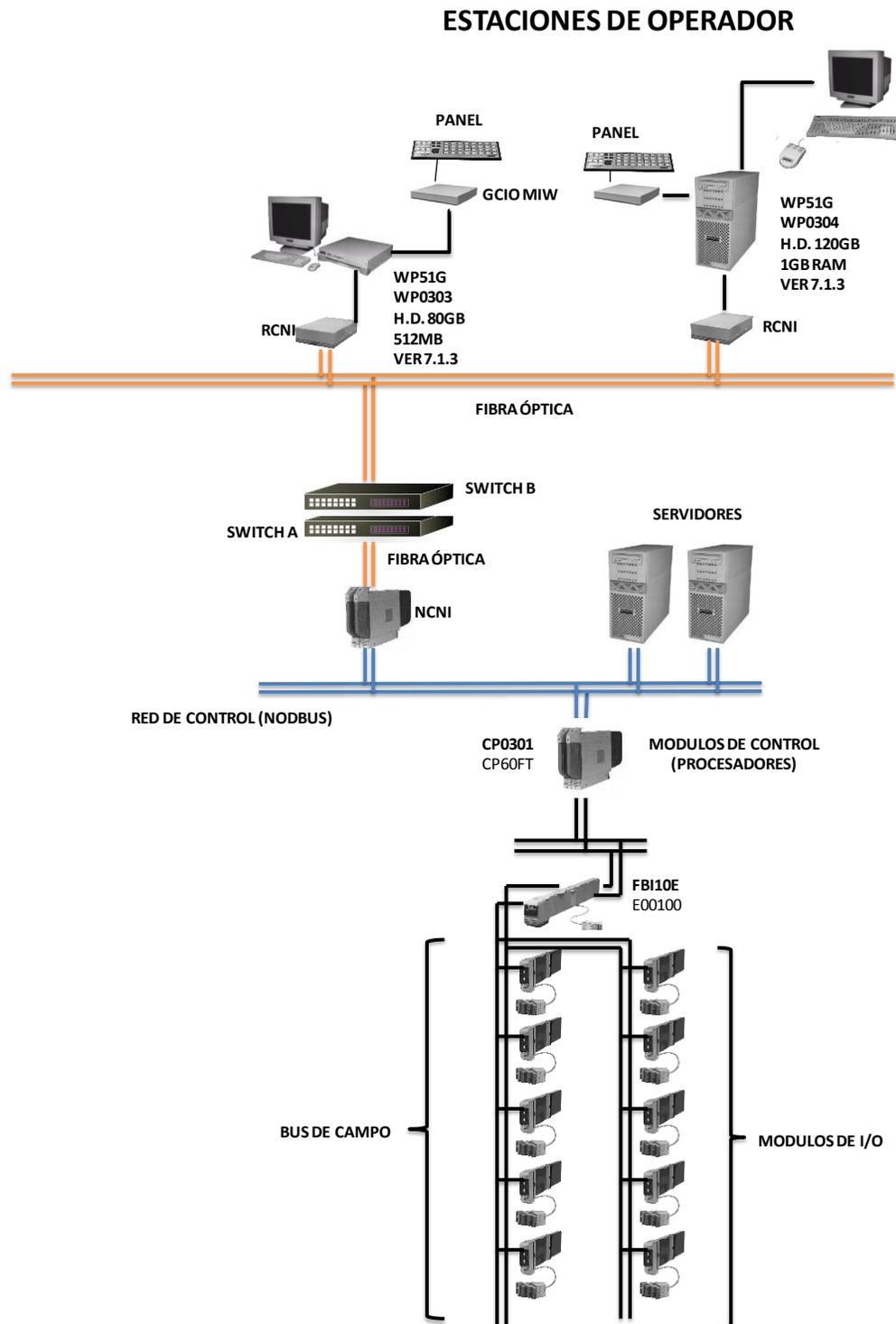


Figura 3. Arquitectura Básica de un DCS

Como fue dicho anteriormente, un DCS está conformado por estaciones de operador (*WP-Workstation Processor*), servidores o estaciones de aplicación (*AW-Application Workstation*), módulos de I/O, procesadores de control y fuentes de alimentación; todo ello interconectado debidamente para recibir las señales de campo y ejercer el control sobre el proceso.

Las señales provenientes de campo, generadas por los sensores que toman el valor de las variables de proceso (temperatura, nivel, caudal, presión y analizadores); son enviadas por medio de un bus de campo, que permite la comunicación con los dispositivos de acondicionamiento. Luego de proporcionar el aislamiento por medio de barreras de seguridad, la información es acondicionada y procesada por los módulos I/O, con el fin que pueda ser entregada al procesador de control 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, con el fin de generar acciones de mando a los actuadores, y realizar el ajuste a las variables de proceso de acuerdo a los valores fijados por el operador o el sistema de control.

Las estaciones de operación (WP), le permiten al operador visualizar el estado del proceso en tiempo real, las alarmas generadas en el proceso y en el sistema de control; permite realizar ajustes a los valores de referencia de las respectivas variables y observar sus tendencias, iniciar secuencias y poner en marcha equipos.

Las estaciones de ingeniería (AW) permiten realizar todas las funciones de una WP. Adicionalmente, permiten modificar, configurar y cargar lógica de control a través de las bases de datos del sistema y las aplicaciones del procesador de control, determinar la supervisión del sistema, verificar la integridad de las bases de datos de configuración y de historia de las variables; así mismo, permite la 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 y segura.

4.4. Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro

El DCS de la unidad de Modelo IV y Ácido, es un sistema de control distribuido de Foxboro, de la serie I/A. Permite el monitoreo y el control de todas las operaciones de la planta y está constituido por los siguientes componentes:

4.4.1. Procesador de Control CP60 [12]

El sistema de control distribuido de la unidad de Cracking Modelo IV y Ácido, está conformado por 4 procesadores CP60 en configuración Fault Tolerant, tres procesadores se encuentran en el cuarto de control de la unidad de Cracking Modelo IV y un procesador se encuentra ubicado remotamente en el cuarto satélite de la unidad de Ácido.

El procesador de Control - CP60, es la parte inteligente del sistema de control. Es un dispositivo que opcionalmente es Fault Tolerant (tolerante a fallas), trabaja en configuración redundante con doble bus de comunicaciones, y lleva a cabo todo el algoritmo de control; también es el encargado de la adquisición de datos y detección de alarmas y notificaciones.

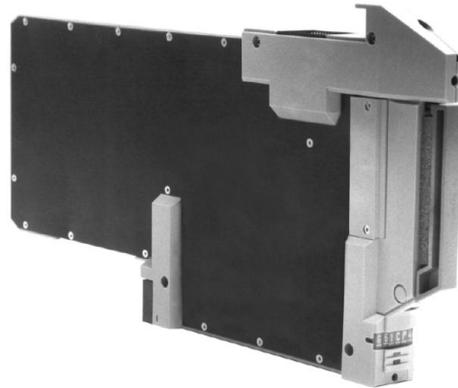


Figura 4. CP60

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, que funcionan como una pareja tolerante a fallos, están diseñados para proporcionar un funcionamiento continuo de la unidad; de tal forma que si uno de los dos se sale de la red por cualquier motivo, el otro lo respalda mientras se sustituye o se arregla el que falló.

4.4.2. Módulos de entrada y salida (I/O) – IMIO [13]

Los módulos de entrada y salida, más conocidos como FBM (FieldBus Modules), sirven como interfaz entre los dispositivos de campo y las estaciones de control. Las FBM facilitan la adquisición de los datos de campo a través de los instrumentos conectados en cada uno de sus canales de entrada y salida.



Figura 5. Módulos I/O (FBM)

4.4.3. Interfaces de Bus de Campo (FBI/FCM) - IRDC

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.

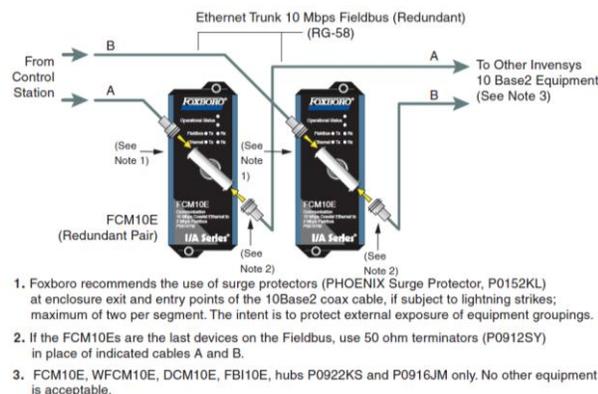


Figura 6. Coaxial Ethernet Trunk Fieldbus del FCM10E

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

4.4.4. Fuentes del voltaje - IFVO

La fuente de voltaje de los sistemas de control distribuido I/A de Foxboro serie 100, es la IPM2 (IPM: Industrial Power Module); la cual es una fuente de 5A a 24Vdc, que viene en un arreglo de ocho para alimentar un rack, y su respectiva fuente de apoyo. Es también redundante.

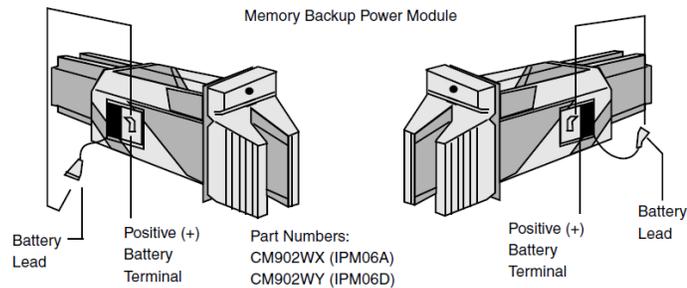


Figura 7. IPM02

4.4.5. Estaciones de trabajo - IPPR

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



Figura 8. Workstation WP51F

4.4.6. Listado de Partes - 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.

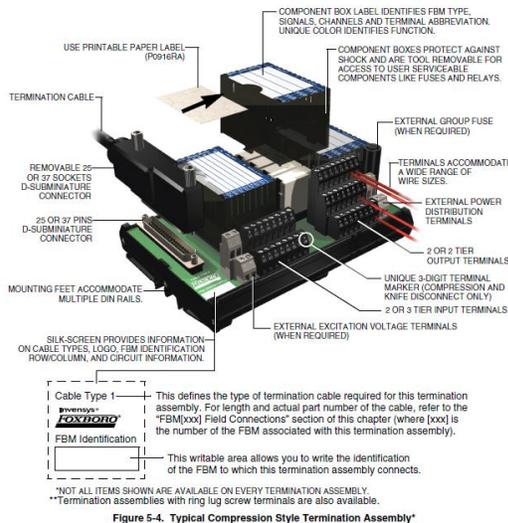


Figure 5-4. Typical Compression Style Termination Assembly*

Figura 9. Termination Assembly

4.5. Sistemas de Protección [14]

Anteriormente, la seguridad industrial estaba centrada principalmente en prácticas de trabajo seguras, control de materiales peligrosos y el "blindaje" protector del personal y de los equipos. Hoy en día, la seguridad penetra cada vez más y a mayor profundidad dentro de infraestructuras de manufactura más complejas. Los sistemas de seguridad tienen la función de llevar a la planta y al proceso, a un estado seguro, cuando se presentan fallas en los diferentes dispositivos que la componen, con el fin de prevenir accidentes que causen daños al ambiente y a las personas.

4.5.1. Capas de Protección

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 10 se muestra la sucesión de capas de seguridad en su orden de activación:

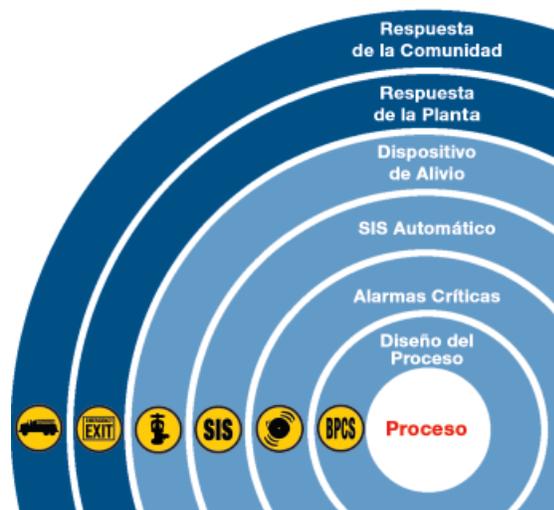


Figura 10. Capas de protección de un proceso industrial

De acuerdo al orden en que ejercen el control en el proceso, las capas de protección son:

BPCS (Basic Process Control System): Sistema Básico de Control de Proceso. Realiza el control regulatorio, con el fin de desarrollar las tareas del proceso manteniéndolo en condición segura. Nivel donde se encuentra el Sistema de Control distribuido DCS.

Alarmas: esta capa de protección aporta alarmas críticas, visuales y sonoras, que alertan a los operadores acerca de una condición en la cual una medición ha excedido sus límites especificados y podría requerir intervención. En esta capa se permite al operador realizar ajuste, para devolver las variables de proceso a su condición normal de operación. Normalmente está embebida en el sistema de control distribuido.

SIS (Safety Instrumented System): Sistema Instrumentado de Seguridad. Capa de protección donde se encuentra el *Sistema de Parada de Emergencia ESD (Emergency ShutDown)*. Su labor es ejercer la protección en el proceso a través de acciones de corte, para regresarlo nuevamente a un estado seguro, cuando se presentan eventos o fallas peligrosas. El SIS realiza acciones de parada cuando las capas previas no pueden resolver una emergencia.

Protección Física (sistema de mitigación y válvulas 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.

Respuesta de la planta: esta capa de protección pasiva, consiste de barreras de contención contra fuego o explosiones; así como, procedimientos para evacuación. (Algunos modelos combinan ésta y la siguiente capa de protección dentro de una "capa de respuesta a emergencia").

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 o entes de regulación.

De acuerdo a las normas IEC61508 e IEC61511, los métodos que conforman las capas de protección deben ser: -Independientes -Confiables -Auditables -De diseño específico al riesgo.

4.6. Sistema de parada de emergencia ESD Honeywell FSC [15]

El sistema FSC (Fail Safe Control) como todo sistema de protección, se encarga de llevar al proceso a una condición segura, ante eventos de falla del proceso o del sistema mismo. Está compuesto por 2 central part en configuración redundante de doble bus de comunicaciones y cuatro procesadores por CPU, el sistema permite diagnóstico en línea y monitoreo de eventos de alta velocidad SOE.

Este sistema cumple con diferentes estándares internacionales como DIN V 19250, DIN V 0801, IEC 61010-1-1993, IEC 61131-2-1994, UL 1998 y UL 508 entre muchos otros.

Hay básicamente dos tipos de módulos en los racks del gabinete de un FSC; el Central Part Module y el I/O Module.

4.6.1. Central Part Modules

La Central Part es la unidad de procesamiento la cual contiene la lógica de seguridad, se encarga de monitorear las entradas y de acuerdo a los set de protección fijados ejecuta una o varias salidas en repuesta. Adicionalmente realiza el diagnóstico, verificación del hardware y controla las comunicaciones internas y externas con sus usuarios (DCS, SOE, Navigator). La Central Part está compuesta de las siguientes partes:

Número de Parte	Descripción
10001/R/1	Vertical bus driver (VBD)
10005/1/1	Watchdog module (WD)
10005/O/2	Watchdog horizontal bus with ESD key switch
10005/O/3	Watchdog horizontal bus
10006/2/1	Diagnostic and battery module (DBM)
10006/2/2	Diagnostic and battery module (DBM) with DCF-77 interface
10006/O/1	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	Quad processor module (QPM)
10024/./.	Enhanced communication module (ECM)
10100/2/1	Horizontal bus driver (HBD)

Tabla 1. Módulos que componen el Central Part

4.6.2. FSC Input/Output Module

Cada módulo de entrada y salida se conecta a la barra horizontal, a través de un cable plano (cable ribbon), que sobresale de la parte frontal del mismo. Los módulos de entradas y salidas, tienen LED's de estado para cada canal de entrada, los cuales están ubicados en la parte frontal y por debajo del cable plano, tal como se ve en la figura 11.

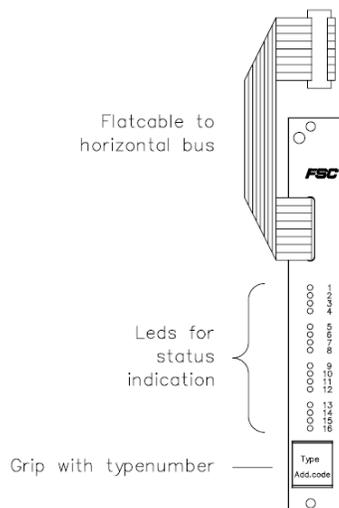


Figura 11. Módulo de Entrada y Salida.

Hay módulos de entrada digital de 24Vdc que se activan con 5V de c.c., para los circuitos asociados a la lógica de bus horizontal y con 24 V de c.c., para los circuitos asociados a las señales de entrada. Las señales de entradas análogas son de 4 a 20 mA. Todos los módulos de entrada tienen un aislamiento galvánico entre los circuitos de 5Vdc y las entradas de campo tienen protección por sobrecorriente.

En la tabla 2, se muestran los módulos de entrada y salida para el FSC de Honeywell.

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)

Tabla 2. Módulos de Entrada y Salida

4.6.3. Relay Output Module

La salida de relé, tiene un contacto libre que soporta 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 es de 36Vdc. Las salidas también son controladas por el watchdog, esto significa que los relés son desenergizados si se presenta un daño en el sistema electrónico o por falla de energía.

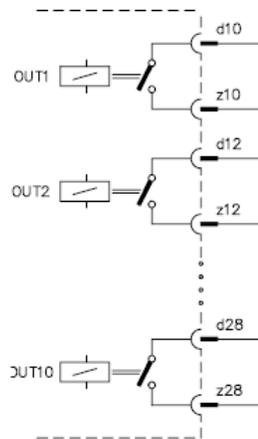


Figura 12. Módulo de Salida Relay

4.6.4. Modulo de comunicaciones 10024/./.

Este módulo es el que permite la comunicación redundante entre los Central Part, la comunicación entre un sistema maestro-esclavo además de la comunicación externa con los sistemas de control distribuido (DCS) y los dispositivos periféricos

tales como interfaces hombre maquina e impresoras. Este módulo comunica al FSC con la estación de ingeniería.

La comunicación entre el FSC y el DCS de la Unidad de Ácido se realiza por medio de un puerto redundante RS232 con protocolo Modbus.

En la figura 13, se ve la estructura física del módulo de comunicaciones del FSC que está en la Unidad de Ácido Sulfúrico.

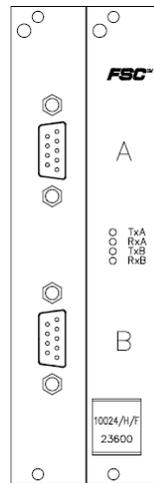


Figura 13. 10024/./. Módulo de Comunicación

4.6.5. Fuentes de Alimentación

El sistema de seguridad FSC de la Unidad de Ácido Sulfúrico tiene 2 tipos de fuentes, que varían de acuerdo a su corriente y voltaje nominal de salida. En la tabla 3, se muestra el número de parte y la descripción de cada una de ellas.

Numero de Parte	Descripción
1200 S 24 P067	24 Vdc power supply (45 A)
10300/1/1	24 Vdc to 5 Vdc/12 A Conversor

Tabla 3. Fuentes de Alimentación

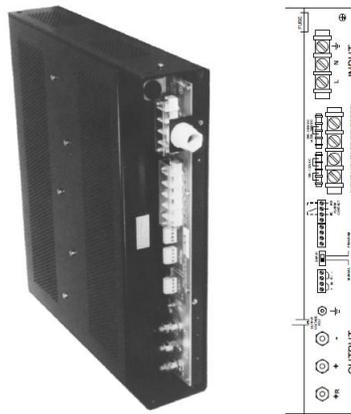


Figura 14. Fuente 1200 S 24 P067

4.6.6. Buses/Backplanes

Los sistemas de seguridad FSC de Honeywell tienen dos buses de comunicación en sus tarjetas principales de conexión, las cuales son modulares y expandibles. En la tabla 4 se encuentran los diferentes tipos de tarjetas utilizadas.

