



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ACELERÓMETROS, PARA
EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LAS TURBINAS A GAS SGT6-5000-FD3 –
SANTA ROSA – LIMA - PERÚ**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
ROMAN HENRIQUEZ OSCAR ANTONIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

LIMA - PERÚ

2017

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, a Dios, por haberme dado la vida, a mis padres, por siempre impulsarme a cumplir mis sueños; a mi tío por apoyarme siempre, pero sobre todo a mi amada esposa por ser la persona que me motivo a nunca rendirme.

También agradezco a la universidad por haberme ayudado a cumplir mi sueño y el objetivo de culminar mi carrera profesional.

DEDICATORIA

A mis hijos, mi esposa, mis padres y mi tío quienes fueron el impulso para lograr mis objetivos incondicionalmente a lo largo de mi carrera y en la realización de este trabajo;

Y un amigo en especial quien fue y es mi motivación, inspiración para lograr grandes logros cuando uno se lo propone.

Les quedo eternamente agradecido.

Introducción.

La investigación sobre la inestabilidad de la Combustión Dinámica de Turbinas a Gas, ha aumentado sustancialmente en los últimos Años. Sin embargo, se ha centrado en el diseño de máquinas, como de los resultados que limitan a cualquiera de los análisis de la dinámica de fluidos computacional y pequeños equipos de laboratorio de combustión o de escala única. Los resultados publicados sobre estas pruebas o ensayos de inestabilidad de la combustión de las plataformas de prueba a gran escala del OEM son muy complejos e inestables, pero pudiéndose controlar.

La monitorización de la dinámica de combustión se ha utilizado tradicionalmente en turbinas de gas, para controlar las emisiones, estabilidad, rendimiento e incluso la tasa de calor. Otras consideraciones de sintonizar o afinar la combustión son las Temperatura ambiente, aumento de potencia de gases, crestas de disparo, el ingreso del aire de enfriamiento e incluso la mezcla de aire-gas para que se origine una buena combustión.

Sin embargo, la monitorización continua es buena para poder reconocer los eventos de los espectros dinámicos asociadas con fallas en las cámaras de la combustión y controlarlas.

Los problemas de distribución del combustible y aire alrededor de las máquinas, que no se controlan, pueden llevar a una mayor dinámica alertándonos a fallas prematuras de las piezas dentro de las turbinas.

Con la experiencia de los mantenimientos predictivos, correctivos y que realizamos a las maquinas por diversas fallas, sabemos, que el agrietamiento de cualquier parte

interna de la turbina es un tema muy delicado, en especial en la combustión, ya que al liberarse estos componentes liberan piezas e introducen daños significativos, originando pérdidas millonarias.

Ahora, entiendo él porque es muy relevante el monitoreo constante de la cámara de combustión para ir corrigiendo los eventos más altos de los dinámicos que es la parte más crítica de las turbinas, donde vamos realizando estudios y mejoras para tener los dinámicos más bajos y mejorar la vida útil de las piezas y cualquier accesorio en general de las turbinas, evitando así, los intervalos de interrupción y a no alterar las vibraciones generando problemas a las turbinas por los efectos sísmicos.

Gráfico 1. Diseño de una turbina a gas W501FD-3



Fuente: Elaborado por Siemens

Resumen.

Este trabajo presenta los resultados de la monitorización continua de la dinámica de combustión y su aplicación en la determinación del cuidado del hardware del sistema de la combustión. Las turbinas, que funcionan con gas natural han sido diseñadas con un monitoreo continuo de su Dinámica de Combustión, para cada una de sus Cámaras con sensores de temperatura y 2 sensores de vibración sísmicas.

Los ajustes o tuning nos permiten estar evaluando las problemáticas y corrigiendo las emisiones, estabilidad y prolongación de la vida de las piezas de las turbinas. Las inspecciones físicas del hardware se comparan con los historiales espectrales de la lógica de control y se inspeccionan para determinar el estado del hardware de todos los componentes de la turbina, ya que si hubiera alguna alteración en alguna pieza tendría que ser cambiada y luego se tendría que realizar un seguimiento para analizar el porqué de este deterioro del componente cambiado.

La supervisión y el reconocimiento de las diferencias espectrales asociadas con la estabilidad y los fallos de los componentes nos sugiere una mejor comprensión de la contribución de la dinámica de combustión al desgaste de las piezas de la cámara y la reducción de daños aguas abajo.

Abstract.

This work presents the results of the continuous monitoring of the combustion dynamics and its application in determining the care of the combustion system hardware. The turbines powered by natural gas have been designed with continuous monitoring of their Combustion Dynamics for each chamber with temperature sensors and 2 seismic vibration sensors.

Adjusting or tuning the probabilities that evaluate the problems and correcting the emissions, the stability and the prolongation of the life of the parts of the turbines. The physical inspections of the hardware are compared with the historical spectral control logic and are inspected to determine the hardware status of all components of the turbine, which monitor to analyze the reason for this deterioration of the changed component.

Monitoring and recognition of spectral differences associated with stability and failure of components of nodes Suggest a better understanding of the contribution of dynamic combustion wear parts of the chamber and reducing water damage down.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
INTRODUCCIÓN.	iii
RESUMEN.	v
ABSTRACT.	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ANEXOS	xiii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.	1
1.1 Antecedentes de la empresa.....	2
1.2 Perfil de la empresa.	10
1.3 Actividades de la empresa.	10
1.3.1 Misión.	10
1.3.2 Visión.	11
1.3.3 Objetivos.....	11
1.4 Organización actual de la empresa.	12
1.5 Descripción del entorno de la empresa.	12
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
2.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
2.2 Análisis del problema.	14
2.3 Objetivo del proyecto.....	14
2.3.1 Objetivo general.....	14
2.3.2 Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	16

3.1	Descripción y desarrollo del proceso a desarrollar.....	17
3.2	Conclusiones.....	39
3.3	Recomendaciones.....	40
CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		74
CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....		78
CAPÍTULO VI: ANEXOS.		81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diseño de una turbina a gas W501FD-3	iv
Gráfico 2. Organización de la empresa.....	12
Gráfico 3. Pruebas de espectros de laboratorio.....	20
Gráfico 4. Sensor CP-235	22
Gráfico 5. Acondicionador de señal IPC-704.....	23
Gráfico 6. Separador Galvánico GSI-127	24
Gráfico 7. Analizador VM-600.....	25
Gráfico 8. Bastidor del analizador VM-600	25
Gráfico 9. Fuente de alimentación RPS 6U.....	26
Gráfico 10. Acondicionador de señal XIO 16T	27
Gráfico 11. Tarjeta inteligente XMV – 16.....	28
Gráfico 12. Tarjeta interface IOC - 4	29
Gráfico 13. Tarjeta de procesamiento MPC – 4.....	30
Gráfico 14. CPU – M.....	31
Gráfico 15. Tarjeta de red IOC – N.....	32
Gráfico 16. 5 puertos serial RS-485	33
Gráfico 17. 2 puertos Ethernet.....	33
Gráfico 18. Interface de comunicación.....	35
Gráfico 19. Convertidor de fibra óptica – Red Ethernet.....	36
Gráfico 20. Distribución de los 16 quemadores – top hat.....	37
Gráfico 21. Ubicación de los sensores de monitoreo dinámicos	37
Gráfico 22. Causas y efectos de la dinámica de combustión.....	41
Gráfico 23. Señal de transductor en falla.....	42
Gráfico 24. Señal por condensación absorbida	42
Gráfico 25. Lecturas con ruido del transductor.....	43
Gráfico 26. Señal aceptable del sensor	43
Gráfico 27. Ubicación de las 16 termocuplas del quemador	44
Gráfico 28. Monitoreo de temperaturas de los 16 quemadores.....	45
Gráfico 29. Basket en buenas condiciones	46
Gráfico 30. Dibujo esquemático general de las 3 partes del quemador	46
Gráfico 31. Dibujo esquemático general del direccionamiento de gases	47