Numero de Parte	Descripción
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)

Tabla 4. Buses y Backplanes

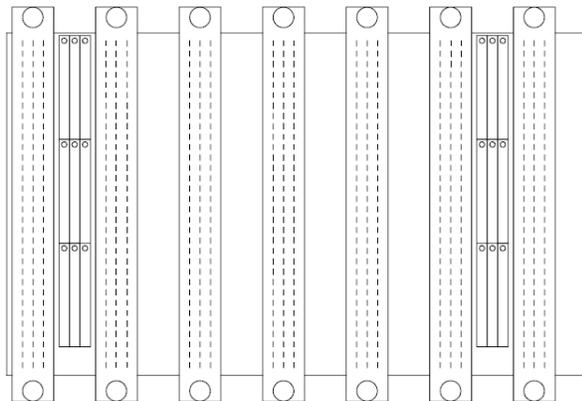


Figura 15. Buses del Central Part

4.6.7. Diagnostic and Battery Module (DBM)

El DBM, sirve para el diagnóstico del sistema FSC. Los display del frente se utilizan para diagnosticar y visualizar los mensajes que el sistema envía, sobre los defectos encontrados en las rutinas de diagnóstico, el mensaje da el número del tipo de error, y la posición del módulo que resultó defectuoso. Además cuenta con una función de reloj en tiempo real que proporciona la hora y fecha actuales.

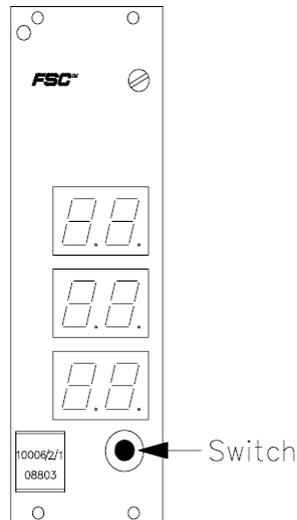


Figura 16. Módulo de Diagnóstico

4.7. Sistema de Parada de Emergencia HIMA [16]

El HIMA, es otro sistema de protección, cuya función es llevar a la planta a un estado seguro, cuando se presentan fallas en los diferentes dispositivos que la componen. Está compuesto por gabinetes, un rack de módulos centrales en el cual se encuentran ubicados los procesadores, módulos de comunicación y fuentes de alimentación de 5 VDC, adicionalmente posee un rack para módulos de entrada y salida, y finalmente las fuentes de 24 VDC para este rack.

Actualmente en el mercado, existen tres familias para el HIMA que son: H41q, H41qc y la H51q, en esta caso se hará énfasis en la familia H51q, debido a que es la que está instalada en la Unidad de Modelo IV. Este sistema cumple con diferentes estándares internacionales como DIN V 19250, DIN V 0801, EN 954-1, entre otros.

Hay básicamente dos tipos rack de módulos en los gabinetes de un HIMA; el Central Module y el I/O Module.

4.7.1. Central Rack Modules [17]

El central rack contiene los siguientes componentes:

- 2 CPU con 4 microprocesadores de control.
- 3 o más módulos coprocesadores, asignados a cada módulo central o procesador de control.
- 8 o más interfaces RS 485 que permiten la conexión de otro sistemas.
- De uno a tres módulos de fuente de alimentación de 24 VDC/5VDC para generar los 5 VDC, que es la tensión de funcionamiento de los módulos centrales y el control de la tensión de los módulos de entrada/salida.
- Una fuente de alimentación con módulo de control de baterías, para amortiguar el área de SRAM y el reloj en tiempo real en los módulos centrales.
- Bandeja de cables integrados.
- Los módulos adicionales para conectar y para desacoplar la tensión de alimentación de 24 VDC, para suministrar la señal de la unidad que encaja en el rack y el ventilador de control.

En la tabla 5, se muestran los dispositivos instalados en el Central Rack Module de Modelo IV.

Módulo / Kit	Descripción
The H51q System Family	
F 8620/11	Central Module, Double Processor
Power Distribution modules	
F 7133	4fold power distribution module with fuse monitoring
Supplementary Modules	
F 7126	Power supply module
F 7131	Power supply module monitoring with back-up batteries for H51q
F 8621A	Coprocessor module for H51q
Bus connections	
F 7553	IO bus connection module for H51q

Tabla 5. Dispositivos del Central Module

4.7.2. Input/Output Rack Modules

Los módulos de I/O se utilizan para transferir la señal de campo de la planta a los módulos centrales. Los circuitos de entrada y salida siempre se introducen en los módulos I/O a través de los enchufes del cable ubicados en la parte frontal. El estado de las señales de entrada y salida, se muestra en los LEDs que están ubicados en la parte frontal de cada uno. Estos módulos pueden ser conectados o desconectados en línea.

Los racks de entrada y salida contienen:

- Más de cuatro módulos de distribución de potencia para proteger los circuitos de entrada y salida.
- Un módulo de acople para conectar el bus de entrada y salida, con posición de seguridad de desconexión de la señal de vigilancia en caso de fallos.
- Un máximo de 16 slots para módulos de entrada y salida, con señales análogas y digitales.

En la tabla 6, se muestran los módulos de entrada y salida para el ESD HIMA H51q.

Módulo	Descripción
Módulos de Entrada digital	
F 3221	16-fold input module
F 3222	8-fold input module
F 3223	4-fold input module
F 3224	4-fold input module
F 3236	16-fold input module
F 3237	8-fold input module
F 3238	8-fold input module
F 3240	8-fold input module
F 3248	16-fold input module
F 5203	14 bit ring counter
F 5220	2-fold counter module
Módulos de Entrada análoga	
F 6208	Signal converter
F 6213	4-fold analogue input module
F 6214	4-fold analogue input module
F 6215	8-fold analogue input module
F 6216 A	8-fold analogue input module with transmitter power source

F 6217	8-fold analogue input module
F 6220	8-fold thermocouple input module
F 6221	8-fold analogue input module

Tabla 6. Módulos de Entrada y Salida HIMA

4.7.3. Módulo Coprocesador F8621A

La función principal de este módulo, es comunicar el HIMA con el sistema de control distribuido I/A Foxboro, vía MODBUS. El módulo está ubicado en el central rack del HIMA y tiene su propio microprocesador HD 64180 que opera con una frecuencia de reloj de 10Mhz.

Este módulo tiene 384 Kbytes de memoria, la CMOS RAM y EPROM en dos circuitos integrados. Posee dos interfaces RS 485 (half duplex) con aislamiento galvánico y un procesador de comunicaciones propio. Las tasas de transmisión por software es de 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 57600 bps. (Figura 17)

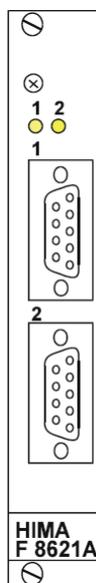


Figura 17. Módulo Coprocesador F8621A

4.7.4. Fuentes de Alimentación

Las fuentes utilizadas por el HIMA se muestran en la tabla 3 con su número de parte y la descripción de cada una de ellas.

Numero de Parte	Descripción
PS 1000/230/	24 Vdc power supply (45 A)
F 7126	5 V DC power supply

Tabla 7. Fuentes de Alimentación HIMA

En las figuras 18 y 19 se muestra la estructura física de ambas fuentes.

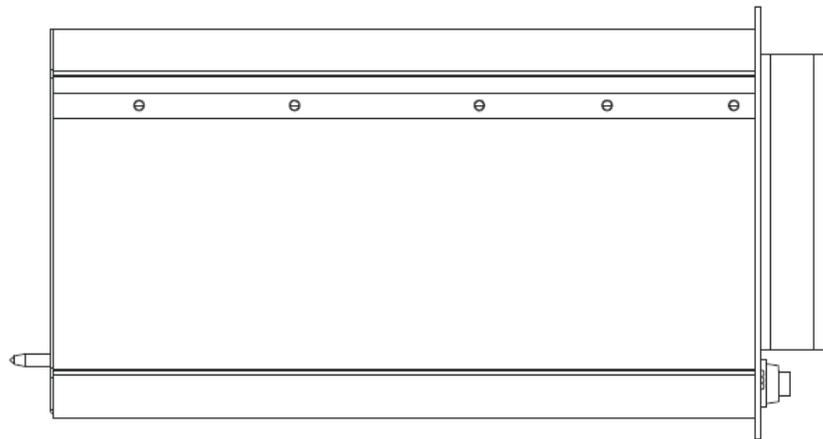


Figura 18. Fuente de Alimentación 24 VDC, PS 1000/230/



Figura 19. Fuente Alimentación 5 VDC, F7126

4.8. Instrumentación Industrial [18]

Es el grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar las variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste. Las variables a medir o controlar pueden ser:

- **Variables Primarias:** temperatura (T), presión (P), nivel (L), flujo (F).
- **Variables Secundarias:** densidad (D), humedad (M), velocidad (S), viscosidad (V), peso (W), voltaje (E), tiempo (K), posición (Z), etc.
- **Variables Químicas:** pH, H₂S, H₂SO₄, conductividad eléctrica.

4.8.1. Instrumentos de Medición

Los instrumentos de medición y de control son relativamente complejos y su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. Como es lógico, pueden existir varias formas para clasificar los instrumentos, cada una de ellas con sus propias ventajas y limitaciones. Se considerarán dos clasificaciones básicas: la primera relacionada con la función del instrumento y la segunda con la variable de proceso.

4.8.1.1. En función del Instrumento

De acuerdo con la función del instrumento, se obtienen las formas siguientes:

Instrumentos Ciegos (figura 20): son aquellos que no tienen indicación visible de la variable. Hay que hacer notar que son ciegos los instrumentos de alarma, tales como preostatos y termostatos (interruptores de presión y temperatura respectivamente), que poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que sólo ajustan el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable, el valor seleccionado. Son también instrumentos ciegos, los elementos primarios de medición de flujo (platinas de orificio), presión, nivel y temperatura (termocuplas).



Figura 20. Termocuplas Pyromation [19]

Instrumentos Indicadores (figura 21): disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable. Existen también indicadores digitales con valor de la variable en forma numérica en dígitos.



Figura 21. Instrumentos Indicadores. Manómetros Ashcroft [20]

Instrumentos Registradores: registran con trazo continuo o a puntos la variable, y pueden ser circulares o de gráfico rectangular o alargado según sea la forma del gráfico.

Los elementos primarios (figura 22): están en contacto con la variable y se utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta al cambio de la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio de presión, fuerza, posición, medida eléctrica, etc.



Figura 22. Platina de Orificio [21]

Los transmisores (figura 23): captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática de margen 3 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) o electrónica de 4 a 20 mA de corriente continua. La señal neumática de 3 a 15 psi equivale a 0,206 – 1,033 bar (0,21 – 1,05 kg/cm²) por lo cual, también se emplea la señal en unidades métricas 0,2 a 1 bar (0,2 a 1 Kg/cm²). Asimismo, se emplean señales electrónicas en otros rangos de medición tales como 0 a 20 mA, 0 a 50 mA, 4 a 20 mA y en voltaje 1 a 5 VDC, 0 a 10 VDC. La señal digital utilizada en algunos transmisores inteligentes, es leída digitalmente por el Sistema de Control distribuido.



Figura 23. Transmisores marca Siemens [22]

El elemento primario puede formar o no parte integral del transmisor; el primer caso lo constituye un transmisor que tienen los elementos primarios conjuntamente con su electrónica (ver figura 23), existen varios tipos como los de temperatura de bulbo, capilar, vortex y los transmisores que no tienen el elemento primario integrado como los de caudal con placa de orificio.

Los transductores: reciben la señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no, a una señal de salida. Son transductores, un relé, un elemento primario, un transmisor.

Los convertidores: son aparatos que reciben una señal de entrada neumática (3-15 psi) o electrónica (4-20 mA), procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar.

Los receptores: reciben las señales procedentes de los transmisores y las indican o registran. Los receptores controladores envían otra señal de salida normalizada a los valores ya indicados 3-15 psi en señal neumática, o 4-20 mA en señal electrónica, que actúan sobre el elemento final de control.

Los controladores: comparan la variable controlada (presión, nivel, temperatura, flujo), con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación.

La variable controlada la pueden recibir directamente, como controladores locales o bien indirectamente en forma de señal neumática, electrónica o digital procedente de un transmisor.

El elemento final de control (figura 24): recibe la señal del controlador y la modifica para controlar la variable de un sistema o proceso, por ejemplo caudal, velocidad de una maquina, temperatura, presión, nivel. Los dispositivos finales de control generalmente son válvulas (ver figura 24), gobernadores de velocidad, solenoides, etc.



Figura 24. Válvula marca valtek. [23]

4.8.1.2. En función de la variable de proceso

De acuerdo con la variable de proceso, los instrumentos se dividen en instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza etc.

Esta clasificación corresponde específicamente al tipo de señales medidas, siendo independiente del sistema empleado en la conversión de la señal de proceso.

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

5.1. Caracterización de los Sistemas

Toda la información que se recolectó en campo, se consignó en un formato de Excel. Para la nomenclatura en la realización del formato, se tuvo en cuenta 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.pdf”.

EQUIPOS Y COMPONENTES POSIBLES QUE APLICA PARA INSTRUMENTACION Y CONTROL						
TIPO DE EQUIPO	CODIGO CLASE EQUIPO	DESCRIPCION CLASE EQUIPO TABLA EC	PREFIJO EQUIPO	CODIGO COMPONENTE	DESCRIPCION COMPONENTE TABLA	Observ
Tabla ET	EQUIPO	TABLA EC	EQUIPO	COMPONENTE	CO	
IIINE Instrumentación y Control	C S Sistema de Control	Sistemas utilizados para control de procesos (DCS, PLC, SCADA, entre otros)	SX	DCS PLC SCADA	DCS PLC'S Sistema de control scada	Nuevo
	PE Protección de Equipos	Elementos de salvaguarda de los equipos de proceso, incluyen elemento primario (termopozo, switch, etc), termopozo, transmisor, solenoides	AXXXX FXXXX SXXXX TXXXX VXXXX	ISWT IDET ITRM IFIN MVSG IVIB IANU	Switch Detector Transmisor Elemento control final Válvula de Seguridad Medidor Vibración Anunciador de alarmas	
	SJ Sistema de Seguridad	Sistemas utilizados para protección de las unidades de procesos (PLC, entre otros)	XX	ISEG	Sistema de Seguridad	
	EP Equipo de Prueba	Equipos especiales utilizados en laboratorio de metrología para control de calidad, custodia de productos, entre otros	XX	IEPI	Equipos Prueba Instrumentación	
	MI Misceláneos	Equipos Misceláneos del área de Instrumentación y Control tales como	XX	IMIS	Instrumento Misceláneo	

Figura 25. Documento GRB-CEL-F-001

	GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA		PAO-00-I-501	
	INSTRUCTIVO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PLANTAS EQUIPOS Y COMPONENTES		2004-02-08	9/32
			ACT: 3	PAO

INFORMACIÓN EQUIPO

ESTRUCTURA DEL ARCHIVO				
INFORMACIÓN A SUMINISTRAR POR EQUIPO				
PRIMERA PANTALLA MODULO 600				
Campo	Descripción	Formato	Comentarios	Información a suministrar.
01	NUMERO DE EQUIPO (M)	X(12)	<p>“TAG” o identificación del Equipo dentro del plano de montaje de la planta, sobre los P&ID’s y Layouts, Este numero esta asociado a la función que el equipo desempeña en la planta.</p>	<p>Registrar la identificación de cada equipo en forma continua, sin rayas, asteriscos u otro carácter o símbolo. Para equipos de Lazos de control se identifica conforme a la NORMA ISA. Para equipos diferentes a lazos de control, la identificación será: NXXXXM donde, N Prefijo de acuerdo a la clase de equipo, puede ser uno o más caracteres (Ver anexo de Parámetros de caracterización equipos y componentes): XXXX Cuatro</p>

Figura 26. Documento PAO-00-I-501

La información consignada en el formato estándar de Excel, la cual se encuentra en el “Anexo A”, tiene los siguientes campos:

- Unidad Productiva: unidad a la que pertenece el DCS.
- Cargo Contable: es un código que representa el 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: IMIO00002800.
- Tipo de componente: da a conocer 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 de Instrumentación, Válvula, Pozo, Componente, etc., dentro del sistema Ellipse.
- Ubicación: describe 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 fábrica.
- 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.

5.2. Caracterización del Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro.

5.2.1. Información y Validación

Identificar los equipos y componentes del Sistema de Control Distribuido DCS Marca Foxboro serie I/A, de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido; dentro de la estructura organizacional, pertenecen al departamento de Cracking III, de la Gerencia de Producción y reciben los nombres de U300 y U470, respectivamente. Posteriormente, se recopiló toda 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 de las Unidades de Cracking Modelo IV y Ácido, el cual fue actualizado y quedó registrado en el documento (Anexo I). La arquitectura se muestra en la figura 27.

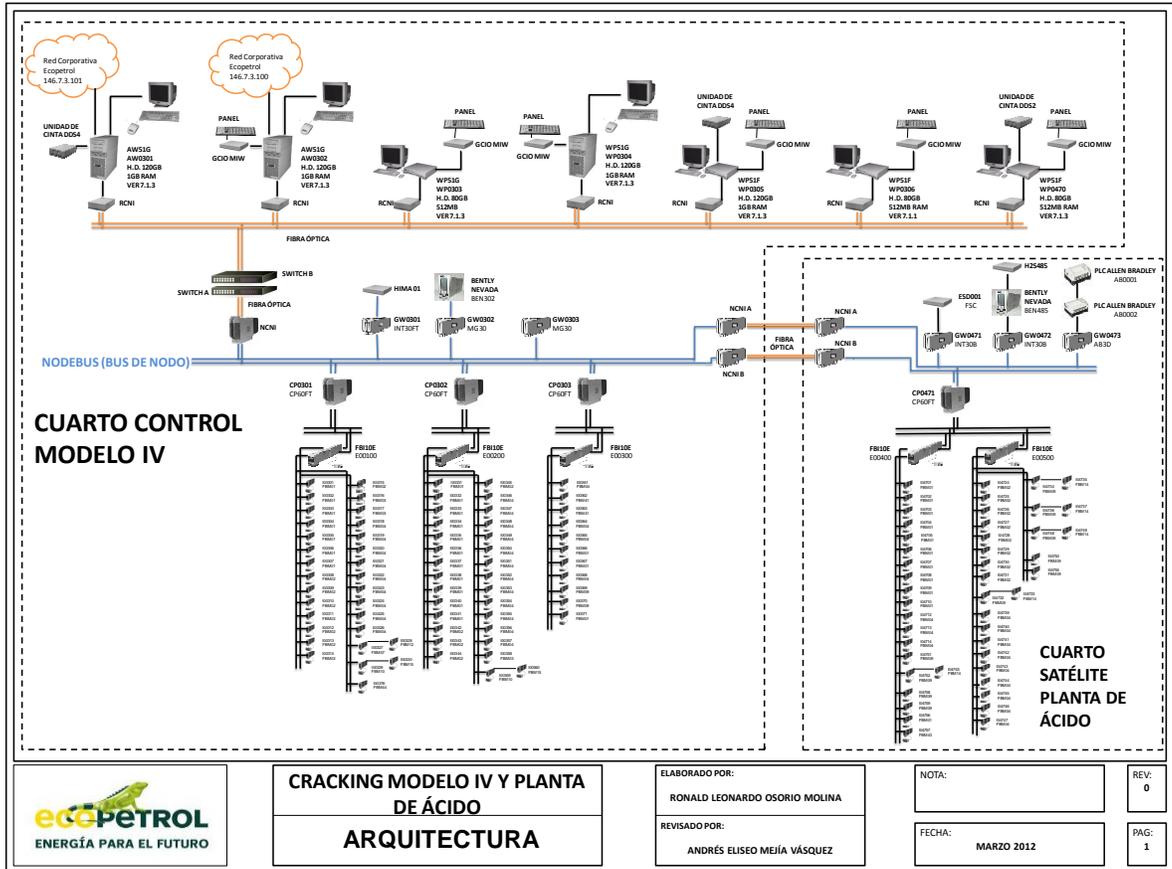


Figura 27. Arquitectura del Sistema de Control Distribuido Cracking Modelo IV y Planta de Ácido

Ambas unidades son monitoreadas y controladas por un solo DCS, el cual está ubicado en el cuarto de control y consta de procesadores CP60, módulos de entrada y salida (FBM – 100 series), Interfaces de bus de campo (FBI), Gateways, NCNI, Switches, RCNI y las estaciones del operador WP.

Los módulos de I/O y demás dispositivos mencionados anteriormente, de cada planta se encuentran distribuidos en gabinetes Foxboro. De acuerdo a la distribución, por gabinetes se tiene:

Cuarto Control Modelo IV:

- Gabinete IE0001: contiene los siguientes dispositivos:
 - 11 FBM's.
 - 6 Procesadores CP60.
 - 2 NCNI's.
 - 4 Gateways.
 - 2 FBI E00300.



Figura 28. Gabinete IE0001

- Gabinete IE0002: contiene los siguientes dispositivos:
 - 2 Switches Allied Telesyn.
 - 7 RCNI's.



Figura 29. Gabinete IE0002

- Gabinete IE0003: contiene los siguientes dispositivos.
 - 31 FBM's.
 - 2 FBI E00100.



Figura 30. Gabinete IE0003

- Gabinete IE0004 – FBMs y FBI E00200.
 - 30 FBM's.
 - 2 FBI E00200.



Figura 31. Gabinete IE0004

Cuarto Satélite Unidad de Ácido Sulfúrico:

- Gabinete IE0005: contiene los siguientes dispositivos:
 - 20 FBM's.
 - 2 Procesadores.
 - 2 NCNI's.
 - 3 Gateways.
 - 2 FBI E00400.



Figura 32. Gabinete IE0005

- Gabinete IE0006: contiene los siguientes dispositivos:
 - 27 FBM's.
 - 2 FBI E00500.



Figura 33. Gabinete IE0006

Toda la información correspondiente a la ubicación de los dispositivos en los respectivos gabinetes, queda registrada en el Anexo J.

La cantidad total de componentes por grupo, que hacen parte del Sistema de Control Distribuido Foxboro serie I/A es:

Modelo IV:

- IFVO : 2 Tipos (2 FPS400-24, 64 IPM2)
- IMCO : 6 Unidades.
- IRDC : 6 FBI10E, 6 NCNI, 5 RCNI y 2 Switches.
- IPPR : 5 Unidades (2 tipo Servidor).
- IMIO : 72 Unidades.

Ácido Sulfúrico:

- IFVO : 2 Tipos (2 FPS400-24, 32 IPM2)
- IMCO : 2 Unidades.
- IRDC : 4 FBI10E, 4 NCNI, 2 RCNI.
- IPPR : 1 Unidad.
- IMIO : 47 Unidades.

Las figuras 34 y 35; muestran los procesadores, módulos I/O, fuentes de voltaje, módulos de comunicaciones y pantallas de proceso; clasificadas en el formato estándar de Excel, que luego fue cambiado a la Macro-Ellipse que sube automáticamente los componentes a Ellipse. Toda la información recolectada en campo del DCS, se encuentra en el Anexo A.

IMCO														
PROCESADORES														
UNIDAD	NUMERO EQUIPO	MODELO	CLASE	TAG	# STOCK	# PARTE	POSICION	GABINETE	UBICACION	OBS.	TIPO	CÓDIGO	TAG	CLASE
U_300	IMCO0000220	OP10	OH	CP03HA	342524	P04HFR	1	EM001	OCU04		FEH01	IM00002200	IM001	OH
U_300											FEH01	IM00002201	IM002	OH
U_300											FEH01	IM00002202	IM004	OH
U_300											FEH01	IM00002203	IM004	OH
U_300											FEH01	IM00002204	IM006	OH
U_300											FEH01	IM00002205	IM006	OH
U_300											FEH01	IM00002206	IM007	OH
U_300											FEH02	IM00002207	IM008	OH
U_300											FEH02	IM00002208	IM009	OH
U_300											FEH02	IM00002209	IM009	OH
U_300	FEH02	IM00002210	IM011	OH										
U_300	FEH02	IM00002211	IM012	OH										
U_300	FEH02	IM00002212	IM013	OH										
U_300	FEH02	IM00002213	IM014	OH										
U_300	FEH02	IM00002214	IM015	OH										
U_300	FEH03	IM00002215	IM016	OH										
U_300	FEH03	IM00002216	IM017	OH										
U_300	FEH04	IM00002217	IM018	OH										
U_300	FEH04	IM00002218	IM019	OH										
U_300	FEH04	IM00002219	IM020	OH										
U_300	FEH04	IM00002220	IM021	OH										
U_300	FEH04	IM00002221	IM022	OH										
U_300	FEH04	IM00002222	IM023	OH										
U_300	FEH04	IM00002223	IM024	OH										
U_300	FEH04	IM00002224	IM025	OH										
U_300	FEH04	IM00002225	IM026	OH										
U_300	FEH07	IM00002226	IM027	OH										
U_300	FEH02	IM00002227	IM028	OH										
U_300	FEH04	IM00002228	IM029	OH										
U_300	FEH04	IM00002229	IM030	OH										
U_300	FEH04	IM00002230	IM031	CM										
U_300	FEV01	IM00002231	IM032	CM										
U_300	FEV01	IM00002232	IM033	CM										
U_300	FEV01	IM00002233	IM034	CM										
U_300	FEV01	IM00002234	IM035	CM										
U_300	FEV01	IM00002235	IM036	CM										
U_300	FEV01	IM00002236	IM036	CM										
U_300	FEV01	IM00002237	IM037	CM										
U_300	FEV01	IM00002238	IM038	CM										
U_300	FEV01	IM00002239	IM039	CM										
U_300	FEV01	IM00002240	IM040	CM										
U_300	FEV01	IM00002241	IM041	CM										
U_300	FEV02	IM00002242	IM042	CM										
U_300	FEV02	IM00002243	IM043	CM										
U_300	FEV02	IM00002244	IM044	CM										
U_300	FEV02	IM00002245	IM045	CM										
U_300	FEH04	IM00002246	IM046	OH										
U_300	FEH04	IM00002247	IM047	OH										
U_300	FEH04	IM00002248	IM048	OH										
U_300	FEH04	IM00002249	IM050	OH										
U_300	FEH04	IM00002250	IM051	OH										
U_300	FEH04	IM00002251	IM052	OH										
U_300	FEH04	IM00002252	IM053	OH										

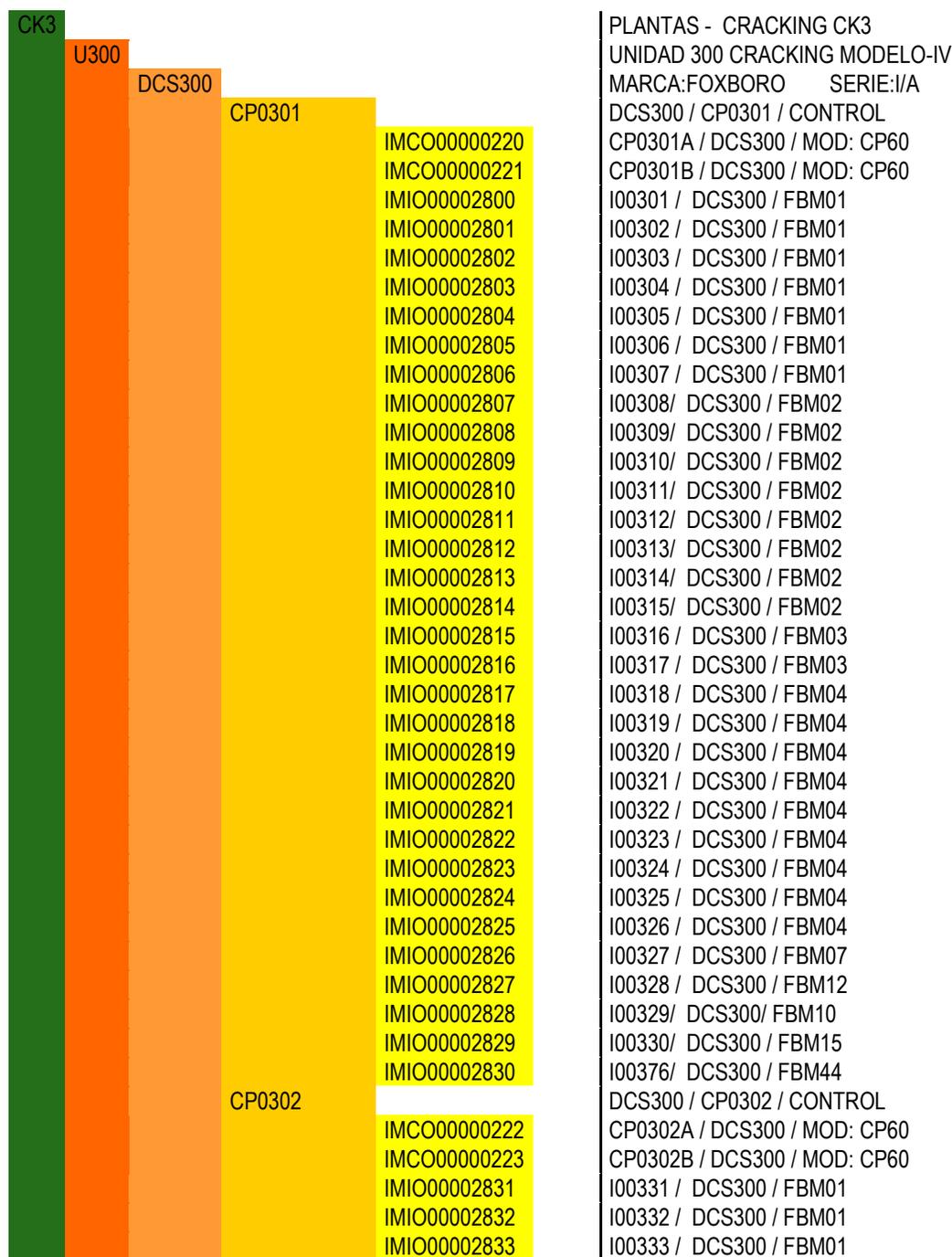
Figura 34. Documentación Recolectada en Campo Unidad de Cracking Modelo IV

IMCO														
PROCESADORES														
UNIDAD	NUMERO EQUIPO	MODELO	CLASE	TAG	# STOCK	# PARTE	POSICION	GABINETE	UBICACION	OBS.	TIPO	CÓDIGO	TAG	CLASE
U_470	IMCO0000226	OP10	OH	CP04T1	342524	P04HFR	1	EM005	CS 0470		FEH01	IM00002260	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002261	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002262	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002263	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002264	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002265	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002266	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002267	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002268	IM470	OH
U_470											FEH01	IM00002269	IM470	OH
U_470	FEH02	IM00002270	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002271	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002272	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002273	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002274	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002275	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002276	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002277	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002278	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002279	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002280	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002281	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002282	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002283	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002284	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002285	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002286	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002287	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002288	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002289	IM470	OH										
U_470	FEH02	IM00002290	IM471	OH										
U_470	FEH04	IM00002291	IM472	OH										
U_470	FEH04	IM00002292	IM473	OH										
U_470	FEH04	IM00002293	IM473	OH										
U_470	FEH04	IM00002294	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002295	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002296	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002297	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002298	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002299	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002300	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002301	IM474	OH										
U_470	FEH04	IM00002302	IM474	OH										
U_470	FEH09	IM00002303	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002304	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002305	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002306	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002307	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002308	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002309	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002310	IM474	OH										
U_470	FEH09	IM00002311	IM475	OH										
U_470	FEH09	IM00002312	IM475	OH										
U_470	FEH04	IM00002313	IM475	OH										
U_470	FEH04	IM00002314	IM473	OH										
U_470	FEH04	IM00002315	IM475	OH										
U_470	FEH04	IM00002316	IM477	OH										
U_470	FEH04	IM00002317	IM478	OH										
U_470	FEH04	IM00002318	IM475	OH										

Figura 35. Documentación Recolectada en Campo Unidad de Ácido Sulfúrico

5.2.2. 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 Modelo IV y Ácido, es la establecida en la figura 36.



	IMIO00002834	I00334 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002835	I00335 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002836	I00336 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002837	I00337 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002838	I00338 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002839	I00339 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002840	I00340 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002841	I00341 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002842	I00342/ DCS300 / FBM02
	IMIO00002843	I00343/ DCS300 / FBM02
	IMIO00002844	I00344/ DCS300 / FBM02
	IMIO00002845	I00345/ DCS300 / FBM02
	IMIO00002846	I00346 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002847	I00347 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002848	I00348 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002849	I00349 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002850	I00350 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002851	I00351 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002852	I00352 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002853	I00353 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002854	I00354 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002855	I00355 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002856	I00356 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002857	I00357 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002858	I00358 / DCS300 / FBM03
	IMIO00002859	I00359/ DCS300/ FBM10
	IMIO00002860	I00360/ DCS300 / FBM15
		DCS300 / CP0303 / CONTROL
CP0303	IMCO00000224	CP0303A / DCS300 / MOD: CP60
	IMCO00000225	CP0303B / DCS300 / MOD: CP60
	IMIO00002861	I00366 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002862	I00367 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002863	I00371 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002864	I00361 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002865	I00364 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002866	I00365 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002867	I00368 / DCS300 / FBM04
	IMIO00002868	I00369 / DCS300 / FBM09
	IMIO00002869	I00370 / DCS300 / FBM09
	IMIO00002870	I00362 / DCS300 / FBM41
	IMIO00002871	I00363 / DCS300 / FBM41
		DCS300 / CP0471 / CONTROL
CP0471	IMCO00000226	CP0471A / DCS300 / MOD: CP60
	IMCO00000227	CP0471B / DCS300 / MOD: CP60
	IMIO00002872	I04701 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002873	I04702 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002874	I04703 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002875	I04704 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002876	I04705 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002877	I04706 / DCS300 / FBM01
	IMIO00002878	I04707 / DCS300 / FBM01



Figura 36. Árbol de Jerarquía establecido para caracterización

Con el objeto de agrupar los procesadores de control (IMCO) y los módulos de I/O (IMIO), que pertenecen a cada IMCO, se ha utilizado el concepto de nodo; por tanto, cada nodo, el cual se identifica con el nombre del procesador, contiene un procesador de control y sus respectivos módulos de I/O.

5.2.3. 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.

Al momento de ingresar los componentes en Ellipse son necesarios algunos datos que facilitarán el cargue de costos, realizar la trazabilidad de algunos componentes, y permitir la clasificación de la información del dispositivo:

➤ Localización

- Unidad productiva : U300 (Unidad 300 Modelo IV
U470 Unidad 470 Ácido Sulfúrico)
- DCS300
- Localización Equipo : CK3 (Departamento de Cracking III)
- Distrito Dueño : GRB (Gerencia Refinería Barrancabermeja)

➤ Información del 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

➤ **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 : CC (Cracking Catalítico)
- Planta / Área : 3A (U300 Cracking Modelo IV)
4B (U470 Ácido Sulfúrico)
- Cargo Contable : MRF0207 (URC Modelo IV)
MRF0278 (Planta Ácido)

Además de la información anterior, la herramienta permite ingresar una descripción extendida del dispositivo; en ella se tiene la oportunidad de diligenciar información adicional, tales como la funcionalidad, conexión, ubicación en el gabinete, rack y slot de cada uno de los componentes. En la figura 37 se muestra la descripción extendida de la IMIO00002820.

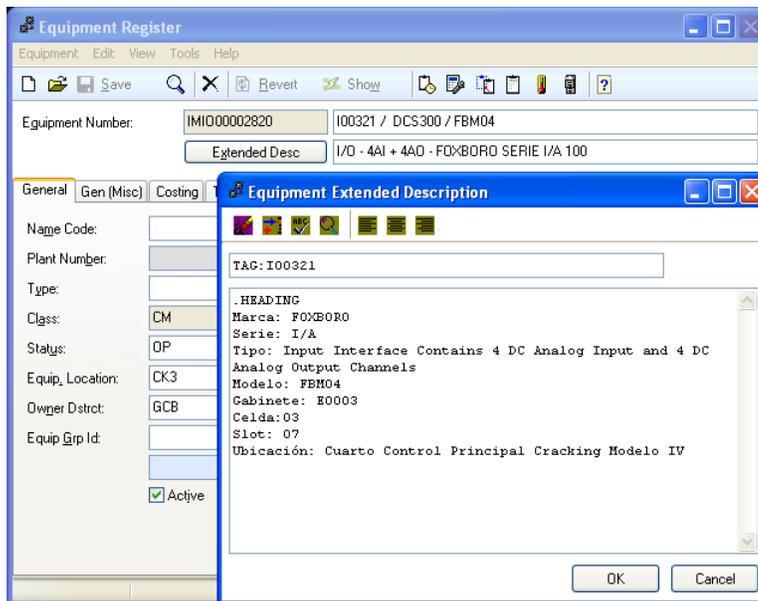


Figura 37. Descripción extendida de la IMIO00002820

El número de equipo (Equipment Number), es un código alfanumérico de 12 caracteres propio de ELLIPSE; 4 de ellos son letras que representan el grupo de componente y los otros 8, son dígitos consecutivos de acuerdo al orden como se van creando los componentes. Por Ejemplo: IMIO00002800, es un Módulo I/O correspondiente a una FMB01, de 8 entradas análogas del DCS Foxboro de la Serie I/A 100 (Ver figura 38)

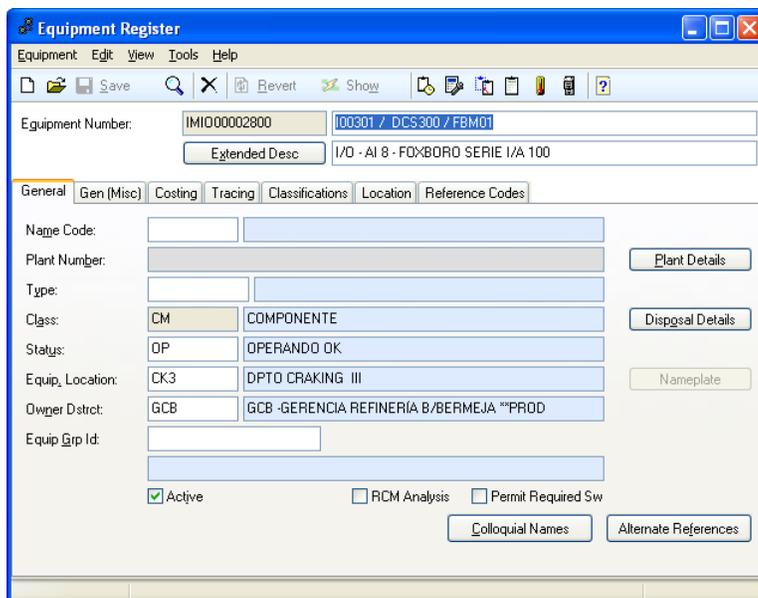


Figura 38. IMIO00002800 Equipment Number

5.2.4. Resultado de la Caracterización del DCS Foxboro en Ellipse

El proceso de caracterización consiste en:

1. Crear cada uno de los equipos (DCS300).
2. Asignarlos a la unidad correspondiente (se asignó a la Unidad U300) debido a que el DCS para ambas plantas (Modelo IV y Ácido) es el mismo, entonces solo basta con crear un solo equipo.
3. Crear los componentes, teniendo en cuenta el grupo al que pertenecen, asignándole a cada uno su información correspondiente.
4. Fijar los componentes a su respectivo equipo, siendo la posición del espacio de memoria, determinado por el EGI (Equipment Group Identifier – Grupo Identificar de Equipo).