Gráfico 32. Comportamiento del arranque de turbina sin sincronización a la red.....	47
Gráfico 33. Turbina Arrancando y con fracción de flujo de etapas P y A.....	48
Gráfico 34. Comportamiento del arranque de turbina con sincronización a la red	48
Gráfico 35. Turbina arrancando y con fracción de flujo de etapas P, A, B y C	49
Gráfico 36. Control del sistema de gas de la turbina	49
Gráfico 37. Control de monitoreo de los quemadores	50
Gráfico 38. Control de temperaturas de los 16 quemadores aguas abajo	50
Gráfico 39. Leyenda de niveles de protección de DMS.....	51
Gráfico 40. Leyenda de niveles de protección de DMS, detallado por colores	51
Gráfico 41. Vista el DMS desde la estación de ingeniería	52
Gráfico 42. Control del monitoreo dinámico de la cámara de combustión	52
Gráfico 43. Distribución del ingreso de gas a la turbina en P + I.....	53
Gráfico 44. Determinación de pasos para el arranque de estos modelos de turbinas a gas..	53
Gráfico 45. Análisis del daño de una transición desde la estación de diagnósticos	54
Gráfico 46. Transición fisurada por altos dinámicos	54
Gráfico 47. Análisis del daño del piloto 2 y fisuras críticas del piloto 4	55
Gráfico 48. Análisis de los espectros de frecuencia	55
Gráfico 49. Análisis del Historial del proceso DMS antes y después	56
Gráfico 50. Análisis de secuencia de DMS en el SPPA-T3000	57
Gráfico 51. Control de las variables de Carga de trabajo, temperaturas de monitoreo y dinámicos.....	58
Gráfico 52. Monitoreo de los espectros en tiempo real con los sensores acelerómetros	58
Gráfico 53.a. Lógica de Alarmas del monitoreo de LFD.....	59
Gráfico 54. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD	61
Gráfico 55. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD	62
Gráfico 56. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD y HFD	63
Gráfico 57. Lógica de Alarmas del monitoreo de HFD	64
Gráfico 58 . Lógica de Alarmas del monitoreo de HFD	65
Gráfico 59. Lógica de control de temperatura del exhaust.....	66
Gráfico 60. Lógica de control de temperatura del exhaust.....	67
Gráfico 61. Lógica de control de presión en los combustores	68
Gráfico 62. Lógica de control de la fracción de flujo del piloto y etapa C	69

Gráfico 63. Lógica de control del flujo de gas de etapas del piloto, A, B y C	69
Gráfico 64. SCADA de control del flujo de gas de la turbina.....	70
Gráfico 65. SCADA de control del flujo de gas, presión, temperatura de la turbina	71
Gráfico 66. SCADA de control de los DMS y variables del proceso de energía	72
Gráfico 67. SCADA de control del proceso de monitoreo de los DMS en tiempo real	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites dinámicos 501F (sistemas de 4 rangos)	18
Tabla 2. Límites dinámicos W501F (Sistema de monitoreo de rango 16-Cesta-6)....	19
Tabla 3. Zonas de trabajo, según rango de colores	40

ANEXOS

Anexo 1. Data sheet del sensor CP-236	82
Anexo 2. Data sheet del acondicionador IPC - 704	83
Anexo 3. Data sheet del separador galvánico GSI – 127.....	84
Anexo 4. Data sheet del rack del sistema VM - 600	85
Anexo 5. <i>Data sheet de fuente de alimentación RPS – 6U</i>	86
Anexo 6. Data sheet de interface de monitoreo de los sensores dinámicos	87
Anexo 7. Data sheet de tarjeta de monitoreo de sensores dinámicos	88
Anexo 8. Interface de entradas y salidas	89
Anexo 9. Data sheet tarjeta de protección MPC – 4	90
Anexo 10. Data sheet general del CPU – M y IOC - N.....	91
Anexo 11. Data sheet de especificaciones técnicas y descripción del CPU -M y	92
Anexo 12. Sustentación de tesis en PPT's	93

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

1.1 Antecedentes de la empresa.

Siemens es una multinacional de ingeniería alemana y la empresa de grupo de productos electrónicos con sede principal en Múnich, Alemania. Es la mayor compañía basada en ingeniería eléctrica y electrónica en Europa.

Las principales divisiones de la compañía son Industry, Energy, Healthcare, Infrastructure & Cities, los cuales representan la mayor actividad de la compañía. Siemens y sus subsidiarias emplean aproximadamente a 343,000 personas a través de cerca de 190 países y reportó ingresos globales de aproximadamente €71.9 mil millones en el año fiscal 2014 (Octubre 2013 – Setiembre 2014).

1847-1901, Siemens y Halske fue fundada por Werner von Siemens y Johann Georg Halske el 12 de octubre 1847. Basado en el telégrafo, su invención utilizaba una aguja para apuntar la secuencia de las cartas, en lugar de usar el código Morse. La empresa, entonces llamada Telegraphen-Bauanstalt von Siemens y Halske, abrió su primer taller el 12 de octubre.

En 1848, la compañía construyó la primera línea telegráfica a larga distancia en Europa, a 500 km de Berlín a Frankfurt am Main. En 1850, el hermano menor del fundador, Carl Wilhelm Siemens, empezó a representar a la empresa en Londres. En la década de 1850, la compañía participó en la construcción de redes telegráficas de larga distancia en Rusia. En 1855, una sucursal de la empresa dirigida por otro hermano, Carl Heinrich von Siemens, abrió sus puertas en San Petersburgo, Rusia. En 1867, Siemens completó la monumental línea telegráfica indoeuropea.

En 1881, un alternador AC de Siemens impulsado por un molino de agua fue utilizado para alimentar el primer alumbrado eléctrico público del mundo en la ciudad de Godalming, Reino Unido. La empresa siguió creciendo y se diversificó en los trenes eléctricos y en las bombillas. En 1890, el fundador se retiró y dejó a la empresa a su hermano Carl y sus hijos Arnold y Wilhelm.

1901-1933, Siemens & Halske (S&H) se incorporó en 1897. Luego fusionó algunas partes de sus actividades con Schuckert & Co. en Nuremberg en 1903 para convertirse en Siemens-Schuckert.