El resultado de todo este proceso se muestran en las figuras siguientes:

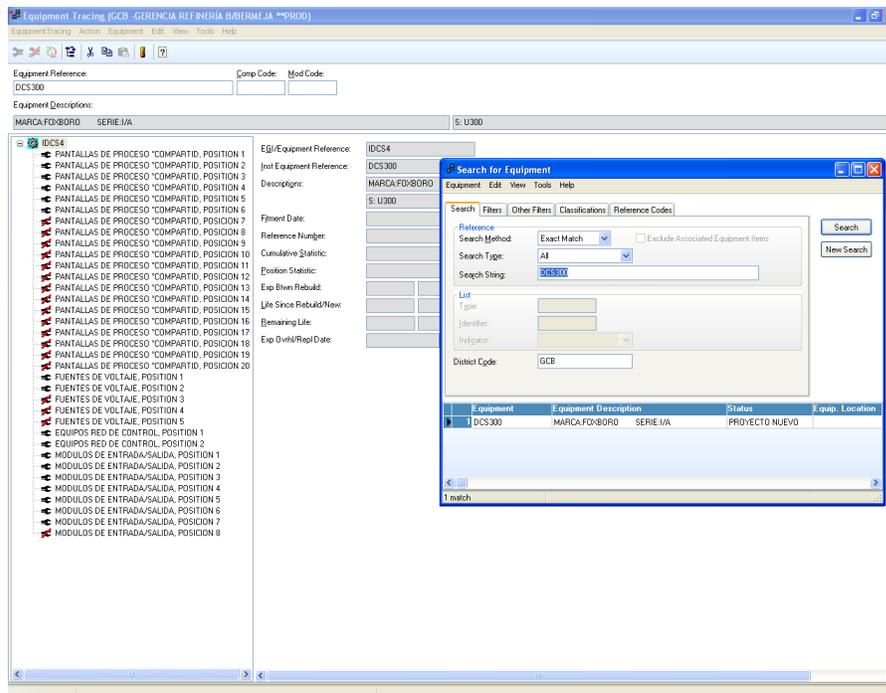


Figura 39. Componentes del DCS300

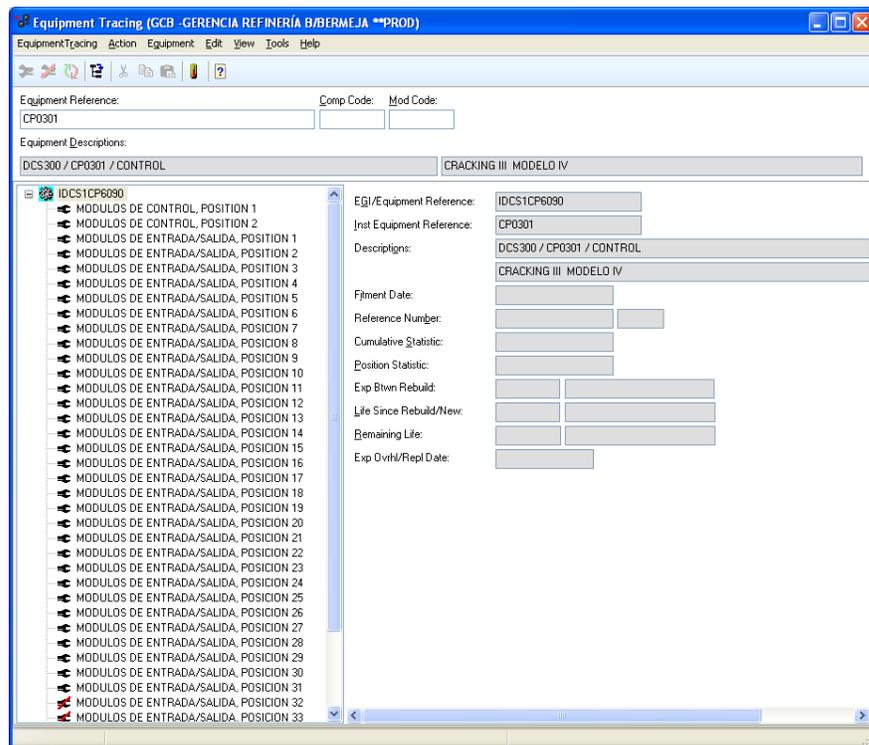


Figura 40. Componentes del CP0301

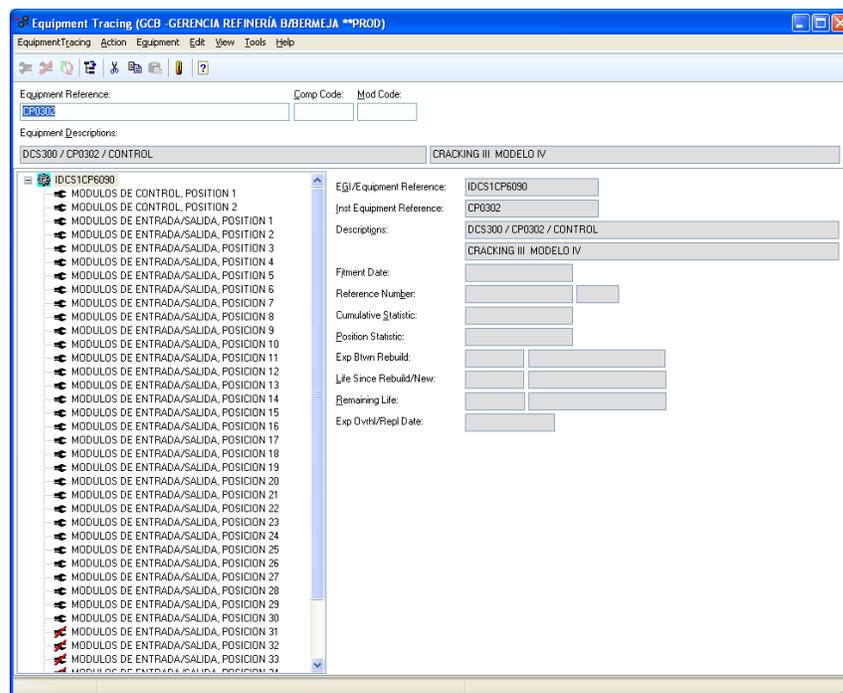


Figura 41. Componentes del CP0302

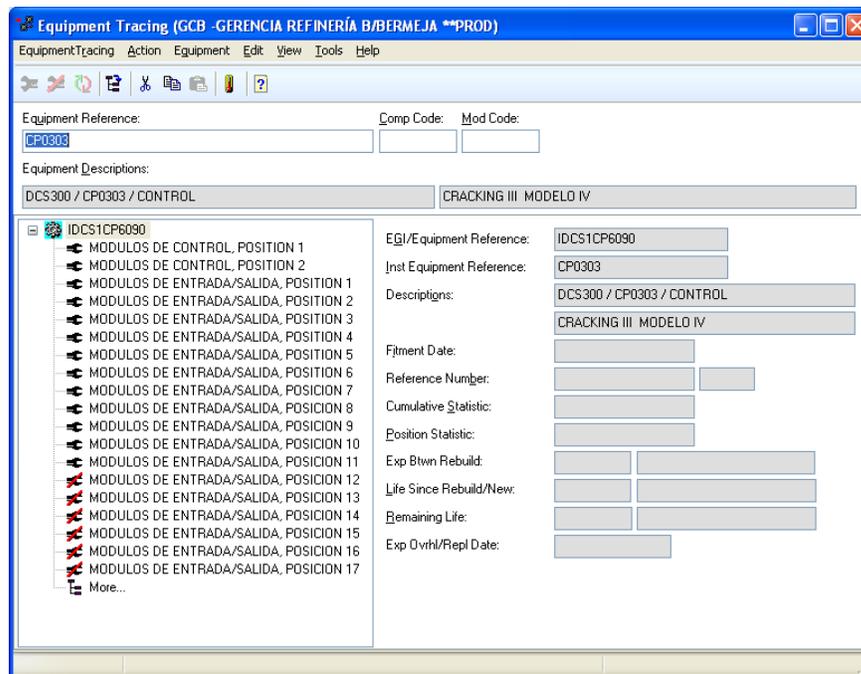


Figura 42. Componentes del CP0303

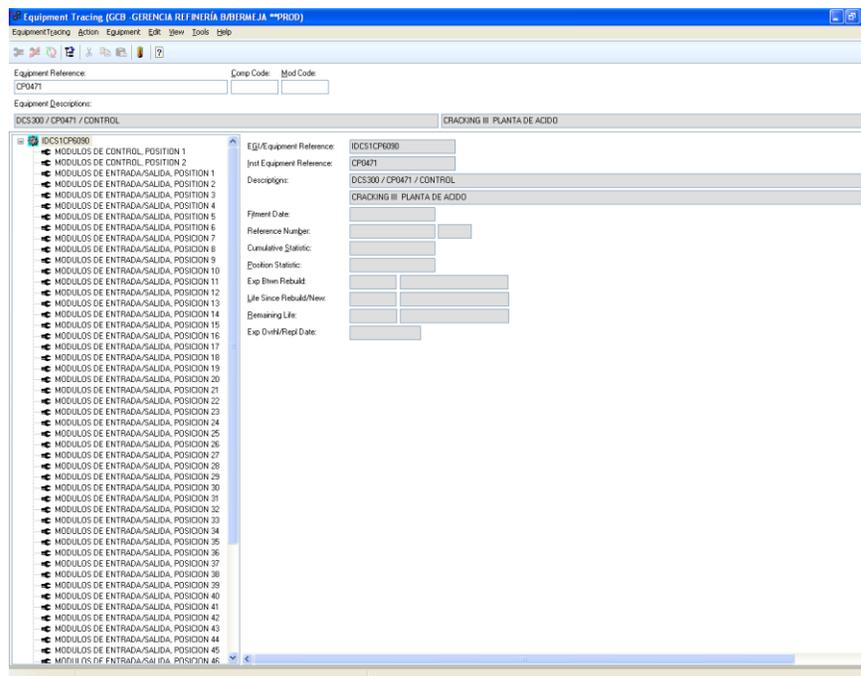


Figura 43. Componentes del CP0471

El EGI creado para la Unidad de Modelo IV y Ácido, es el IDCS1CP6090, el cual corresponde al Identificador de Grupos de Equipos que se le asigna a los nodos

CP0301, CP0302, CP0303 y CP0471, para el DCS300 se creó el EGI IDCS4; todo esto con el fin de crear aquellas posiciones para posteriormente asignarle los componentes del grupo IMCO e IMIO. Estos EGI se pueden ver de la figura 39 a la 43.

5.2.4.1. EGI - IDCS1CP6090

IDCS1: DCS FOXBORO SERIE I/A

CP60: Procesador 60.

90: Crea noventa posiciones para grupo IMIO.

Al resto de grupos de componentes IFVO, IRDC e IPPR, se les creó un perfil en el equipo DCS300, con el fin de asignar sus respectivas posiciones. Esto fue necesario debido a que había una cantidad diferente de componentes para cada caso, por ejemplo, para el grupo de componentes de red (IRDC) en Modelo IV, existen Switches, RCNI, NCNI, FBI, etc.

5.2.4.2. EGI creado para DCS300 - IDCS4

Este EGI creado especialmente para DCS Foxboro Serie I/A, contiene veinte posiciones para pantallas de proceso (IPPR), cinco posiciones para fuentes de voltaje (IFVO), dos posiciones para equipos de red (IRDC) y ocho posiciones para los módulos de entrada y salida (IMIO). Este EGI fue elaborado con estas características, pensando en el mayor número de componentes por grupo, con el fin de que abarque todos los DCS Foxboro de las plantas sin ningún problema.

5.2.5. Listado de partes y repuestos - APL

Al finalizar el proceso de caracterización, se procede a determinar el listado de partes y repuestos APL de cada componente, asignándolos a un agrupador EGI creado con anterioridad. Para el caso del DCS Foxboro, se creó el EGI llamado IDCS4, propio del DCS Foxboro al cual se le asignó el APL llamado SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO FOXBORO. Este APL contiene 112 ítems, en donde se encuentra cada uno de los módulos I/O (FBM), procesadores (CP), cables de conexión, comunicaciones, rack, fuentes y demás accesorios que conforman el Sistema de Control Distribuido Foxboro. En el "Anexo E" se encuentra información detallada de los mismos.

APL'S DCS - Microsoft Excel											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Equipo:		Descripción:								
2	ó EGI:	IDCS4									
3	Código Componente:	IDCS	Cód. Stock:				Estado APL:				
4	Código Modificador:	--	Mnemónico:				Permiso Mantenimiento APL:				
5	Secuencia:	---S	N° de Parte:				Permiso Revisión APL:				
6	Dueño del APL:		N° de Documento:								
7	Ventana Actual:	MSM132A	Status:								
8	N° de Item	Tipo de Item	Cod. de Stock	Mnemónico	N° de Parte	Cobertura	Descripción	Revises de Periodicidad	Cantidad Inicial	Cantidad Requerida	Unidad de Despacho
9	1	S	174599	FOXBORO	P0400DL		Y-ADAPTER ;				EA
10	2	S	174615	FOXBORO	P0400VT		PROCESSOR-VERIFIER, COMPUTER ,APPLICATION				EA
11	3	S	174623	FOXBORO	P0400DA		PRINTED CIRCUIT BOARD ,FBM-01, PCB INPUT				EA
12	4	S	174706	FOXBORO	P0500ZG		TRACKBALL, DATA ENTRY ,(MOUSE) 3 BUTTONS				EA
13	5	S	174730	FOXBORO	P0800NM		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,GC10,				EA
14	6	S	174748	FOXBORO	P0400HH		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 1				EA
15	7	S	174987	FOXBORO	P0400VP		PROCESSOR, COMMUNICATION ,COMMUNICATION P				EA
16	8	S	175034	FUSION	00017515B		CONTROL-MONITOR ,CONTROL PROCESSOR , TYP				EA
17	9	S	175067	FOXBORO	P0902LN		CABLE, NODEBUS ,NODEBUS CABLE TYPE "B",				EA
18	10	S	175208	FOXBORO	P0400QJ		DISK PROGRAM, AUTOMATIC DATA PROCESSING				EA
19	11	S	175216	FOXBORO	CM 902WL		MODULE, INDUSTRIAL POWER ,IPM-2 , RANGE				EA
20	12	S	175331	FOXBORO	CM 902WQ		MODULE, INDUSTRIAL POWER ,IPM-5, RANGE 1				EA
21	13	S	770156	FOXBORO	P0400QA		ANNUNCIATOR ,ANNUNCIATOR ALARM				EA
22	14	S	770164	FOXBORO	P0911KF		CABLE, POWER BUS ,BUS PRIMARY, TYPE VAC				EA
23	15	S	770172	FOXBORO	P0902CA		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 26				EA
24	16	S	770180	FOXBORO	P0500RU		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM03,				EA
25	17	S	770198	FOXBORO	P0500SR		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 7/				EA
26	18	S	770206	FOXBORO	DM500SC		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 03				EA
27	19	S	770214	FOXBORO	P0500RG		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 02				EA
28	20	S	770222	FOXBORO	P0700HE		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 0				EA
29	21	S	770230	FOXBORO	P0500RY		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 0				EA
30	22	S	770248	FOXBORO	P0800DA		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,CP F1E				EA
31	23	S	770255	FOXBORO	DM900WT		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FBM 10				EA
32	24	S	770263	FOXBORO	P0800CF		CABLE, KEYBOARD ,WP I/O, KEYBOARD CABLE,				EA
33	25	S	770289	FOXBORO	P0800MY		CABLE, KEYBOARD ,GC10 CABLE, MODULAR KEY				EA
34	26	S	770297	FOXBORO	P0902JM-A		CABLE, NODEBUS ,CMS-WBR, CABLE ASSY, TYP				EA
35	27	S	770271	FOXBORO	P0800DC		CABLE ASSEMBLY, POWER, ELECTRICAL ,FIELDB				EA
36	28	S	770305	FOXBORO	P0960AW		CONTROLLER ,CONTROL PROCESSOR, SERIE 30				EA
37	29	S	770321	FOXBORO	P0901VK		DISK PROGRAM, AUTOMATIC DATA PROCESSING				EA
38	30	S	770339	FOXBORO	P0911HT		DISK DRIVE UNIT ,5.25 IN FLOPPY DISC DRI				EA
39	31	S	770347	FOXBORO	P0904BV		DISPLAY UNIT ,WORKSTATION DISPLAY WTS. W				EA
40	32	S	770388	FOXBORO	P0400YE		BOARD, PRINTED CIRCUIT, ASSEMBLY ,FBM-04				EA
41	33	S	770354	FOXBORO	P0400YJ		BOARD, PRINTED CIRCUIT, ASSEMBLY ,FBM-08				EA
42	34	S	770396	FOXBORO	P0400YG		BOARD, PRINTED CIRCUIT, ASSEMBLY ,FBM-10				EA
43	35	S	770412	FOXBORO	DE400YJ		PRINTED CIRCUIT BOARD ,FBM-08, PCB INPUT				EA
44	36	S	770420	FOXBORO	DM400YL		BOARD, PRINTED CIRCUIT, ASSEMBLY ,FBM-10				EA
45	37	S	770438	FOXBORO	P0400ZG		EXPANDER CARD, COMPUTER ,NODEBUS INTERFA				EA
46	38	S	770446	FOXBORO	DM400YR		EXPANDER CARD, COMPUTER ,FBM-15, PCB INP				EA
47	39	S	770453	FOXBORO	P0903ZE		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ,FIELDBU				EA
48	40	S	770493	FOXBORO	P0500ZF		MOUSE, DATA ENTRY ,2 BUTTON, MOUSE (TRAC				EA
49	41	S	770503	FOXBORO	P0600TA		MODULE, ALARM ;				EA
50	42	S	770511	FOXBORO	IP011YK		PRINTER, AUTOMATIC DATA PROCESSING ,PRINT				EA

Figura 44. Listado de Partes y Repuestos

La ventaja principal de los agrupadores EGI, es que permiten mediante la creación de un solo APL en él, ser unido a varios equipos sin la necesidad de crear listados de repuestos para cada uno de ellos.

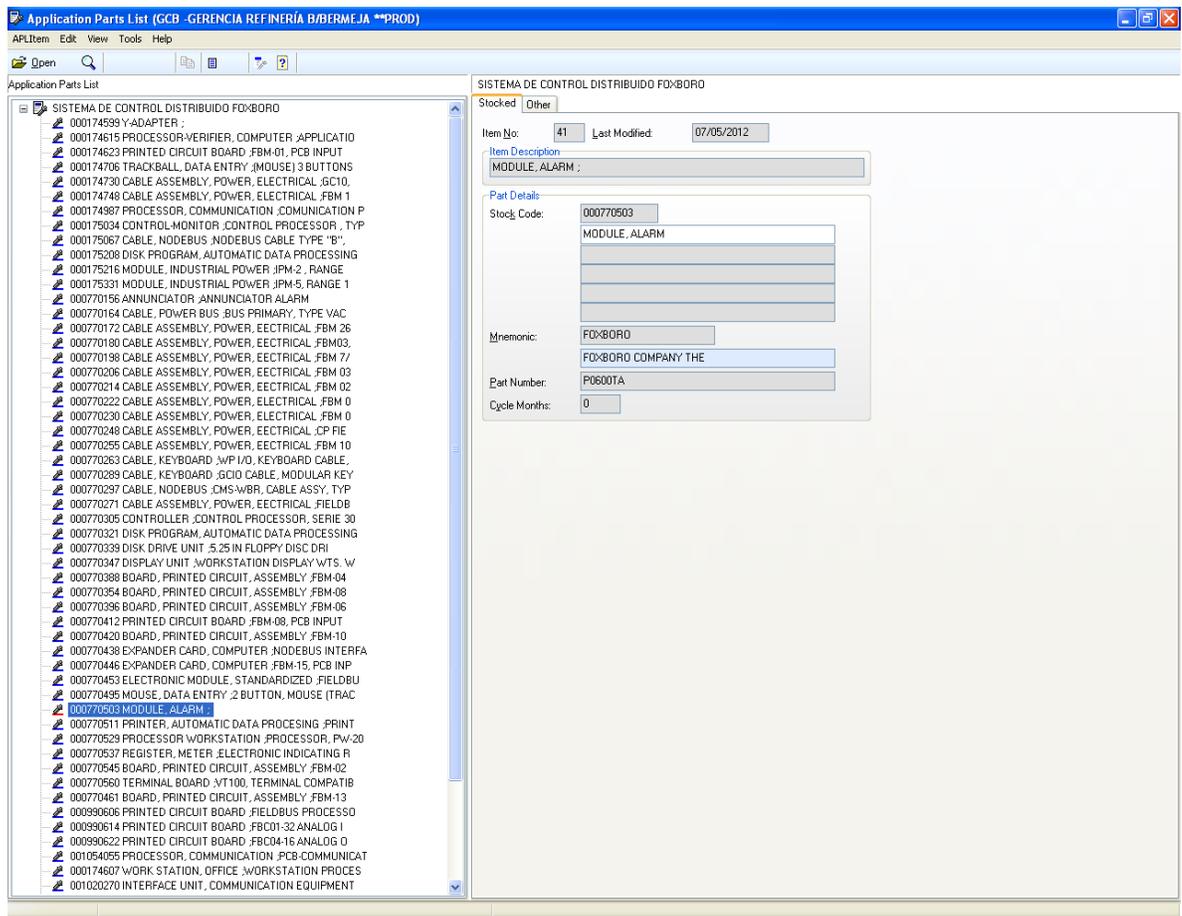


Figura 45. APL del EGI "IDCS4"

5.3. Caracterización del Sistema de Parada de Emergencia ESD Honeywell FSC de la Unidad de Ácido Sulfúrico U470

5.3.1. Información y Validación

La caracterización del sistema de parada de emergencia, lleva los mismos pasos, realizados para la caracterización del DCS.; por tanto, se procede a la identificación de los equipos y componentes del sistema de parada de emergencia Honeywell versión FSC (Fail Safe Control) de la Unidad de Ácido Sulfúrico.



Figura 46. FSC Honeywell

Este sistema posee dos Central Part Module por gabinete, el cual funcionan en modo redundante, cada uno con su procesador, sistema de diagnóstico, módulos de comunicaciones y fuentes de alimentación.

Para la Unidad de Ácido Sulfúrico (U470), se tienen dos sistemas FSC funcionando como uno solo; uno de ellos está ubicado en el cuarto de control de modelo IV y el otro está en el cuarto satélite de la unidad de ácido sulfúrico. Los dos gabinetes del FSC se comunican y su función es llevar a la planta a un estado seguro cuando se presentan fallas en la misma.

- Gabinete FSCAcido1 – Ubicado en el Cuarto Satélite Unidad de Ácido

Para el caso del gabinete que está ubicado en el cuarto de satélite de la Unidad de Ácido, la cantidad total de componentes por grupo que hacen parte del sistema de parada de emergencia FSC es:

- IFVO : 2 fuentes de voltaje
- IMCO : 2 Módulos de Procesamiento CPU QPM (4 veces redundante)
- IRDC : 6 Unidades. (Módulo de Comunicaciones)
- IPPR : 1 Unidad. (Pantalla compartida con PI-PHD)
- IMIO : 48 Unidades.

- Gabinete FSCAcido2 – Ubicado en el Cuarto de Control de Modelo IV

Para el caso del gabinete que está ubicado en el cuarto de control, la cantidad total de componentes por grupo que hacen parte del sistema de parada de emergencia FSC es:

- IFVO : 2 fuentes de voltaje
- IMCO : 2 Módulos de Procesamiento CPU QPM (4 veces redundante)
- IRDC : 6 Unidades. (Módulo de)
- IPPR : 1 Unidad. (Pantalla compartida con PI-PHD)
- IMIO : 11 Unidades.

La figura 47; muestra la información de los procesadores, los módulos I/O, las fuentes de voltaje, los módulos de comunicaciones y las pantallas de proceso clasificadas en la macro Ellipse, que se ha diseñado con dos compañeros estudiantes en práctica de la Coordinación de Control y Electrónica, para facilitar el proceso de caracterización.

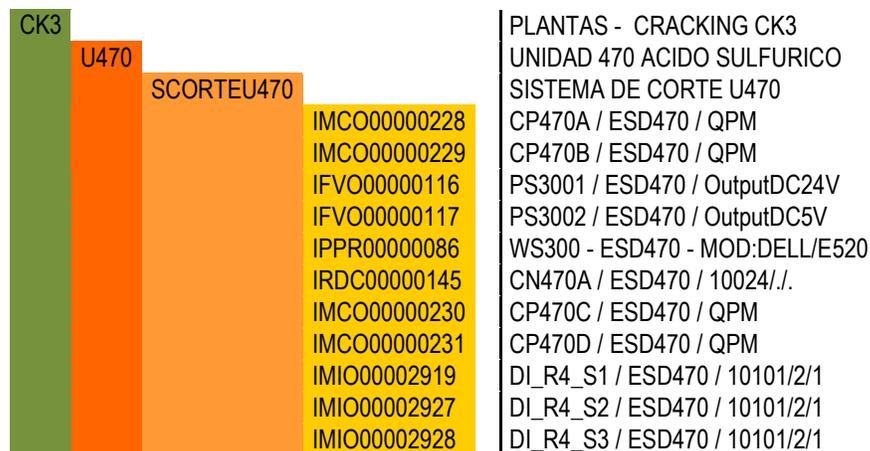
La información de los componentes caracterizados del equipo FSC Honeywell, se encuentra en el anexo B.

Crear Componentes y Nodos en Ellipse (MSO600)																	
N° Equipo	Clase	Etiquetas	Sistema	Modelo	Comentario	Código Control	Costo	IVA	Estado del Equipo	Activar Sub	Código Componente	Memorístico	Número Parte	N° Stock, IN/MS	Trasable	Incluido en Turno	
IMCO00000228	CM	CP470A	ESD300	QPM	FSC - FIRMV/CC2902 - HONEYWELL - U300	MRF0278	E	NA	OP	Y	IMCO	HONEYWELL	10020V920	408983	Y	TAG CP470	HEADING FABRICANTE:H SERIE:FSC (FAL MODELO:QPM No PARTE: 1002 UBICACION:CU GABINETE:1 RACK:2 RACK:2 SLOT:6
IMCO00000229	CM	CP470B	ESD300	QPM	FSC - FIRMV/CC2902 - HONEYWELL - U300	MRF0278	E	NA	OP	Y	IMCO	HONEYWELL	10020V920	408983	Y	TAG CP470	HEADING FABRICANTE:H SERIE:FSC (FAL MODELO:QPM No PARTE: 1002 UBICACION:CU GABINETE:1 RACK:2 RACK:2 SLOT:6
IMCO00000230	CM	CP470C	ESD300	QPM	FSC - FIRMV/CC2902 - HONEYWELL - U300	MRF0278	E	NA	OP	Y	IMCO	HONEYWELL	10020V920	408983	Y	TAG CP470	HEADING FABRICANTE:H SERIE:FSC (FAL MODELO:QPM No PARTE: 1002 UBICACION:CU GABINETE:1 RACK:2 RACK:2 SLOT:6
IMCO00000231	CM	CP470D	ESD300	QPM	FSC - FIRMV/CC2902 - HONEYWELL - U300	MRF0278	E	NA	OP	Y	IMCO	HONEYWELL	10020V920	408983	Y	TAG CP470	HEADING FABRICANTE:H SERIE:FSC (FAL MODELO:QPM No PARTE: 1002 UBICACION:CU GABINETE:1 RACK:2 RACK:2 SLOT:6
IRDC00000145	CM	CN470A	ESD300	10024/.	ENHANCED COMMUNICATION MODULE (ECM)	MRF0278	E	NA	OP	Y	IRDC	HONEYWELL	10024MFG	445936	Y	TAG CN470	HEADING FABRICANTE:H SERIE:FSC (FAL TIPO 10024MFG..... 10024MFG..... Nota:Hay 100 cas una de cada tipo
IFVO00000116	CM	PS3001	ESD300	OutputDC24V	FSC HONEYWELL MOD: 1200 S 24 P067	MRF0278	E	NA	OP	Y	IFVO	HONEYWELL	1200 S 24 P067	428581	Y	TAG PS300	HEADING FUENTES PFCUA INPUT AC VOLT OUTPUT DC VOL MODELO:LOCA MARCA:HONEY TIPO 1200 S 24 P067... NOTA:Hay 100 cas Cuento 5 unidades de

Figura 47. Información recolectada en campo del FSC de la Unidad de Ácido

5.3.2. Jerarquización

Este proceso de clasificación permite establecer un árbol de jerarquía que determina la manera de ingresar y organizar los componentes en la herramienta Ellipse. La jerarquización del Sistema de Parada de Emergencia implementada en la Planta de Ácido, es la establecida en la Figura 48.



IMIO00002929	DI_R4_S17 / ESD470 / 10101/2/1
IMIO00002930	DO_R4_S7 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002931	DO_R4_S8 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002932	DO_R4_S9 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002933	DO_R4_S10 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002934	DO_R4_S11 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002935	DO_R4_S12 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002936	DO_R4_S13 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002937	DI_R4_S1 / ESD470 / 10101/2/1
IMIO00002938	DI_R4_S2 / ESD470 / 10101/2/1
IMIO00002939	DI_R4_S3 / ESD470 / 10101/2/1
IMIO00002940	DI_R4_S4 / ESD470 / 10101/2/1
IMIO00002941	DI_R4_S5 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002942	DI_R4_S6 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002943	DI_R4_S7 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002944	DI_R4_S8 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002945	DI_R4_S9 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002946	DI_R4_S10 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002947	DI_R4_S11 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002948	DI_R4_S12 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002949	DI_R4_S13 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002950	DI_R4_S14 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002951	DI_R4_S15 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002952	DI_R4_S16 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002953	DI_R4_S17 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002954	DI_R5_S1 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002955	DI_R5_S2 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002956	DI_R5_S3 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002957	DI_R5_S4 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002958	DI_R5_S5 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002959	DI_R5_S6 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002960	DI_R5_S7 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002961	DI_R5_S8 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002962	DI_R5_S9 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002963	AI_R5_S13 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002964	AI_R5_S14 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002965	AI_R5_S15 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002966	AI_R5_S16 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002967	AI_R5_S17 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002968	AI_R6_S13 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002969	AI_R6_S14 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002970	AI_R6_S15 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002971	AI_R6_S16 / ESD470 / 10102/2/1
IMIO00002972	DO_R6_S1 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002973	DO_R6_S2 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002974	DO_R6_S3 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002975	DO_R6_S4 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002976	DO_R6_S5 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002977	DO_R6_S6 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002978	DO_R6_S7 / ESD470 / 10215/2/1
IMIO00002979	DO_R6_S8 / ESD470 / 10215/2/1

		IMIO00002980	DO_R6_S9 / ESD470 / 10215/2/1
		IMIO00002981	DO_R6_S10 / ESD470 / 10215/2/1
		IMIO00002982	DO_R6_S11 / ESD470 / 10215/2/1
		IMIO00002983	DO_R6_S12 / ESD470 / 10215/2/1
		IMIO00002984	DO_R6_S17 / ESD470 / 10215/2/1

Figura 48. Jerarquía FSC Honeywell Planta de Ácido

Como se observa en la figura 48, todos los grupos de componentes se organizaron en el mismo nivel de jerarquía, ya que no existe gran cantidad de equipos como para separarlos por nodos, como si ocurría con el DCS.

5.3.3. 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.

Igual que el caso del DCS, es necesario alguna información adicional, tal como:

➤ Localización

- Unidad productiva : U470 (Unidad de Ácido Sulfúrico)
- SCORTEU470
- Localización Equipo : CK3 (Departamento de Cracking III)
- Distrito Dueño : GRB (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 : 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 : CC (CRACKING CATALÍTICO)
- Planta / Área : 4B (U470 ÁCIDO SULFÚRICO)
- Cargo Contable : MRF0278 (Planta de Ácido)

5.3.4. Resultado de la Caracterización del FSC Honeywell en Elipse

The screenshot shows the 'Equipment Register' application window. The title bar reads 'Equipment Register'. The menu bar includes 'Equipment', 'Edit', 'View', 'Tools', and 'Help'. The toolbar contains icons for 'Save', 'Revert', 'Show', and other functions. The main area is divided into tabs: 'General', 'Gen (Misc)', 'Costing', 'Tracing', 'Classifications', 'Location', and 'Reference Codes'. The 'General' tab is selected, showing the following data:

Equipment Number:	SCORTEU470	SISTEMA DE CORTE U470
Extended Desc:		
Name Code:		
Plant Number:		
Type:	EELE	EQUIPO ELECTRICO
Class:	ML	MISCELANEO ELECTRICO
Status:	OP	OPERANDO OK
Equip. Location:	CK3	DPTO CRAKING III
Owner Dstrct:	GCB	GCB -GERENCIA REFINERIA B/BERMEJA **PROD
Equip. Grp Id:	FSC	HONEYWELL
	FAIL SAFE CONTROL HONEYWELL (FSC)	
	<input checked="" type="checkbox"/> Active	<input type="checkbox"/> RCM Analysis <input type="checkbox"/> Permit Required Sw

Buttons on the right side include 'Plant Details', 'Disposal Details', 'Nameplate', 'Colloquial Names', and 'Alternate References'.

Figura 49. Equipo SCORTEU470

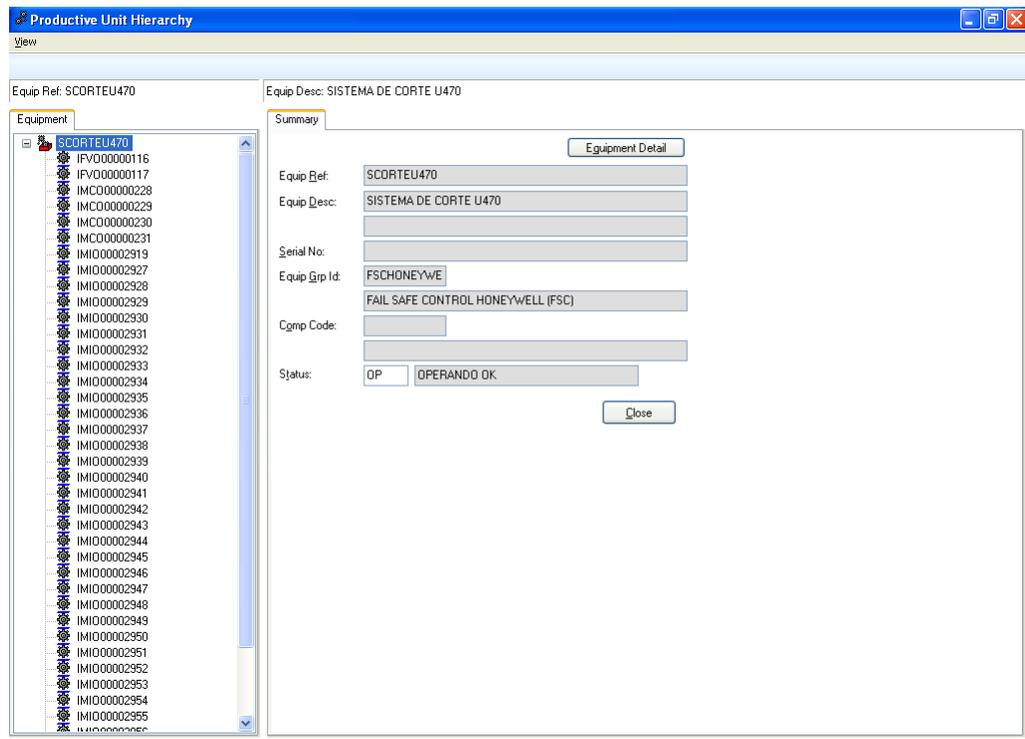


Figura 50. Componentes del SCORTEU470

Para la creación del EGI, que se va a asociar al equipo SCORTEU470, se tomó uno ya creado con anterioridad para éstos sistemas, denominado FSCHONEYWELL, el cual corresponde al Identificador de grupos de equipos que permite crear las posiciones para asignar todos los grupos de componentes.

5.3.5. Listado de Partes y Repuestos - APL

Al final del proceso de caracterización, se procede a determinar el listado de partes y repuestos APLs, de cada tipo de componente asignado a un agrupador EGI. El ESD Honeywell FSC, está asociado al APL CONFIGURATION FAIL SAFE CONTROL. En la figura 42, se muestra el listado de partes y repuestos del FSC Honeywell. Esta información se encuentra en el Anexo F.

APL'S FSC - Microsoft Excel													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	Equipo:			Descripción:									
2	o EGI:	FSC	HONEYWELL										
3	Componente:	IPLC		Cód. Stock:									
4	Código:	--		Mnemónico:									
5	Secuencia:	---S		N° de Parte:									
6	Dueño del APL:			N° de Documento:									
7	Ventana Actual:	MSM132A		Status:									
8	N° de Item	Tipo de Item	Cod. de Stock	Mnemónico	N° de Parte	Colegiat	Descripción	Meses de Periodicidad	Cantidad Instalada	Cantidad Requerida	Unidad de Despacho	Costo Estimado	Tipo de Costo
9	1	S	1055730	HONEYWEL	10101/2/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FAIL SA				EA		
10	2	S	1055748	HONEYWEL	10102/2/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FAIL SA				EA		
11	3	S	1055755	HONEYWEL	10201/2/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;DIGITAL				EA		
12	4	S	1055763	HONEYWEL	10001/R/1		DRIVER ;VERTICAL BUS DRIVER (VBD)				EA		
13	5	S	1055771	HONEYWEL	10002/1/2		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;MODULE				EA		
14	6	S	1055789	HONEYWEL	10004/H/F		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;COMMUNI				EA		
15	7	S	1055797	HONEYWEL	10005/1/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;WATCHDO				EA		
16	8	S	1055805	HONEYWEL	10006/2/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;DIAGNOS				EA		
17	9	S	1055813	HONEYWEL	10008/2/U		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FSC SAF				EA		
18	10	S	1055821	HONEYWEL	10300/1/1		CONVERTER ;CONVERTER RANGE: 24 TO 5 VDC				EA		
19	11	S	1055839	HONEYWEL	10100/2/1		DRIVER ;HORIZONTAL DRIVE CONDUCTOR F/RAC				EA		
20	12	S	1055847	HONEYWEL	10302/2/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;WATCHDO				EA		
21	13	S	1055854	HONEYWEL	10313/1/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;5 VDC+				EA		
22	14	S	4215877	HONEYWEL	10024/H/F		MODULE ;COMMUNICATION MODULE TYPE RS422				EA		
23	15	S	3680352	HONEYWEL	10303/1/1-03501		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;POWER S				EA		
24	16	S	4307732	HONEYWEL	10018/E/1		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FSC CEN				EA		
25	17	S	4307773	HONEYWEL	FS-TSD1-16UNI		TERMINAL BOARD ;FSC TERMINATIONS				EA		
26	18	S	3900578	HONEYWEL	10213/2/1		PRINTED CIRCUIT BOARD ;FSC CARD, DO-FS,				EA		
27	19	S	3900594	HONEYWEL	27/1129422		PRINTED CIRCUIT BOARD ;FSC CARD, FTA-T-0				EA		
28	20	S	4215885	HONEYWEL	10105/2/1		MODULE ;FAIL SAFE HIGH DENSITY ANALOG I				EA		
29	21	S	4307716	HONEYWEL	FS-GIMTLAI-1620M		BOARD, DIGITAL INPUT ;ANALOG INPUT FSC				EA		
30	22	S	4215893	HONEYWEL	10311/2/1		MODULE ;DUAL KEY SWITCH MODULE				EA		
31	24	S	3680303	HONEYWEL	10215/2/1-12302-DO		ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FAIL-SA				EA		
32	25	S	4451936	HONEYWEL	10024/F/G		INTERFACE UNIT, COMMUNICATION EQUIPMENT				EA		
33	26	S	4494217	HONEYWEL	10024/I/I		MODULE ;MODULO DE COMUNICACION ISOLATE				EA		

Figura 51. Listado de Partes y Repuestos FSC Honeywell

The screenshot displays the 'Application Parts List' software interface. The main window shows a list of parts under the heading 'APL CONFIGURACION FAIL SAFE CONTROL HONEYWELL (FSC)'. The selected part is '001055730 ELECTRONIC MODULE, STANDARDIZED ;FAIL SA'. The right-hand pane provides detailed information for this part, including its Stock Code (001055730), Mnemonic (HONEYWEL), and Part Number (10101/2/1). The interface also shows a search bar and various menu options like 'Open', 'Edit', 'View', 'Tools', and 'Help'.