En 1907, Siemens (Siemens & Halske and Siemens-Schuckert) tenía 34,324 empleados y fue la séptima empresa más grande en el imperio alemán por número de empleados.

En 1919, S&H y otras dos empresas forman conjuntamente la empresa de bombilla Osram. Una filial japonesa fue fundada en 1923. Durante los años 1920 y 1930, S&H comenzó a fabricar radios, aparatos de televisión, y los microscopios electrónicos.

En 1932, Reiniger, Gebbert & Schall (Erlangen), Phönix AG (Rudolstadt) y Siemens-Reiniger-Veifa mbH (Berlín) se fusionaron para formar el Siemens-Reiniger-Werke AG (SRW), la tercera parte de las llamadas empresas matrices que se fusionaron en 1966 para formar el actual Siemens AG.

En la década de 1920, Siemens construye la Central Ardnacrusha hidroeléctrica en el río Shannon en el entonces Estado Libre Irlandés y fue el primero del mundo por su diseño. La compañía es recordado por su deseo de aumentar los salarios de sus trabajadores con bajo pago sólo para ser revocada por el gobierno Cumann Gaedheal.

1933-1945, en la década de 1930, antes de la Segunda Guerra Mundial, Siemens ha participado en la financiación del ascenso del Partido Nazi y el rearme secreto de Alemania.

Durante la segunda guerra mundial, Siemens apoya el régimen de Hitler, contribuye con los esfuerzos bélicos y participa en la "desnazificación" de la economía. Siemens tenía muchas fábricas en los campos de concentración y en los alrededores conocidos para construir interruptores eléctricos para usos militares. Por ejemplo, cerca de 100,000 entre hombres y mujeres de Auschwitz trabajaron en una fábrica de Siemens en el interior del campamento, para el suministro de la electricidad del campamento.

Durante los últimos años de la guerra, numerosas plantas y fábricas en Berlín y otras ciudades importantes fueron destruidos por ataques aéreos aliados. Para evitar más pérdidas, la industria manufacturera se trasladó a lugares alternativos, a regiones no afectadas por la guerra aérea. El objetivo era asegurar la producción continua de bienes del día a día. Según los registros, Siemens estaba operando casi 400 fábricas a finales de 1944 y principios de 1945.

En 1972, Siemens demandó al escritor alemán F.C. Delius por su historia satírica de la compañía "Unsere Siemens-Welt", y determinó que gran parte del libro contiene afirmaciones falsas. Estudiosos contemporáneos han ido descubriendo algunas de las atrocidades de Siemens durante ese tiempo, incluyendo el trabajo forzado y la esclavitud en Ravensbrück y en el subcampo de Auschwitz Bobrek, entre otros. Además, la compañía suministró componentes eléctricos para los campos de concentración y los campos de exterminio. Las fábricas tenían malas condiciones de trabajo, donde la desnutrición y la muerte fueron comunes. Además, se ha demostrado que las fábricas fueron creadas, manejadas y suministradas por la SS, en conjunto con funcionarios de la empresa y muchas veces funcionarios de alto nivel.

Sin embargo, un ejecutivo de Siemens y miembro del partido nazi, John Rabe se le atribuye por haber salvado a muchos chinos durante la masacre de Nanking. Luego el realiza unas giras por Alemania dando conferencias sobre las atrocidades cometidas por las tropas japonesas en Nanking.

1945-2001, en la década de 1950 y desde su nueva base en Baviera, S&H comenzó a fabricar ordenadores, dispositivos semiconductores, lavadoras, y marcapasos.

En 1966, Siemens y Halske, Siemens-Schuckertwerke y Siemens-Reiniger-Werke se fusionaron para formar Siemens AG.

En 1969, Siemens formó la unión Kraftwerk con la empresa eléctrica AEG, poniendo en común sus actividades nucleares.

La primera central telefónica digital se produce en 1980. En 1988, Siemens y General Electric Company (GEC) adquirieron el negocio de defensa ante el Ministerio de Defensa de Reino Unido, así como también la empresa tecnológica Plessey. Sin embargo, las participaciones de Plessey se dividieron, y Siemens se hizo cargo de los negocios de la aviónica, los radares y el control de tráfico, como Siemens Plessey.

En 1985, Siemens compró una participación minoritaria de Allis-Chalmers y se formó la alianza Siemens-Allis, el cual suministraron equipos de control eléctrico. Luego se incorporó dentro de la división Energy & Automation de Siemens.

En 1987, Siemens reintegró la unión Kraftwerk, la unidad de supervisión de negocio de la energía nuclear.

En 1991, Siemens adquirió Nixdorf Computer AG y cambió de nombre a Siemens Nixdorf Informations system AG, a fin de producir computadoras personales.

En octubre de 1991, Siemens adquirió la división Industrial System de Texas Instruments, Inc, con sede en Johnson City, Tennessee. Esta división fue organizada como Siemens Industrial Automation, Inc., y más tarde fue absorbida por Siemens Energy and Automation, Inc.

En 1997, Siemens acordó vender el negocio de equipos de defensa de Siemens Plessey a British Aerospace (BAe) y a una empresa aeroespacial alemana DaimlerChrysler Aerospace (DASA). BAe y DASA adquirieron las divisiones británicas y alemanas de la operación, respectivamente.

En octubre de 1997, se fundó Siemens Financial Services para actuar como centro de competencia para la financiación y como gestor de riesgos financieros dentro de Siemens.

En 1998, Siemens adquirió Westinghouse Power Generation por más de \$ 1.5 billones de dólares y logró que Siemens escale del tercer al segundo mercado mundial de generación de energía (Power Generation).

En 1999, las operaciones de semiconductores de Siemens se separaron para formar una nueva compañía conocida como Infineon Technologies. Además en ese año, Siemens Nixdorf Information system AG forma parte de Fujitsu Siemens Computers AG juntamente con su grupo tecnológico de banca de consumo convirtiéndose en Wincor Nixdorf.

En 2000, Share Medical Systems Corporation fue adquirido por Siemens' Medical Engineering Group, llegando a ser parte de Siemens Medical Solutions.

También en 2000 Atecs-Mannesman fue adquirido por Siemens. La venta se completó en abril de 2001 con el 50% de las acciones adquiridas. Mannesmann VDO AG se fusionó con Siemens Automotive formación de Siemens VDO Automotive AG. Atecs Mannesmann Dematic Systems se fusionó con Siemens Production and Logistics formando Siemens Dematic AG. Mannesmann Demag Delaval se fusionó con Power Generation división de Siemens AG. Otras partes de la empresa fueron adquiridas por Robert Bosch GmbH, al mismo tiempo.

2001-2011, en 2001, Chemtech Group de Brasil se incorporó al Grupo Siemens ofreciendo procesos optimizados industriales, consultoría y otros servicios de ingeniería.

También en 2001, Siemens formó un joint venture con Areva SA de Francia (Framatome) fusionando en la mayoría sus negocios nucleares.