Figura 52. APL asociado al EGI "FSC HONEYWELL"

5.4. Caracterización del ESD HIMA Modelo IV

5.4.1. Información y Validación

Identificar los equipos y componentes del Sistema de Parada de Emergencia ESD Marca HIMA, serie H51 de la Unidad de Cracking Modelo IV. De acuerdo al estándar interno.

Para la caracterización de este sistema, se extrajo toda la información directamente de la estación destinada para el HIMA en acompañamiento con el ingeniero Andrés Eliseo Mejía Vásquez. Una vez obtenida esta información, el siguiente paso consistió en ir hasta el gabinete del HIMA ubicado en el cuarto de Control de Modelo IV, en donde se validó dicha información. En las siguientes figuras, se observan todas las tarjetas que conforman el ESD HIMA de Modelo IV ubicado en el gabinete E676144.



Figura 53. Central Rack del HIMA H51 de Modelo IV



Figura 54. Módulos I/O HIMA H51

En el ESD HIMA H51, de la unidad de Modelo IV, la cantidad instalada de componentes, es:

- IFVO : 2 Tipos (2 Fuentes 24Vdc y 10 Fuentes 5Vdc).
- IMCO : 2 CPU unidades procesadoras.
- IRDC : 2 Unidades.
- IPPR : 1 Unidad.
- IMIO : 28 Und.

La figura 55; muestra los procesadores, módulos I/O, fuentes de voltaje, módulos de comunicaciones y pantallas de proceso ingresadas a la macro ellipse, para su respectiva caracterización.

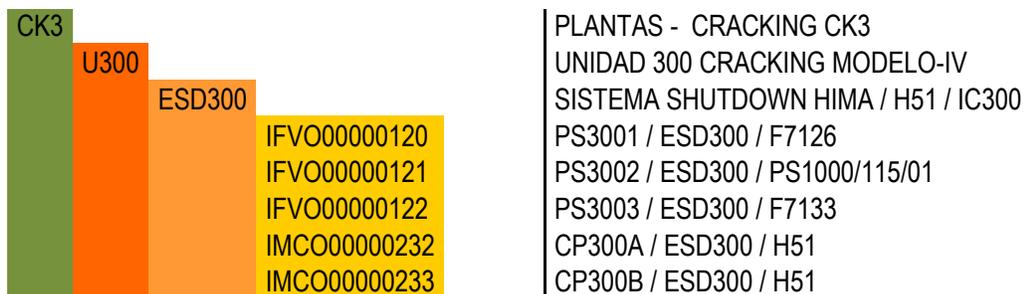
N° Equipo	Clase	Etiqueta	Sistema	Modelo	Comentario	Centro Costos	Costo	IVA	Estado del Equipo	Activar Señal	Código Componente	Mnemónico	Número Parte	N° Stock (MIMS)	Traceable
IPPR00000087	CM	ESI3001	ESD300	DELL	ESD HIMA MODELO IV	MRF0207	E	NA	OP	Y	IPPR	HIMA	893010006	3802485	Y
IMCO00000232	CM	CP300A	ESD300	H51	CENTRAL MODULE H51 - HIMA - FSCU300	MRF0207	E	NA	OP	Y	IMCO	HIMA	8620/11-H51	775700	Y
IMCO00000233	CM	CP300B	ESD300	H51	CENTRAL MODULE H51 - HIMA - FSCU300	MRF0207	E	NA	OP	Y	IMCO	HIMA	8620/11-H51	775700	Y
IFVO00000120	CM	PS3001	ESD300	F7126	FUENTE TRIPLEMENTE REDUNDANTE - 5VOV	MRF0207	E	NA	OP	Y	IFVO	HIMA	F-7126	775734	Y

Figura 55. Documentación recolectada en campo HIMA Modelo IV

Todos los datos visualizados en la figura 55, se encuentran en el Anexo C.

5.4.2. Jerarquización

Este proceso de clasificación permite finalmente establecer el árbol de jerarquía que determina la manera de ingresar y organizar los componentes en la herramienta Ellipse. La jerarquización implementada para el sistema ESD HIMA de Modelo IV, es mostrada en la Figura 56.



IMIO00002985	DI3001 / ESD300 / Z7116
IMIO00002986	DI3002 / ESD300 / Z7116
IMIO00002987	DI3003 / ESD300 / Z7116
IMIO00002988	DI3004 / ESD300 / Z7116
IMIO00002989	DI3005 / ESD300 / Z7116
IMIO00002990	DI3006 / ESD300 / Z7116
IMIO00002991	DI3007 / ESD300 / Z7116
IMIO00002992	DI3008 / ESD300 / Z7116
IMIO00002993	DO3009 / ESD300 / Z7138
IMIO00002994	DO3010 / ESD300 / Z7138
IMIO00002995	DO3011 / ESD300 / Z7138
IMIO00002996	DO3012 / ESD300 / Z7138
IMIO00002997	DO3013 / ESD300 / Z7138
IMIO00002998	DO3014 / ESD300 / Z7138
IMIO00002999	DO3015 / ESD00 / Z7138
IMIO00003000	DO3016 / ESD300 / Z7138
IMIO00003001	DO3017 / ESD300 / Z7138
IMIO00003002	DO3018 / ESD300 / Z7138
IMIO00003003	AI3019 / ESD300 / Z7127
IMIO00003004	AI3020 / ESD300 / Z7127
IMIO00003005	AI3021 / ESD300 / Z7127
IMIO00003006	AI3022 / ESD300 / Z7127
IMIO00003007	AI3023 / ESD300 / Z7127
IMIO00003008	AI3024 / ESD300 / Z7127
IMIO00003009	AI3025 / ESD300 / Z7127
IMIO00003010	AI3026 / ESD300 / Z7127
IMIO00003011	AI3027 / ESD300 / Z7127
IMIO00003012	AI3028 / ESD300 / Z7127
IPPR00000087	ESI3001 / DCS300 / DELL
IRDC00000146	CN3001 / ESD300 / DCS300

Figura 56. Árbol de jerarquía establecido para la caracterización

Un criterio que se ha tenido 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.

5.4.3. 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,

ingresando todos los datos recolectados en la Macro Elipse diseñada. Igual, que en los casos anteriores, la siguiente información es requerida:

➤ **Localización**

- Unidad productiva : U300 (Modelo IV)
DCS300 (Subsistema)
- Localización Equipo : CK3 (Departamento Cracking III)
- Distrito Dueño : GRB (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 : HIMA (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 : CC (Cracking Catalítico)
- Planta / Área : 3A (U300 Cracking Modelo IV)
- Cargo Contable : MRF0207 (URC Modelo IV)

The screenshot shows the 'Equipment Register' application window. The title bar reads 'Equipment Register'. The menu bar includes 'Equipment', 'Edit', 'View', 'Tools', and 'Help'. The toolbar contains icons for 'Save', 'Search', 'Close', 'Revert', 'Show', and other functions. The main data entry area shows:

- Equipment Number:** IMIO00003012 (circled in red)
- AI3028 / ESD300 / Z7127**
- Extended Desc:** ANALOG INPUT MODULE - 4 CHANNELS

Below this is a tabbed interface with the following tabs: General, Gen (Misc), Costing, Tracing, Classifications, Location, Reference Codes. The 'General' tab is active and displays the following fields:

- Name Code:** [Empty]
- Plant Number:** [Empty]
- Type:** [Empty]
- Class:** CM (selected), COMPONENTE
- Status:** OP, OPERANDO OK
- Equip. Location:** CK3, DPTO CRAKING III
- Dwgr Dstrct:** GCB, GCB -GERENCIA REFINERIA B/BERMEJA **PROD
- Equip. Grp Id:** HIMAH51QAI4
- ANALOG INPUT 4 CH**

At the bottom of the 'General' tab, there are three checkboxes: Active, RCM Analysis, and Permit Required Sw. There are also buttons for 'Plant Details', 'Disposal Details', 'Colloquial Names', and 'Alternate References'. The status bar at the bottom indicates 'Retrieving Nameplate Attributes...'

Figura 57. Equipment Number IMIO00003012

5.4.4. Resultado del Proceso de Caracterización en Ellipse del ESD HIMA de Modelo IV

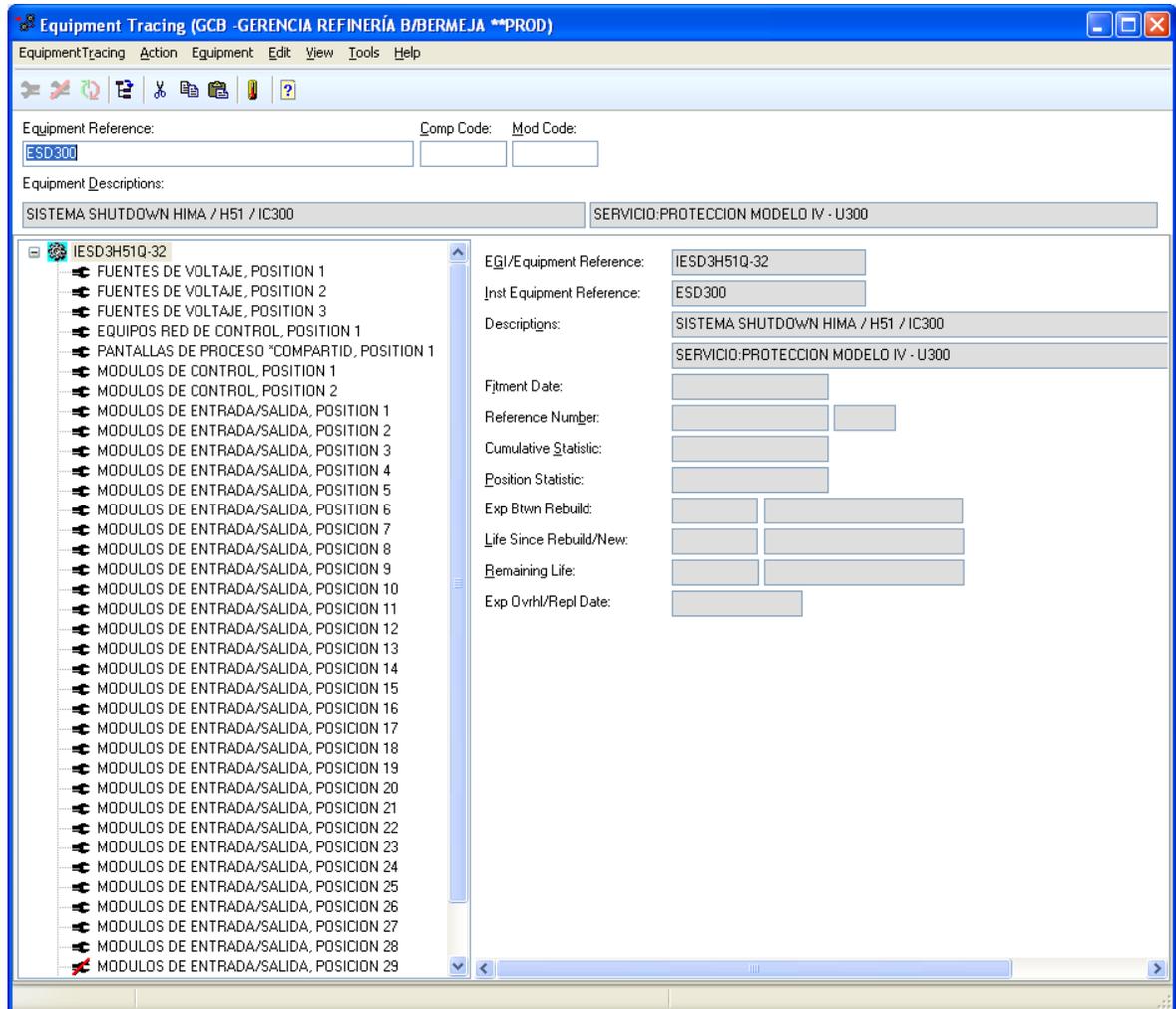


Figura 58. ESD300 en Ellipse (Caracterizado)

El detalle del proceso de caracterización consiste primero en crear cada uno de los equipos y unirlos a sus respectivas unidades; con base en esto se creó el equipo ESD300 que fue asignado a la U300. Posteriormente, se sigue con el procedimiento descrita anteriormente. El EGI, utilizado para este equipo ya era existente en el sistema y recibe el nombre de IESD3H51Q-32. Creación de APL.

5.4.5. 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. En la figura 59, se muestra el APL, para este equipo.

Resultado Búsqueda de APLs					
N° de APL	Descripción 1	Descripción 2	Código Componente	Código Modificador	Secuencia
1	LISTA DE PARTES 5V PS RACK DE IO	HIMA H51Q	IFVO	--	0001
2	LISTA DE PARTES 5V PS RACK H51Q HIMA		IFVO	--	0002
3	LISTA DE PARTES 24V PS HIMA		IFVO	--	0003
4	LISTA DE PARTES PROCESADOR H51Q HIMA		IMCO	--	0001
5	APL DIGITAL INPUT 16CH HIMA		IMIO	--	0001
6	APL DIGITAL OUTPUT 16CH HIMA		IMIO	--	0002
7	APL DIGITAL OUTPUT 8CH HIMA		IMIO	--	0003
8	APL ANALOG INPUT 4 CH HIMA		IMIO	--	0004
9	APL CONEXIÓN DE RACK CENTRAL		IRDC	--	0001
10	APL CONEXIÓN DE SUBRACK DE IO		IRDC	--	0002
11	APL CONVERTOR DE INTERFAZ HIMA		IRDC	--	0003
12	APL BUS TERMINAL EXTENDER		IRDC	--	0004
13	APL MODULO ETHERNET HIMA		IRDC	--	0005

Figura 59. Listado de Partes y Repuestos

Cada APL cuenta con una cantidad de numerales (“*ítems*”), que describen las partes que contienen. En la figura 51 se observa que se creó para cada tipo de componente (IFVO, IMIO, IMCO, IRDC) su respectivo APL. Cabe señalar que cada APL, cuenta con un número de ítems los cuales describen la cantidad de partes que tiene cada uno de ellos. En la figura 60, se muestra el APL denominado “LISTA DE PARTES 5V PS RACK DE IO”, el cual es el primero de la Figura 59.

APL'S HIMA - Microsoft Excel

E20		f								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Equipo:			Descripción:						
2	ó EGI:	IESD3H51Q-32								
3	Componente:	IFVO		Cód. Stock:				Estado APL:		
4	Código	--		Mnemónico:				Permiso Mantenimiento APL:		
5	Secuencia:	0001		N° de Parte:				Permiso Revisión APL:		
6	Dueño del APL:			N° de Documento:						
7	Ventana	MSM132A		Status:						
N° de Item	Tipo de Item	Cod. de Stock	Mnemónico	N° de Parte	Coloquial	Descripción	Meses de Periodicidad	Cantidad Instalada	Cantidad Requerida	Unidad de
1	S	4122750	HIMA	F7133		CHASSIS, ELECTRICAL-ELECTRONIC EQUIPMENT				EA
2	S	3757614	HIMA	98-4755302		PRINTED CIRCUIT BOARD ;PCB- POWER SUPPLY				EA
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

PROCESO TERMINADO....

Figura 60. APL de una de las fuentes de Voltaje

En el Anexo G, se encuentra el detalle del listado de partes.

El resultado de la caracterización de los APL's asignados al EGI "IESD3H51Q-32", se muestra en las figuras 61 y 62.

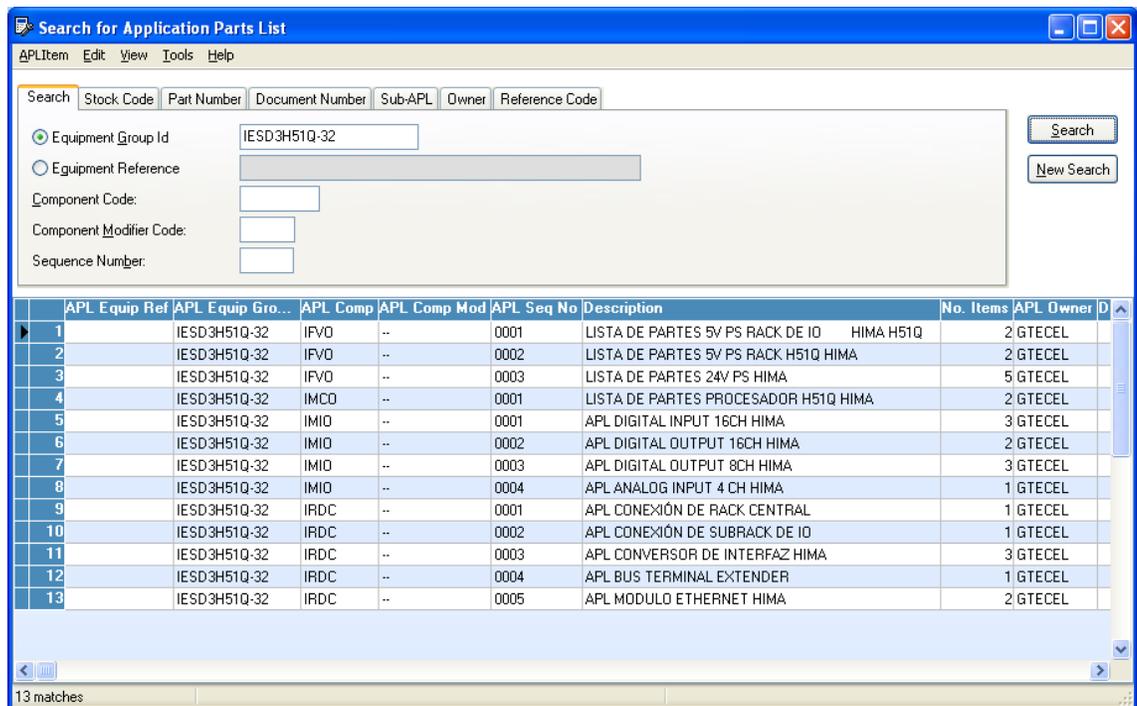


Figura 61. APL's asociados al EGI "IESD3H51Q-32"

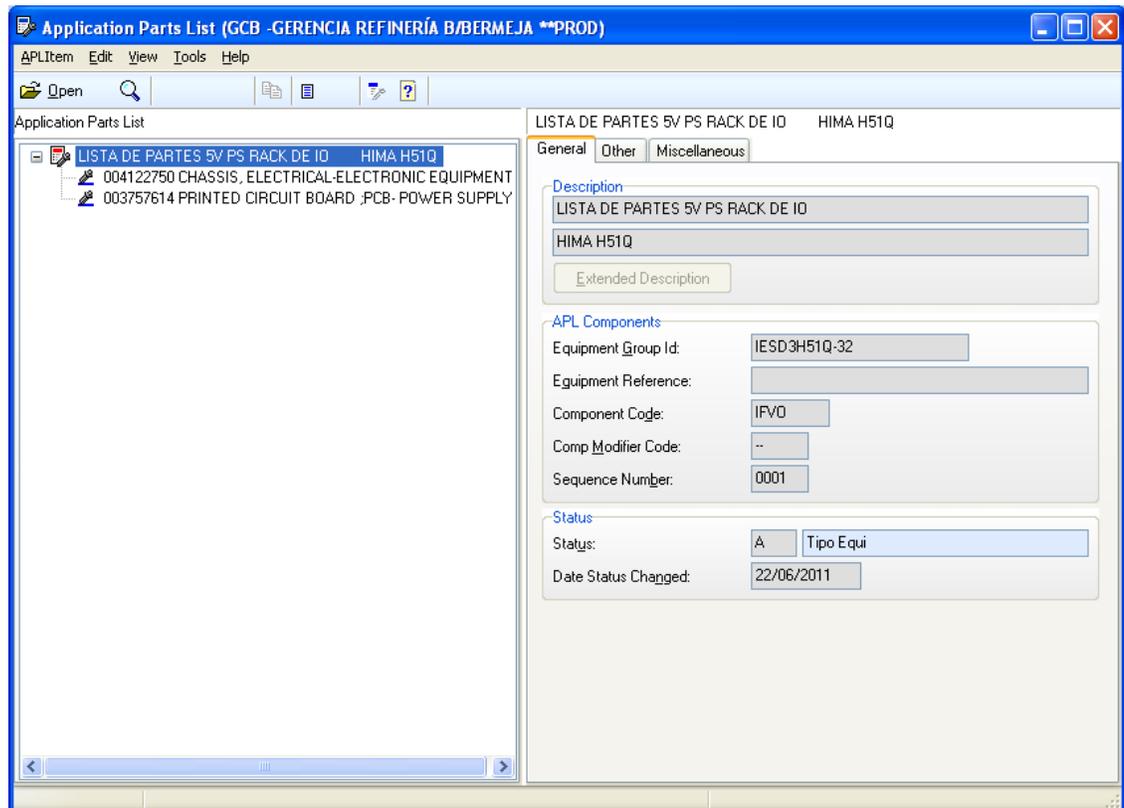


Figura 62. Ítems del APL Número 1 "fuentes de voltaje"

5.5. Caracterización en Ellipse de la Instrumentación

5.5.1. Información y validación

Identificar todos los equipos y componentes críticos, de la instrumentación de la Unidad de Ácido Sulfúrico. De acuerdo al estándar interno, la unidad recibe el nombre de U470.

Para realizar la caracterización de la instrumentación se tuvo en cuenta lo siguiente:

Todo nombre de instrumento ó TAG, comienza con dos letras que lo identifican; la primera de ellas indica el tipo de variable (flujo, nivel, temperatura, presión, analizador) que mide; y la segunda, el tipo de instrumento (transmisor, controlador, válvula, termocupla, platina de orificio). Luego vienen dos números, los cuales identifican la unidad a la cual pertenece, de acuerdo a la estructura y denominación dentro de la refinería; y finalmente, los últimos tres dígitos, son el consecutivo del lazo de control, que va desde 0 hasta 999. En la figura 63, se muestra lo explicado anteriormente.

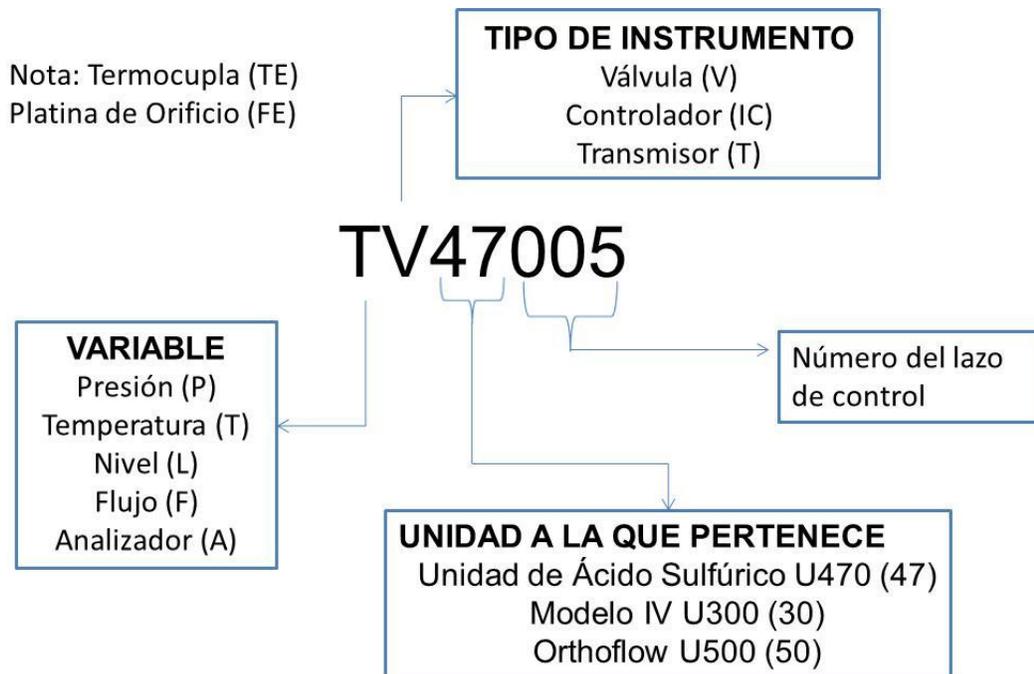


Figura 63. Identificación del Instrumento

5.5.2. Clasificación de los instrumentos.

Los instrumentos y equipos, se clasifican de acuerdo al tipo de variable de proceso a la cual están asociados. Los tipos de instrumentos caracterizados en la planta de ácido sulfúrico son los siguientes:

TV: Válvula que pertenece a un lazo que controla temperatura.

PV: Válvula que pertenece a un lazo que controla presión.

LV: Válvula que pertenece a un lazo que controla nivel.

AV: Válvula que pertenece a un lazo analizador de oxígeno, H₂S y H₂SO₄.

TT: Transmisor de temperatura.

PT: Transmisor de Presión.

LT: Transmisor de Nivel.

AT: Transmisor del proceso de analizadores de oxígeno, H₂S y H₂SO₄.

TIC: controlador de temperatura.

PIC: controlador de presión.

LIC: Controlador de Nivel.

AIC: Controladores analizadores de oxígeno, H₂S y H₂SO₄.

Es de anotar, que esta nomenclatura para identificación de equipos, sigue el estándar de la ISA 5. Con base en todo lo anterior, la información recolectada en campo se muestra en la figura 64 (Anexo D).

N° Equipo	Tipo	Marca	Modelo	Descripción	Ubicación	Tipo de Instrumento	Señal de Entrada	Señal de Salida	Tipo de Señal	Tipo de Alimentación	Tipo de Montaje	Tipo de Material	Tipo de Conexión	Tipo de Protección	Tipo de Aislamiento	Tipo de Color	Tipo de Marca	Tipo de Modelo	Tipo de Descripción	Tipo de Ubicación	
100001	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100002	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100003	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100004	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100005	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100006	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100007	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100008	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100009	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100010	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100011	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100012	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100013	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100014	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					
100015	TV	TRONAR	VALVULA	VALVULO	BOYRACH-SALICIAS	MP1273	E	NA	OP	1	PN	VALVE	J	20000	Y	TAB 74026					

Figura 64. Información recolectada en campo de la instrumentación

5.5.3. Jerarquización

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, en el cual entran los tanques, drums y torres.

En la figura 65, se muestran los grupos de instrumentos que han sido definidos por parte de la Coordinación de Control y Electrónica, para el proceso de caracterización.

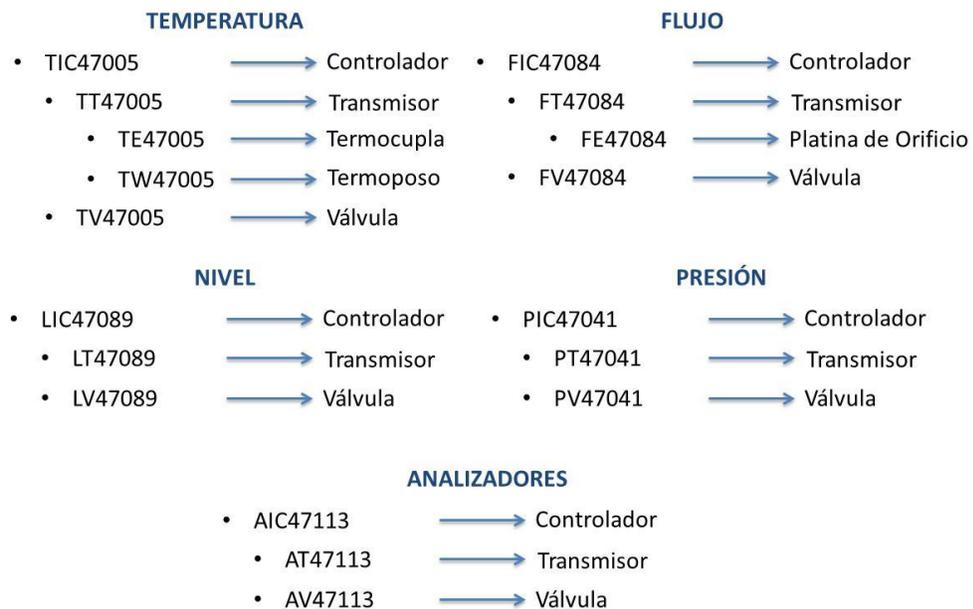


Figura 65. Clasificación de Instrumentos

5.5.4. Creación de equipos

Es necesaria la siguiente información, para efectos de cargar costos, realizar trazabilidad e introducir información adicional del dispositivo.

➤ Localización

- Unidad productiva : U470 (Unidad de Ácido Sulfúrico)
El subsistema varía dependiendo del lazo de control y del tipo del instrumento. (Ver figura 56)

- Localización Equipo : CK3 (Departamento Cracking III)
- Distrito Dueño : GRB (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 : IANA, IFIN, ITRM, ITME.
- Código Stock : Código en bodega según inventarios
- Nemónico : Varía dependiendo del fabricante del Instrumento.
- 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 : CC (Cracking Catalítico)
- Planta / Área : 4B (Planta de Ácido Sulfúrico)
- Cargo Contable : MRF0278 (Ácido Sulfúrico)

5.5.5. Resultado de la Caracterización de la Instrumentación

Al ingresar todos los datos de cada instrumento, necesarios para la “Macro Ellipse”, se corre el programa y automáticamente los registra en el sistema. Una vez termina, se puede consultar la jerarquía de la U470, en donde se muestran todos los equipos, componentes e instrumentos. La jerarquía de la Unidad de Ácido Sulfúrico (U470) se muestra en la figura 66; para más información revisar el Anexo L, el cual es un archivo extraído directamente de la base de datos con la aplicación “Macro Ellipse”.



Figura 66. Jerarquía Unidad de Ácido Sulfúrico (U470).

En la figura 67 se muestra el resultado de la caracterización en Ellipse, de una válvula que pertenece a un lazo de control de temperatura.

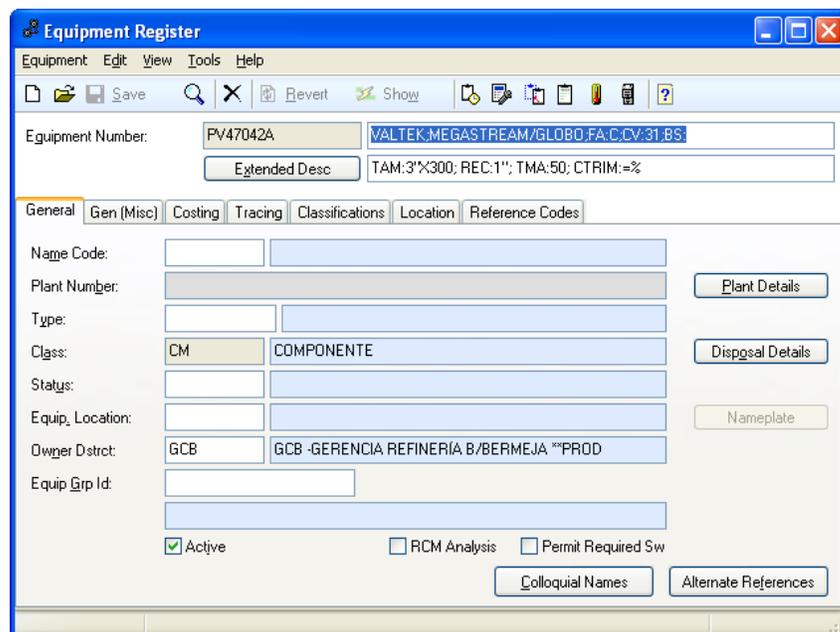


Figura 67. Válvula de Temperatura PV47042A

5.5.6. Creación de APL

Al finalizar el proceso de caracterización, se procede a determinar el listado de partes y repuestos APL, de cada tipo de instrumento. Para la creación de los mismos, se utilizó de nuevo la “Macro Ellipse”, pero anterior a ella se tomó como referencia el Documento “Instructivo para la Creación y Consulta de APLs.doc”,

A las válvulas de control, se les asigna APL. En los archivos “dvc-08-097 Ecopetrol.pdf” y “dvc-08-099 Ecopetrol Ad”, se encuentra alguna información de los APL de algunas válvulas; dicha información fue facilitada por el ingeniero tutor Andrés Eliseo Mejía Vásquez.

En la figura 68, se muestra la aplicación “Crear/Extraer APL’s” de la “Macro Ellipse”. En ella se digita toda la información contenida en los archivos mencionados anteriormente, relacionada a los repuestos de las válvulas; entre los cuales se encuentra los empaques, los anillos, el actuador, el posicionador entre muchos otros; así como, el número de stock, número de parte, número de “ítem”, tipo de “ítem”, mnemónico y una breve descripción. Una vez ingresados todos los datos, se procede a correr la Macro, y automáticamente crea el APL. Las figuras 68 y 69 muestran el listado de partes de la válvula “PV47042A”.

Equipo:	PV47042A	Descripción:	LISTA DE PARTES PARA LA VALVULA PV47042A										
ó EGI:			VALTEK, MEGASTREAM 3X300 RF										
Código Componente:	IFIN	Cód. Stock:		Estado APL:	A								
Código Modificador:	01	Mnemónica:		Permiso Mantenimiento APL:	A								
Secuencia:	0100	N° de Parte:		Permiso Revisión APL:	A								
Dueño del APL:		N° de Documento:											
Ventana Actual:	MSM132A	Status:											
N° de Item	Tipo de Item	Cod. de Stock	Mnemónico	N° de Parte	Coloquiál	Descripción	Meses de Periodicidad	Cantidad Instalada	Cantidad Requerida	Unidad de Des-pacho	Costo Estimado	Tipo de Costo	Equipo
1	S	4450565	VALTEK	002717925000		GASKET ;OD:4.88 IN, ID:4.50 IN, THICK: 0				EA			
2	S	4451365	VALTEK	002716925000		GASKET ;OD:5.69 IN, ID:5.19 IN, THICK: 0				EA			
3	S	4451399	VALTEK	017677431000		BUSHING ;BUSHING, 1.62 OD, 1.38 ID, 0.50				EA			
4	S	4451837	VALTEK	007601842000		LINER, VALVE ;GUIDE LINER, 1.12 STEM, MA				EA			
5	S	4451845	VALTEK	007844150000		RETAINER ASSY ;GUIDE RETAINER, 1.12 STEM				EA			
11	S	618868	PARKER-H	2-325 BLUN70		O-RING ;NUMBER:2-325, BASE POLYMER:BJUNA				EA			
12	S	4451944	VALTEK	003603.150.000		SEAT, VALVE ;SEAT RING, MK1, SOFT, 3" TN				EA			
13	S	4451951	VALTEK	003604.925.000		INSERT ;INSERT, SOFT SEAT, MK1, 3", TN:1				EA			
14	S	4451969	VALTEK	166505.150.000		PLUG, VALVE ;PLUG, MK1, MGSTRM, PB, 3"				EA			
15	S	1491257	VALTEK	001021.433.000		GUIDE, VALVE STEM ;SIZE: 0.88, MAT. BRON				EA			
16	S	4451977	VALTEK	007602.842.000		LINER, VALVE ;GUIDE LINER, 0.88 STEM, MA				EA			
17	S	4451985	VALTEK	171103.CNS.000		PACKING SET, PREFORMED ;PACKING SET 0.88				EA			
18	S	4451993	VALTEK	015659.150.000		SEAT, VALVE ;SEAT RING, MK1, SOFT, 4" TN				EA			
19	S	4452009	VALTEK	015658.925.000		INSERT ;INSERT, SOFT SEAT, MK1, 4", TN:1				EA			
20	S	4452017	VALTEK	134084.150.000		PLUG, VALVE ;PLUG, MK1, MGSTRM, PB, 4" =				EA			
21	S	4452066	VALTEK	020752.925.000		PACKING SET, PREFORMED ;PACKING SET, STA				EA			
22	S	4450334	VALTEK	001794.925,000		GASKET ;OD:3.75 IN, ID:3.38 IN, THICK: 0				EA			
23	S	4450359	VALTEK	001793,925,000		GASKET ;OD:4.62 IN, ID:4.25 IN, THICK: 0				EA			

Figura 68. Items del APL de la Válvula PV47042A

Resultado Búsqueda de APLs					
N° de APL	Descripción 1	Descripción 2	Código Componente	Código Modificador	Secuencia
1	LISTA DE PARTES PARA LA VALVULA PV47042A	VALTEK, MEGASTREAM 3X300 RF	IFIN	01	0100

Figura 69. APL creado para la válvula PV47042A

Toda la información de los APL de las válvulas, se encuentran en el Anexo H.

Una vez creado el APL, queda registrado en la base de datos como lo muestra la figura 70.

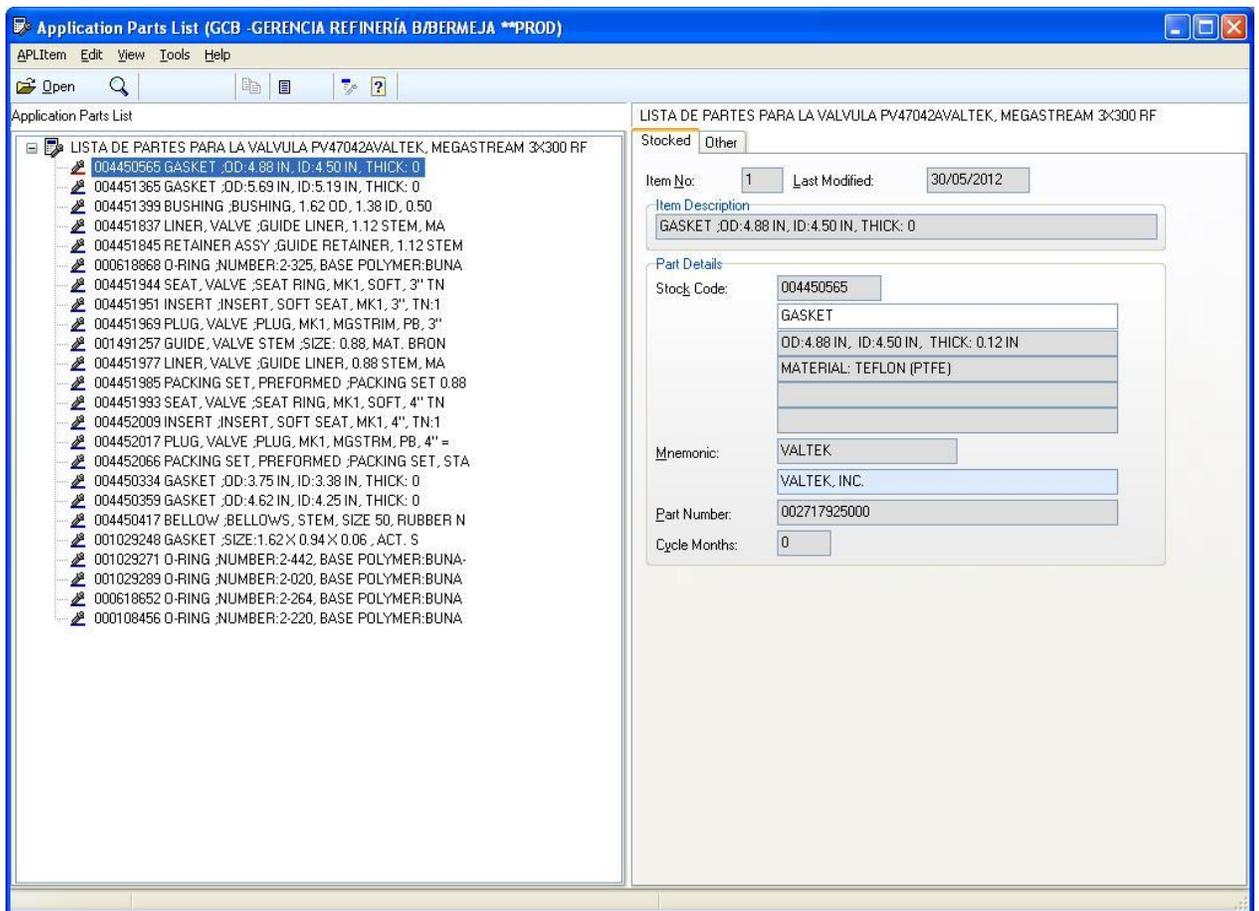


Figura 70. Listado de Partes para la válvula PV47042A

6. CÁLCULO DE INDICADORES

La coordinación de control y electrónica, maneja una serie de indicadores que permiten medir la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los activos a su cargo.