En 2003, Siemens adquirió la división Flow de Danfoss, y la incorporó a la división Automation and Drives. El mismo año, Siemens reabrió su oficina en Kabul. También en 2003 se acordó comprar turbinas industriales de Alstom, fabricante de pequeñas, medianas e industriales turbinas de gas de € 1.1 billones de euros.

En 2004, la energía eólica empresa Bonus Energy en Brande, Dinamarca fue adquirido, formando la división Siemens Wind Power. También en 2004 Siemens invirtió en la adquisición de Dasan Redes ~ 40% de las acciones, Nokia Siemens desinvertir en sí de las acciones en 2008. El mismo año, Siemens adquirió Photo-Scan EE.UU. Filter Corporation, Huntsville Electronics Corporation y Chantry Networks

En 2005 Siemens vendió el negocio de fabricación de móviles de Siemens a BenQ, que forman la división de BenQ-Siemens. También en 2005 Siemens adquirió Flender Holding GmbH, Bewator AB, Wheelabrator Air Pollution Control, Inc., una Windenegrie GmbH., Power Technologies Inc., CTI Molecular Imaging, Myrio, Shaw Poder Technologies International Ltd, y Transmitton.

En 2006, Siemens anunció la compra de Bayer Diagnostics, que se incorporó a la división de Soluciones de Diagnóstico Médico el 1 de enero de 2007, también en 2006, Siemens adquirió Controlotron También en 2006 Siemens adquirió Diagnostic Products Corp., Kadon Electro Mechanical Services Ltd., Khnle, Kopp, y Kausch AG, Opto Control y Sistemas de Seguridad VistaScape

En marzo de 2007, un miembro del directorio de Siemens fue temporalmente detenido y acusado de financiar ilegalmente a una asociación de trabajo de negocios, que compite contra el sindicato IG Metall. Ha sido puesto en libertad bajo fianza. Se han buscado las oficinas del sindicato y de Siemens. Siemens niega las acusaciones. En abril, las redes fijas, redes móviles y Carrier Services divisiones de Siemens fusionaron con la Red de Grupo de Negocios de Nokia en un 50/50 joint venture, la creación de una empresa de la red fija y móvil llamado Nokia Siemens Networks. Nokia retrasa la fusión debido a las investigaciones de soborno por parte de Siemens. En octubre de 2007, un tribunal de Múnich encontró que la empresa había sobornado a los funcionarios públicos en Libia, Rusia y Nigeria a cambio de la adjudicación de contratos, cuatro ex ministros nigerianos de Comunicaciones

estuvieron entre los nombrados como beneficiarios de los pagos. La compañía admitió haber pagado los sobornos y acordó pagar una multa de 201 millones de euros. En diciembre de 2007, el gobierno de Nigeria canceló un contrato con Siemens por los hallazgos de soborno.

También en 2007 adquirió Siemens Vai Ingdesi Automation, UGS Corp., Dade Behring, Sidelco, S/D Engineers Inc., y Gesellschaft für Systemforschung und Dienstleistungen im Gesundheitswesen mbH.

En julio de 2008, Siemens AG anunció un joint venture de la empresa Enterprise Communications con el Grupo Gores. The Gores Group con una participación mayoritaria del 51% de participación, con Siemens AG con una participación minoritaria del 49%.

En agosto de 2008, Siemens Project Ventures invierte \$ 15 millones en el Arava Power Company. En un comunicado de prensa publicado ese mes, Peter Lscher, Presidente y CEO de Siemens AG, dijo: "Esta inversión es un paso consecuente para fortalecer aún más nuestras tecnologías verdes y sostenibles". Siemens ya tiene una participación del 40% en la compañía.

En enero de 2009, Siemens anunció la venta de su participación del 34% en Framatome, quejándose de influencia administrativa limitada. En marzo, se anunció para formar una alianza con Rosatom de Rusia a participar en actividades de energía nuclear.

En abril de 2009, Fujitsu Siemens Computers se convirtió en Fujitsu Technology Solutions como resultado de la compra de Fujitsu a cabo parte de la empresa Siemens.

En octubre de 2009, Siemens firmó un contrato de \$ 418 millones de dólares para comprar Solel Solar Systems una empresa israelí en el negocio de la energía solar térmica.

En diciembre de 2010 Siemens acordó la venta de sus soluciones de TI y servicios auxiliares de 850 millones de Atos. Como parte del acuerdo,

Siemens acordó adquirir una participación de 15% en el Atos ampliada, que se celebrará durante un mínimo de cinco años. Además, Siemens llegó a la conclusión de siete años externalización contrato por valor de alrededor de 5,5 millones de dólares, según el cual Atos proporcionará servicios gestionados e integración de sistemas de Siemens.

La empresa fue fundada el 12 de octubre de 1847 en un piso interior de la calle Schöneberg No. 19, Berlín por Werner von Siemens y Johann Georg Halske, bajo el nombre de Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske. A partir de 1897, se cambió de nombre a Siemens & Halske AG. A fines del siglo XIX comenzó a construirse Siemensstadt en Berlín, un barrio residencial e industrial que acoge a sus empleados. En 1903, se fundó Siemens-Schuckertwerke. En 1919 se fundó Osram GmbH, Siemens & Halske y otros tres grupos alemanes llevaron a cabo esta acción. Las acciones de Osram son 100% de Siemens AG en la actualidad. En 1932 se fundó Siemens-Reiniger-Werke AG, que se dedicaba a la medicina.

La empresa sobrevivió a las dos guerras mundiales, la primera gracias a la acción del tercer hijo de Werner von Siemens, Carl Friedrich.

A partir de 1966 se conoce como Siemens AG, que fue la unión de Siemens & Halske, Siemens-Reiniger-Werke y Siemens-Schuckertwerke. Esta acción se llevó a cabo bajo el mandato de Ernst von Siemens, nieto de Werner.

Empleaba al menos 405.000 personas en 2011.

Siemens es una empresa multinacional de origen alemán que opera en los sectores industrial, energético, salud e infraestructuras y ciudades. Es una empresa de electrónica y electrotécnica líder en el mundo. Siemens es además el mayor proveedor del mundo de tecnologías ecológicas.

Siemens está presente en Perú desde comienzos del siglo XX cuando, junto a la compañía alemana J.M. Voigt GmbH, Heidenheim, fue seleccionada para construir tres plantas hidroeléctricas para la Empresa Eléctrica de Arequipa, compañía pública que se dedicaba a la generación de energía.

En el año fiscal 2013 (Octubre 1, 2012 – Setiembre 30, 2013), la venta a empresas en Perú ascendía a 268 millones de euros y las nuevas órdenes bordearon los 236 millones de euros.

Actualmente, Siemens tiene más de 4,500 colaboradores en Sudamérica, con un promedio de 400 empleados en el Perú. En los últimos seis años, Siemens Perú ha suministrado más de 2,000 MW de la capacidad de turbina de gas, lo cual representa casi el 30% del consumo nacional de energía.

Desde el 2012 hasta la actualidad, la Fundación Siemens (Siemens Stiftung) y Siemens Perú vienen trabajando en diversos proyectos enfocados en el desarrollo sostenible de comunidades rurales.