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.

6.1. Indicadores de Confiabilidad [24]

La coordinación de control y electrónica tiene como función el cálculo de 5 indicadores, que gestionan el manejo de los activos en custodia; estos indicadores 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 No Forzados.
- Disponibilidad Lazos en Automático.

6.2. Indicador Lazos en Automático

El indicador Lazos en Automático tiene por objeto medir la disponibilidad en los lazos de control configurados en los DCS, de la Gerencia Refinería Barrancabermeja y determinar las acciones correctivas para garantizar la confiabilidad en su operación.

6.3. Primer Paso

El primer paso consiste en el estudio detallado del DCS I/A Foxboro. Este aspecto, presenta un gran avance, dado que en el proceso de caracterización, se ha conocido la arquitectura y cada uno de los componentes del sistema. Es decir, el hardware del sistema ya es conocido; por tanto, en esta fase es necesario tener un entendimiento detallado del software del sistema de control.

DYSPLAY MANAGER

El display manager es el punto de partida en el sistema de control distribuido I/A Foxboro, en ella se puede acceder a los diferentes ambientes los cuales permiten (dependiendo del ambiente) ver las diferentes aplicaciones del sistema y realizar acciones específicas.

Dependiendo el ambiente, es posible tener acceso a:

- El estado de todos los equipos del sistema.
- Realización del Backup de las bases de datos del sistema y de configuración.
- Detener o colocar en funcionamiento componentes del sistema.
- Cargar la base de datos de la instrumentación conectados al proceso.
- Ver las alarmas de equipos conectados al proceso.
- Configurar la base de datos del historiador y crear las tendencias de las señales de campo.

6.4. Segundo Paso

Una vez conocida la interfaz del sistema, se procede a crear el algoritmo utilizando el ICC (Integrated Control Configurator), que es la aplicación que permite tener acceso a la base de datos de configuración; y teniendo como guía el siguiente diagrama de flujo.

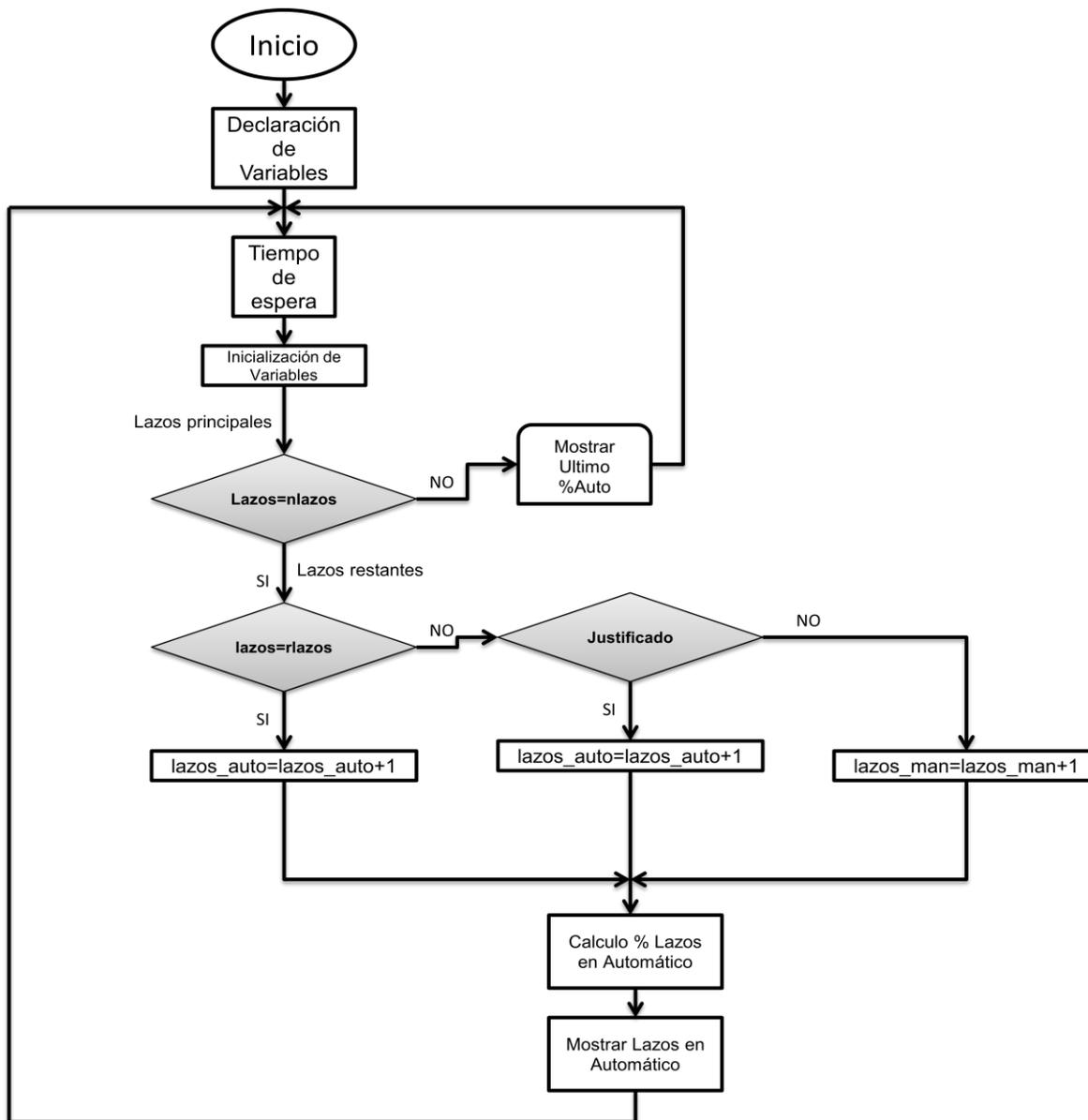


Figura 71. Diagrama de Flujo del Cálculo del indicador lazos en automático

Lo primero que se debe hacer en el algoritmo es declarar todas las variables. Luego se programa un temporizador de unos cuantos segundos, el cual indica la frecuencia con la que se va ejecutar el algoritmo. Una vez el temporizador termine, el programa comienza inicializando todas las variables (contadores) y después pregunta por el estado de los lazos principales, quienes determinan cuando la planta está fuera de servicio; esto, con el fin de obviar el cálculo cuando ello suceda, o simplemente realizar el cálculo si se encuentra en operación normal; entonces si la condición que se le coloca a los lazos principales es verdadera, entra a un subproceso que consiste en preguntar por el estado del resto de lazos

que conforman la planta. Finalmente se calcula el indicador de lazos en automático por medio de la siguiente fórmula:

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

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

6.5. Tercer Paso [25]

El tercer paso consiste en el estudio bien detallado acerca del lenguaje de programación propio del fabricante, conocido como Sequence Language, siendo este la opción más viable para crear y ejecutar el algoritmo. Este lenguaje es un lenguaje de alto nivel similar al lenguaje de programación Pascal, pero diseñado para poner en práctica estrategias de control de procesos. El “Sequence Language” o lenguaje de secuencia es un sinónimo de lenguaje de alto nivel por lotes (HLBL).

El lenguaje de secuencia se utiliza para escribir las secuencias Independientes (IND), dependientes (DEP), excepciones (EXC) y el monitor (MON), los cuáles son bloques que permiten la creación de los algoritmos en este lenguaje. Los cuatro bloques de secuencia soportan todas las declaraciones HLBL. Para este caso, el enfoque es hacia los bloques independientes (Independent block).

6.6. Cuarto Paso

Se procede a crear un bloque independiente, para que dentro de él sea ejecutado el algoritmo en el lenguaje mencionado. El resultado de este procedimiento se muestra en el anexo “Instructivo para creación de bloques Independientes en el DCS Foxboro”.

Adicional al indicador de lazos en automático, se crearon 4 indicadores más que ayudan a la gestión de activos de la empresa para ambas plantas. Estos son:

- ✓ Indicador de Lazos no forzados.
- ✓ Indicador de disponibilidad del DCS.
- ✓ Indicador de disponibilidad del FIRE&GAS.
- ✓ Indicador de disponibilidad del Sistema de Parada de Emergencia ESD.

Para la creación de estos algoritmos se siguió el mismo procedimiento empleado anteriormente.

6.7. Creación de una interfaz gráfica en el DCS para visualizar todos los indicadores

Para la creación del gráfico, se utilizó el display builder y el display configurator del sistema de control distribuido DCS I/A Foxboro de la Unidad de Cracking Modelo IV y Ácido. El resultado de la creación de ambos gráficos se muestra a continuación:



Figura 72. Indicadores Unidad de Ácido Sulfúrico

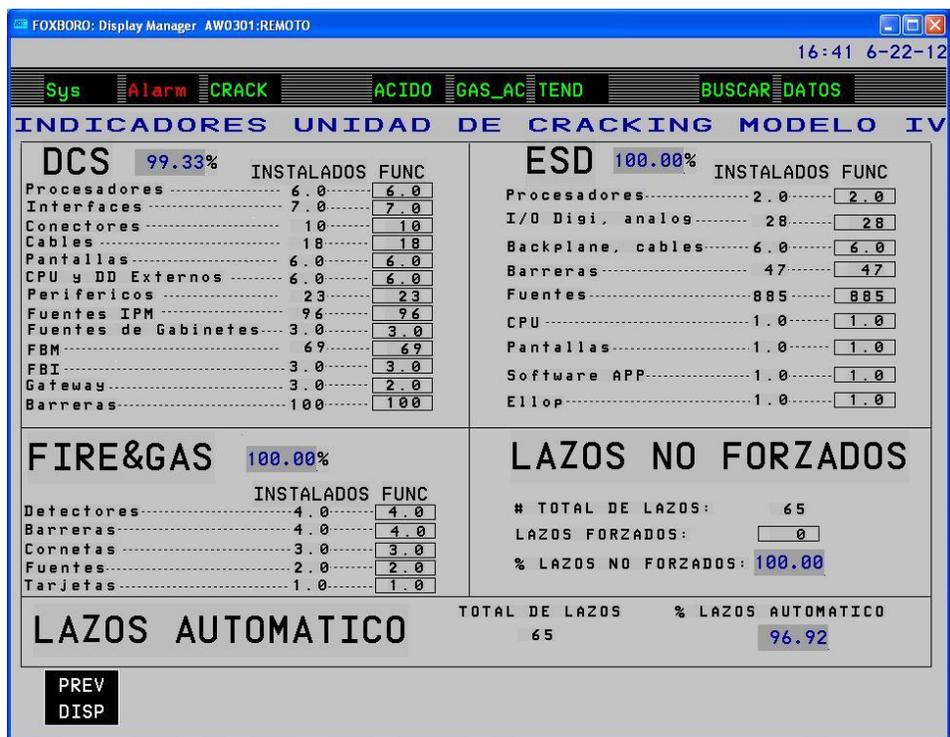


Figura 73. Indicadores Unidad de Cracking Modelo IV

6.8. Archivos Generados

Para el desarrollo de los algoritmos se crearon 5 archivos por cada planta, 5 para los indicadores de Modelo IV y 5 para los indicadores de la Planta de Ácido Sulfúrico, en total se generaron 10 archivos que son ejecutados en el procesador CP0303.

Las tablas siguientes muestran los archivos generados:

UNIDAD DE CRACKING MODELO IV	
Nombre del Archivo	Descripción
LAZOS_AUTO2.s	Algoritmo que evalúa el estado de los lazos de Modelo IV y calcula el indicador.
LAZOS_FORZ2.s	Algoritmo que realiza el cálculo del porcentaje de los lazos no forzados
DISP_DCS2.s	Estos archivos contienen 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 finalmente realizar un cálculo de acuerdo a su correspondiente peso.
DISP_ESD2.s	
DISP_FIRE&GAS2.s	

Tabla 8. Archivos generados para los indicadores de Modelo IV

UNIDAD DE ÁCIDO SULFÚRICO	
Nombre del Archivo	Descripción
LAZOS_AUTO1.s	Algoritmo que evalúa el estado de los lazos de la Unidad de Ácido y calcula el indicador.
LAZOS_FORZ1.s	Algoritmo que realiza el cálculo del porcentaje de los lazos que no forzados
DISP_DCS1.s	Estos archivos contienen 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 finalmente realizar un cálculo de acuerdo a su correspondiente peso.
DISP_ESD1.s	
DISP_FIRE&GAS1.s	

Tabla 9. Archivos generados para los indicadores de la Unidad de Ácido Sulfúrico

7. OTRAS ACTIVIDADES

- Acompañamiento en el mantenimiento del Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro de la Unidad de Cracking Modelo IV; en donde se conocieron las partes físicas que conforman el sistema de control y los procedimientos requeridos para el desarrollo de un mantenimiento preventivo (1 semana).
- Instalación del Equipo Medidor de Flujo FT47024 de tipo Ultrasónico marca Grayline Instruments, y posterior configuración de su transmisor, en la Planta de Ácido.

8. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la recolección de información del Sistema de Control Distribuido DCS I/A Foxboro y la verificación en campo de la misma, se logró entender la funcionalidad de este tipo de Sistemas de la marca Foxboro y de todos los equipos que lo conforman; tales como, los Procesadores de Control (CP), Interface de Bus de Campo (FBI), Módulos de I/O (FBM), Fuentes de Voltaje (IFVO), RCNI, NCNI, entre muchos otros. Por otro lado, se aprendió a utilizar la herramienta de gestión de mantenimiento Ellipse, que es el software utilizado para la gestión de activos de ECOPETROL S.A. mediante el proceso de caracterización, que en éste caso corresponde a la Planta Modelo IV y Ácido del departamento de Cracking III.
- ✓ El proceso de recolección de información en campo del Sistema de Parada de Emergencia ESD FSC Honeywell de Ácido y el ESD HIMA de Modelo IV, permite conocer a fondo el funcionamiento de cada uno de ellos y así mismo brinda oportunidad de familiarización con los mismos ya que son sistemas importantes y vitales para el control seguro de las plantas.
- ✓ Con la caracterización de la instrumentación, se conoció todo lo referente a válvulas de control, transmisores, controladores y equipos analizadores. Las diferentes marcas existentes en el mercado y las utilizadas por la GRB.
- ✓ El sistema de control distribuido, permite, entre muchas cosas, la creación de bloques independientes (Independent Blocks), los cuales permiten la posibilidad de crear algoritmos en lenguaje secuencial (Sequence Language); el cuál es un lenguaje de alto nivel con características muy similares a las del lenguaje de programación Pascal; esta aplicación se utilizó para elaborar el programa que calcula la disponibilidad de los lazos en automático.
- ✓ El proceso de caracterización de sistemas y equipos para el seguimiento al desempeño de los mismos, proporciona información sobre el estado en el que se encuentra los activos de la empresa, con el objeto de garantizar su buen desempeño y de esta forma asegurar la confiabilidad y disponibilidad.
- ✓ La elaboración e implementación de los indicadores de gestión realizada en el Sistema de Control distribuido I/A de Foxboro, de la Unidad de Modelo IV y Ácido, permite al estudiante una integración más profunda con el DCS, puesto que se entra a manipular el software del sistema mismo generando un desarrollo cognoscitivo más completo.
- ✓ La realización de la práctica industrial en Ecopetrol S.A, le brinda al estudiante en práctica la oportunidad de conocer todos los sistemas

electrónicos que son utilizados en el sector petrolero, así como las diferentes técnicas de mantenimiento de los mismos y la responsabilidad que se tiene al emprender un cargo como ingeniero de soporte, ya que un error que se cometa puede afectar la integridad de las personas, el medio ambiente y la unidad productiva.

9. RECOMENDACIONES

Al momento de recolectar la información de la instrumentación de campo, se evidenció que muchos de los instrumentos fueron difíciles de identificar, debido a que sus placas de identificación están borrosas o deterioradas por la exposición a la intemperie. Este aspecto se identifica como una mejora a recomendar.

Continuar con el trabajo de caracterización de todos los componentes, equipos y sistemas de las diferentes Plantas de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja, con el fin de lograr un 100 por ciento en el registro de todos los activos, por medio de la vinculación de más estudiantes en práctica.

Se debe fomentar la utilización masiva de la aplicación desarrollada “Macro Ellipse” a todas las coordinaciones, ya que permite el proceso de caracterización de equipos y generación de APL de una forma rápida y segura.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ecopetrol S.A. Qué Hacemos [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=30&conID=37994>
- [2] Perspectiva Histórica [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=36271>
- [3] Ecopetrol S.A. Marco Legal [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=30&conID=38178>
- [4] Ecopetrol S.A. Misión, Visión y Marco Estratégico [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=484&catID=31>
- [5] Catálogo de Productos [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=210&conID=37441>
- [6] Combustibles líquidos [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/categoria.aspx?catID=216>
- [7] Petroquímicos e industriales [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/categoria.aspx?catID=222>
- [8] Gases Industriales y domésticos [Consulta: Junio 2012]
<http://www.ecopetrol.com.co/categoria.aspx?catID=223>
- [9] Ecopetrol S.A. Organigrama [Consulta: Diciembre 2011]
<http://iris/contenido/contenido.aspx?catID=278&conID=48123&pagID=145362>
- [10] Ecopetrol S.A Coordinación de Control y Electrónica [Consulta: Junio 2012]
<http://iris.red.ecopetrol.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=975&conID=48809&pagID=143201>
- [11] Ecopetrol S.A. Documento PAO-00-I-501. Instructivo para la Caracterización de Plantas Equipos Y Componentes.
- [12] Foxboro Invensys. I/A series Documentation 6.5.2 - 7.1.1. ID Documento: B0400FB
- [13] Foxboro Invensys. I/A series Documentation 6.5.2 - 7.1.1. ID Documento: B0400FA
- [14] Magnetrol. *“Entendiendo Sistemas Instrumentados de Seguridad”*.

[15] Honeywell FSC. Fail Safe Control Hardware Manual Revision 7. FAIL SAFE CONTROL HARDWARE MANUAL.pdf

[16] ESD HIMA. Programmable Systems the H41q and H51q System families. H41qH51q.pdf

[17] ESD HIMA. Programmable Systems, Safety Manual the H41q and H51q System families. Annex_7_hima_safety_manual_hi_800013.pdf

[18] SOLÉ CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. Sexta Edición.

[19] Sensores [Consulta: Junio 2012]
<http://www.pyromation.com/>

[20] Manómetros [Consulta: Junio 2012]
<http://www.directindustry.com/prod/ashcroft/digital-pressure-gauges-7297-44182.html>

[21] Placa de orificio para medición de caudal diferencial [Consulta: Junio 2012]
<http://www.directindustry.es/prod/abb-measurement-products/placas-de-orificio-para-medicion-de-caudal-de-presion-diferencial-56271-433369.html>

[22] Transmisores de temperatura de proceso [Consulta: Junio 2012]
<http://www.directindustry.es/prod/siemens-safety/transmisores-de-temperatura-de-procesos-14423-583990.html>

[23] Válvula de control Valtek [Consulta: Junio 2012]
http://www.flowserve.com/es_ES/Products/Valves/Control-Valves/Severe-Service/CavControl-AntiCavitation-Control-Valve-Trim%2Ces_ES

[24] Ecopetrol S.A. Documento ECP-VEC-F-017. Hoja de Vida de los Indicadores.

[25] Foxboro Invensys. I/A series Documentation 6.5.2 - 7.1.1. ID Documento: B0193AV, Rev N