Siemens es una empresa fuerte y respetada en el país y el mundo. El récord del buen manejo corporativo y responsabilidad social se demuestra en la generación de proyectos que benefician a la sociedad global.

1.2 Perfil de la empresa.

Siemens está presente en todo el mundo, enfocado en la electrificación, automatización, digitalización y cuidados de la salud. Es también, uno de los mayores productores del mundo de tecnologías de eficiencia energética, de ahorro de recursos; además, somos un proveedor líder de sistemas para la generación y transmisión de energía. En infraestructura y soluciones para la industria; Somos considerados pioneros por su vasto portafolio de soluciones, que, a través del ingenio, impacta de manera positiva en la sociedad.

1.3 Actividades de la empresa.

1.3.1 Misión.

Crear valores y brindar servicios de tecnología de información y comunicación. Logrando esto a través de la creatividad y el compromiso de todos los colaboradores quienes ofrecen soluciones

innovadoras para satisfacer las necesidades actuales y futuras de nuestros clientes.

1.3.2 Visión.

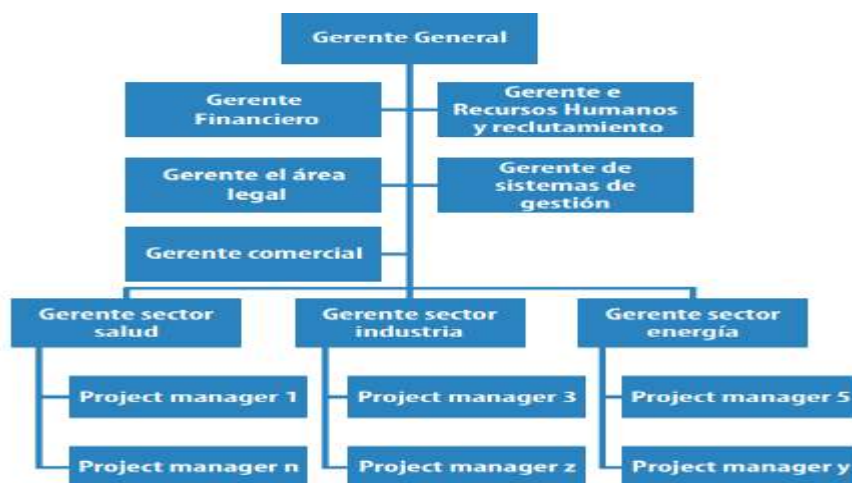
Ser una de las compañías más valiosas del mundo, líder en tecnologías aplicadas a las diferentes especialidades de la investigación global, que provea a cada cliente del más alto valor comprometidos con un ambicioso código de valores: humanidad, igualdad de oportunidades, estrictos estándares éticos en todos los aspectos del negocio.

1.3.3 Objetivos.

- Transformar nuestra compañía en una empresa con mayor rentabilidad, transformando la orientación hacia la comercialización y relación hacia nuestros clientes. Obteniendo un crecimiento del 35% en los próximos 3 años, proviniendo esto en su mayor parte de las sucursales fuera de Alemania.
- Orientar la investigación de las distintas UNEs a un ámbito comercial dado por las necesidades del mercado, buscando una rentabilidad mayor a un 5% sobre la investigación de la innovación.
- Potenciar el departamento de marketing y ventas en las distintas sedes en otros países para así aumentar las ventas a un 5%.
- Reducir los costos de investigación a un 5% intentando investigar hacia la sustentabilidad de los productos.

1.4 Organización actual de la empresa.

Gráfico 2. Organización de la empresa



Fuente: *Elaboración propia*

1.5 Descripción del entorno de la empresa.

Siemens es una empresa transnacional líder en el mundo que opera en los sectores industrial, energético, salud e infraestructuras y ciudades. La compañía tiene más de 360.000 empleados, que trabajan para desarrollar y fabricar productos, diseñar e instalar complejos sistemas y proyectos, como crear una amplia gama de soluciones para afrontar los retos más complicados de nuestros clientes. En el año fiscal 2015-16 (que se cerró el 30 de septiembre de 2016), Siemens obtuvo unos beneficios netos de €6.321 billones, lo que representa un aumento del 72%.

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la realidad problemática.

Actualmente el grupo TG-8 instalado en el 2009 en la planta Santa Rosa, Lima-Perú, propiedad de ENEL S.A.C cuenta con problemas en la calidad de eficiencia, altas emisiones de NOx y en dicho grupo se generan altas temperaturas durante su funcionamiento. Todo ello se deriva en que no se realizan los mantenimientos correctos para prevenir problemas en el futuro.

2.2 Análisis del problema.

Se realizó estudios predictivos a la TG-8 y se compararon las variables de control con el funcionamiento de modelos similares, teniendo como resultados del problema de análisis:

- Mala calidad de combustión.
- Altas emisiones NOx.
- Elevadas temperaturas.

2.3 Objetivo del proyecto.

2.3.1 Objetivo general

Implementar un sistema de acelerómetros para la corrección y eliminación de los dinámicos de combustión.

2.3.2 Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos se pueden detallar:

- Estabilizar la llama, para que esta se mantenga estable.
- Asegurar una corriente de gases continua hacia la turbina.
- Mantener una temperatura constante de los gases de combustión que ingresan a la misma.
- Lograr la máxima eficiencia de combustión, es decir producir la menor cantidad de inquemados de CO, CH y MP (material particulado).

- Minimizar la caída de presión dentro de la cámara a fin de minimizar las caídas de presión entre el compresor axial y la turbina.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y desarrollo del proceso a desarrollar.

Con el desarrollo del proyecto se mejorarán los dinámicos de combustión y el sistema rápidamente corregirá las presiones de los eventos de pulsaciones que se procesan en cada cámara, con la ayuda de la frecuencia de cada sensor y evitar daños críticos pertinentes al hardware de la expansión y cámara de combustión.

Además, el combustor y los controles serán optimizados para que las dinámicas se encuentren dentro de niveles predeterminados y no se encuentren en áreas de pulsaciones de presión dinámica excesivas.

Cuando se encuentren dinámicas inaceptables habrá una serie de acciones que se podrán tomar para aliviar la situación.

Donde, el principio general es:

- Cuanto más caliente es la zona de la llama, más estable es la llama.
- Una llama más estable se traduce en una dinámica más baja.

La estabilidad de la llama es una función muy importante, donde nuestro sistema estará equilibrado por el efecto sobre la dinámica. Es este equilibrio que buscamos nosotros como ingeniero, en equilibrar y mantener bajos dinámicos en la combustión. Si la dinámica de la cámara de combustión excediera, el sensor enviara la señal para corregir lo siguiente:

- Predisponer la fracción de la etapa del piloto.
- Disminuir el aire.
- Predisponer la fracción de combustible de la etapa C o piloto (Si aplica).

Utilizando un sistema de monitoreo en línea mejoraremos a que las 16 cestas estén operando dentro de los límites dados en todo momento.

Con este sistema de implementación los acelerómetros en cada cámara, realizarán el monitoreo dinámico (DMS), continuamente de la combustión en las 16 cestas durante el funcionamiento de la turbina, donde los eventos de

control serán rápidos de analizar y corregir los procesos críticos de las pulsaciones dinámicas de la turbina.

Las Tablas de niveles de alarma diseñados para el sistema serán:

Nivel 1:

Los límites dinámicos de Nivel 1 son los límites de ajuste para el sistema de combustión de DLN. En el caso de que se excedan estos límites, se iniciará una alarma en el resumen de la alarma CDMS.

Tabla 1.
Límites dinámicos 501F (sistemas de 4 rangos)

Frequency Range	Alarm level 1 Limit	Manual Unload Level 2 Limit
LFD (15 – 50 Hz)	.65 PSI max .5 PSI avg	0.8 PSI 20 seconds continuous
IFD 1 (50 – 100 Hz)	1.3 PSI max 1.0 PSI avg	2.0 PSI 20 seconds continuous
IFD 2 (100 – 500 Hz)	2.6 PSI max 2.0 PSI avg	3.0 PSI 20 seconds continuous
HFD (500 – 5000 Hz)	0.5 PSI max 0.3 PSI avg	1.0 PSI 10 seconds continuous

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 2.
Limites dinámicos W501F (Sistema de monitoreo de rango 16-Cesta-6)

Frequency range	Pilot Bias Removal Level 0 Limit	Alarm Level 1 Limit	Auto Unload* Level 2 Limit	Auto Unload* Level 3 Limit
LFD (15 – 50 Hz)	0.5 PSI	0.65 PSI	0.8 PSI 20 seconds continuous	N/A
IFD 1 (50 – 100 Hz)	2.0 PSI simple cycle	2.6 PSI simple cycle	3.0 PSI simple cycle 20 seconds continuous	N/A
IFD 2 (100 – 500 Hz)	2.0 PSI	2.6 PSI	3.0 PSI 20 seconds continuous	N/A
IFD 3 (500 – 1000 Hz)	0.3 PSI	0.5 PSI	1.5 PSI 20 seconds continuous	N/A
HFD1 (1000 – 3000 Hz)	N/A	0.5 PSI	1.5 PSI 10 seconds continuous	3.0 PSI 2 seconds continuous
HFD2 (3000 – 5000 Hz)	N/A	0.3 PSI	0.5 PSI 10 seconds continuous	1.0 PSI 2 seconds continuous

Fuente: *Elaboración propia*

Nivel 2:

Los límites dinámicos de Nivel 2 son altos niveles dinámicos que pueden causar daños al hardware de la turbina mucho más rápidamente que la dinámica del Nivel 1. Si se exceden estos límites durante una duración determinada, La turbina debe salir fuera de servicio para evitar daños en el hardware.

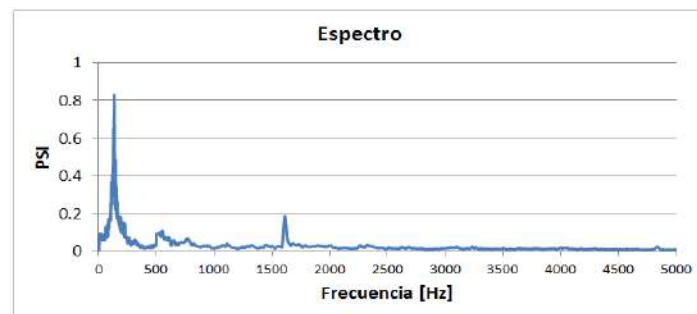
La dinámica se controlará de la siguiente manera:

CDMS proporcionara las siguientes señales:

- Amplitud máxima del pico de la cesta para cada banda LFD / IFD / HFD (64 señales).
- Frecuencia máxima de la cesta para cada banda LFD / IFD / HFD (64 señales).

- Amplitud máxima del pico de la turbina para cada banda LFD / IFD / HFD (4 señales).
- Frecuencia máxima de la turbina para cada banda LFD / IFD / HFD (4 señales).
- Comprobación de la calidad de la cesta (16 señales - 1 por cesta).
- 1 señal de disparo para cada nivel de alarma para cada banda de frecuencia (8 señales).

Gráfico 3: *Pruebas de espectros de laboratorio*



Fuente: *Elaboración propia*

Polarización del piloto para la protección de la turbina

En un CDMS activo se emplea una polarización piloto automática antes de que se active una descarga automática.

En un sistema pasivo las mismas líneas de guía se pueden emplear mediante polarización manual del piloto.

"Alarma de Nivel 1"

Forzar manualmente el piloto .25% en un intervalo. Después de polarizar .25% si la dinámica no borra el punto de ajuste, predisponga otro .25%. Bias hasta 2%, si la dinámica aún no borra el límite de alarma de nivel 1, inicie la descarga de la unidad hasta que se borre el nivel de alarma 1. Si la carga se reduce a la carga mínima, inicie una parada normal.

"Alarma de Nivel 2"

Manualmente predisponga el piloto .50% en un intervalo de hasta 2%.

Descarga para la protección de la turbina

LFD / IFD: Si el disyuntor del generador está cerrado y si se exceden los límites de nivel 2 para LFD o IFD durante más de 20 segundos, debe iniciarse manualmente una descarga. La velocidad de descarga debe ser la velocidad máxima de carga. La máquina debe descargarse hasta que se borre el nivel 2. Si la carga se reduce a la carga mínima, inicie una parada normal.

HFD: Si el disyuntor del generador está cerrado y si alguno de los límites de nivel 2 para HFD se excede durante más de diez segundos, se debe iniciar manualmente una descarga. La velocidad de descarga debe ser la velocidad máxima de carga. La máquina debe descargarse hasta que se borre el nivel 2. Si la carga se reduce a la carga mínima, inicie una parada normal.

SUPERVISIÓN

La dinámica variará más durante las condiciones de cambio de carga, transitorios y por encendido y puesta en marcha, que, durante el funcionamiento en estado estacionario, pero aún necesita ser monitoreada en operaciones de estado estacionario.

- a) La dinámica debe estar bajo los límites definidos en todo momento durante el funcionamiento.
- b) Si la dinámica se observa en niveles superiores a los límites proporcionados anteriormente, compruebe las siguientes condiciones:
 - Espacio y variación de temperatura de la trayectoria de la hoja. Anote cada valor.
 - Observe la carga actual
 - Tenga en cuenta el escenario operativo CT (cambio de carga, estado estacionario, encendido, etc.)

- Observar las condiciones normales de la planta (fluctuaciones del suministro de gas, cambios drásticos en el medio ambiente, etc.)
- Observe si los transitorios dinámicos son intermitentes o continuos.
- Observe si el evento solo se ve en una canasta.

Los equipos probados y a instalar, para este proyecto son:

- 16 sensores acelerómetros CP 235 (Vibro meter).
- 16 acondicionadores de señal IPC 704 (Vibro meter).
- 16 separadores galvánicos GSI-130 (Vibro meter).
- 1 analizador VM-600 (Vibro meter).
- 2 fuentes de alimentación RPS-6U (Vibro meter).

- a) **Sensor CP 235**: Este sensor contiene un transductor de material piezoeléctrico. El material piezoeléctrico se pone en contacto con el medio, en el cual se desea verificar las pulsaciones, en este caso la canasta de combustión, donde por efecto nos generara una señal de presión dependiendo de la carga de trabajo. En el anexo 1, detallo su data sheet.

Gráfico 4. *Sensor CP-235*



Fuente: *Meggitt – Vibrometer*

- b) **Acondicionador de señal IPC 704**: El sensor de presión piezoeléctrico CP235 es conectado al acondicionador de señal IPC 704. Este recibe la señal en el orden de los pC y de salida tiene una señal en el intervalo de

[-5,5] mA. La señal es capaz de viajar largas distancias sin el problema de atenuación que se tiene cuando se transmite información modulada en el voltaje. Esta señal viaja desde el Enclosure de la turbina de gas hasta el panel de comunicación que se encuentra en el paquete eléctrico. En el panel de comunicación se encuentra el equipo VM 600 y el GSI-127. El GSI-127 recibe la información modulada en la señal de corriente y tiene como salida la información modulada en voltaje. Esta señal de voltaje entra al módulo de Inputs del VM600 y luego este se comunica con el CPU del VM600 por protocolo Modbus.

Se encarga de modular el valor de carga del material piezoeléctrico, luego de la presión aplicada sobre este, en una señal de corriente. Esta señal es transmitida por dos cables. Las salidas son en los puntos etiquetados como +24V y COM. Modular la información en una señal de corriente permite, a la señal viajar mayor distancia sin tener problemas de atenuación como cuando se usa la señal de voltaje para modular la información. En el anexo 2, detallo su data sheet.

Gráfico 5. *Acondicionador de señal IPC-704*



Fuente: *Meggitt-Vibrometer*

- c) **Separador Galvánico GSI-127:** El dispositivo GSI-127 se encarga de alimentar al acondicionador de señal (IPC-74). Además, recibe la señal del IPC-74 (la cual tiene la información modulada en una señal de

corriente) y se obtiene de salida una señal proporcional de voltaje. La señal de voltaje va hacia la tarjeta de entrada/salida IOC 16T VIBROMETER dentro del equipo VM 600. En el anexo 3, detallo su data sheet.

Gráfico 6. *Separador Galvánico GSI-127*



Fuente: *Meggitt-Vibrometer*

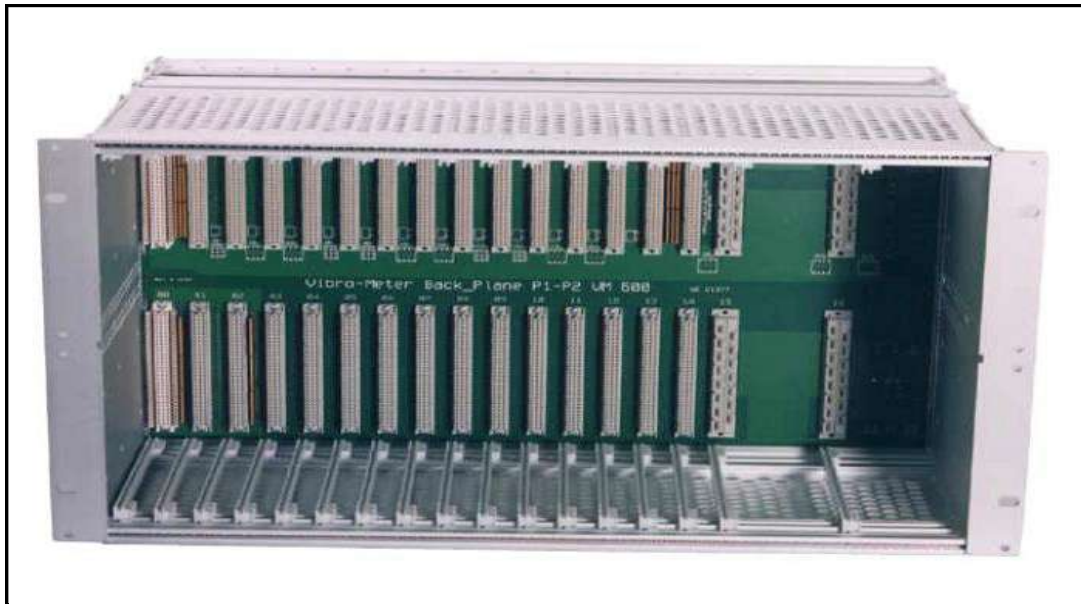
- d) **Analizador VM-600:** Este equipo de monitoreo por condición es usado para aplicaciones industriales, principalmente para monitorear la condición de máquinas rotatorias y dinámica de combustión. Está compuesto por un conjunto de tarjetas que trabajan en conjunto para recibir señales de monitoreo de campo, procesar estas señales, mostrar los resultados y mostrar un diagnóstico en base a información recibida (alarmas). Las tarjetas son organizadas en slots, les detallare su data sheet en el anexo 4.

Gráfico 7. *Analizador VM-600*



Fuente: *Meggitt-Vibrometer*

Gráfico 8. *Bastidor del analizador VM-600*



Fuente: *Meggitt-Vibrometer*

- e) **RPS-6U:** Esta unidad cumple la función de fuente de alimentación. Transforma el nivel de voltaje continuo disponible en la planta a un nivel de voltaje requerido por el equipo. En este caso, la unidad RPS 6U es alimentada por +24 VDC y alimenta a las demás tarjetas con + 5 VDC y +12 VDC. En la Ilustración 18 se observa que hay dos unidades RPS 6U para tener redundancia y evitar que el equipo pierda alimentación ante la falla de una de las fuentes. También se cuenta con 4 diodos emisores de luz (LED) para el monitoreo. El principal led de monitoreo DC es verde e indica que la alimentación de +24 VDC está conectada. Los LEDs +5V, +12V y -12V son amarillos e indican si la unidad está funcionando correctamente. Se detalla su data sheet en el anexo 5.

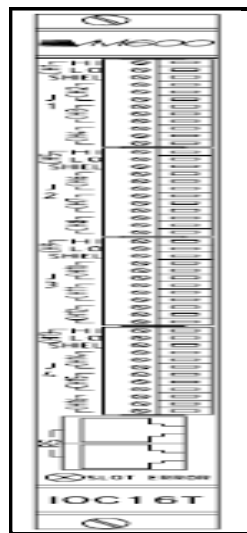
Gráfico 9. Fuente de alimentación RPS 6U



Fuente: Meggit - Vibrometer

- f) **Tarjeta XIO 16T:** Se ubica en la parte posterior del VM600. Es una tarjeta interface que acondiciona las señales recibidas de los sensores ubicados en los combustores, para luego ser procesadas en la tarjeta XMV 16. La tarjeta elimina los acoplamientos electromagnéticos y sobre-voltajes en las señales. Las tarjetas XIO 16T tienen 48 borneras, las cuales dan capacidad para conectar 16 sensores. La información de cada sensor va dentro de tres borneras, estas tres borneras representan un canal. En la vista frontal de la tarjeta se observa un LED denominado SLOT ERROR, este LED indica si la tarjeta ha sido instalada en el rack correcto. Estas tarjetas trabajan en conjunto con las tarjetas XMV 16 y siempre debe ir conectada en el rack detrás de esta. Además, se observan dos conectores RJ para comunicación serial de forma aislada. Otra forma de comunicarse con el XIO 16T es vía Ethernet a través del CPU. El XIO 16T es capaz de acondicionar no solo señales de dinámica de combustión, sino también acelerómetros. Según el tipo de señal que se recibe en los canales, se debe seleccionar una configuración en los micro-switches (DILs) de la tarjeta. Se detalla su data sheet en el anexo 6.

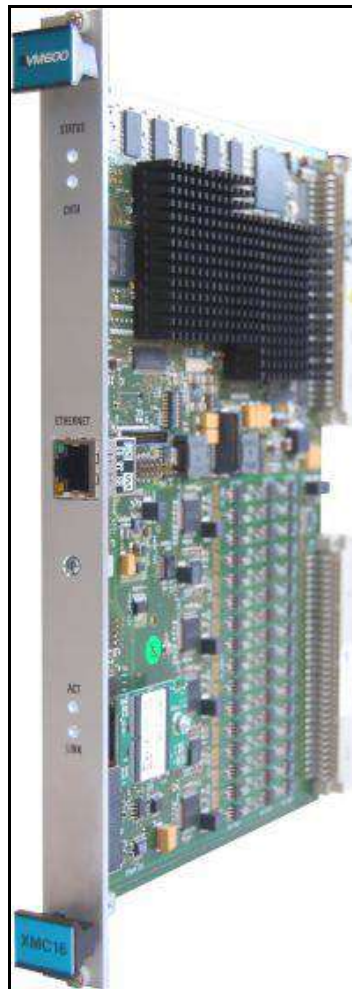
Gráfico 10. *Acondicionador de señal XIO 16T*



Fuente: *Meggitt – Vibrometer*

- g) **Tarjeta XMV-16:** Es la más importante del equipo VM600. Recibe las señales analógicas filtradas de la tarjeta XIO 16T. Será la encargada de realizar la digitalización de la señal analógica de los sensores y el procesamiento de esta información para estimar los espectros de frecuencia usando el algoritmo de la transformada rápida de Fourier. Posteriormente, la información será enviada al CPU a través del BACKPLANE por el bus VME. Se detalla su data sheet, en el anexo 7.

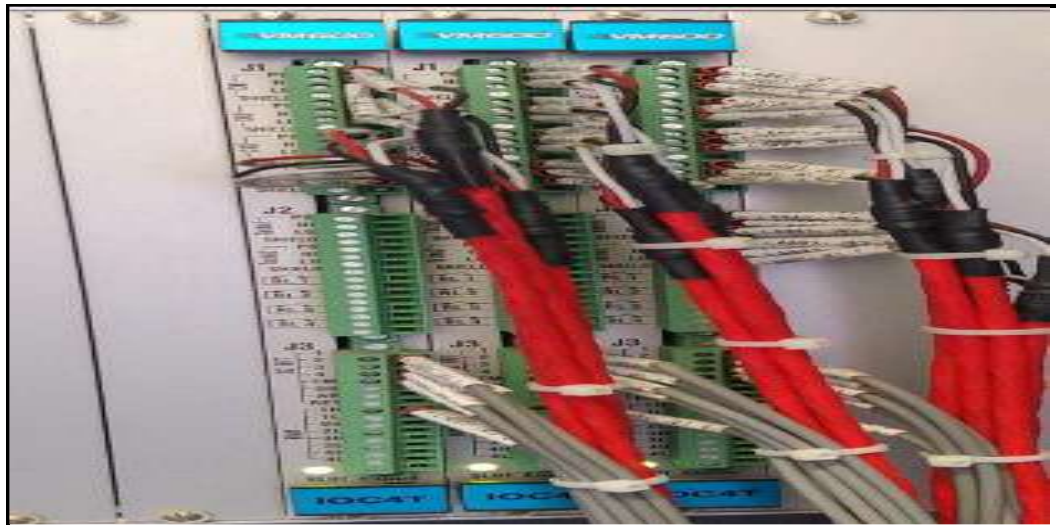
Gráfico 11. Tarjeta inteligente XMV – 16



Fuente: Meggit - Vibrometer

h) **IOC 4T:** Tarjeta de interface que trabaja en conjunto con la tarjeta MPC 4. Esta tarjeta puede recibir señales de los acelerómetros y sensores de velocidad. Esta tarjeta es encargada de filtrar y adaptar la señal para que luego sea procesada por la tarjeta MPC 4. A estas tarjetas llegan las vibraciones de los cojinetes instalados en la turbina de izquierda a derecha llegan la información de los correspondientes cojinetes: GEN. TURB. END / START, TURBINE INLET, TURBINE EXHAUST. Se detalla su data sheet, en el anexo 7.

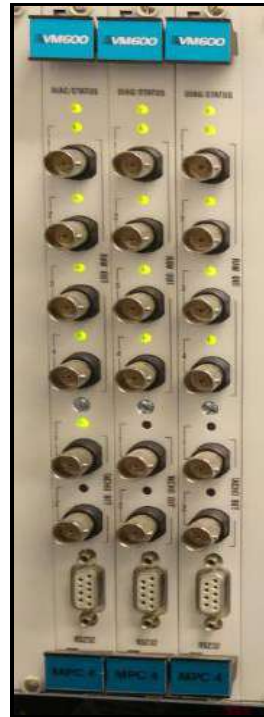
Gráfico 12. Tarjeta interface IOC - 4



Fuente: Meggit – Vibrometer

i) **Módulo MPC-4:** Esta tarjeta procesa la señal recibida del IOC 4T. Esta tarjeta es muy versátil y puede ser configurada para recibir y procesar señales de aceleración, velocidad, desplazamiento, vibración relativa y absoluta, etc. El procesamiento realizado en esta tarjeta incluye: Integración o diferenciación, rectificación (RMS, valor promedio, valor pico, valor pico-pico) y medir fase y amplitud. Se detalla su data sheet, en el anexo 8.

Gráfico 13. Tarjeta de procesamiento MPC – 4



Fuente: Meggit – Vibrometer

- j) **CPU-M:** Es la Unidad Central de Procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés), tarjeta principal del equipo que está ubicada en la parte frontal izquierda como se muestra. Se encarga de la gestión de todas las tarjetas del equipo. A través del CPU M se puede disponer de las diversas señales e información de las tarjetas. Todas las tarjetas del Vibro meter están comunicadas con el CPU M. Además, cuenta con una pantalla LCD que muestra información de alguna de las salidas procesadas por el equipo. También es posible visualizar la identificación de los Slots y el número de salidas obtenidas por el equipo. Los Leds indican el buen funcionamiento del equipo (OK), una señal de alerta (A) o algún peligro (D). El LED DIAG nos indica el estado de la tarjeta CPU M. El color verde indica un buen funcionamiento. Se detalla su data sheet, en el anexo 9.

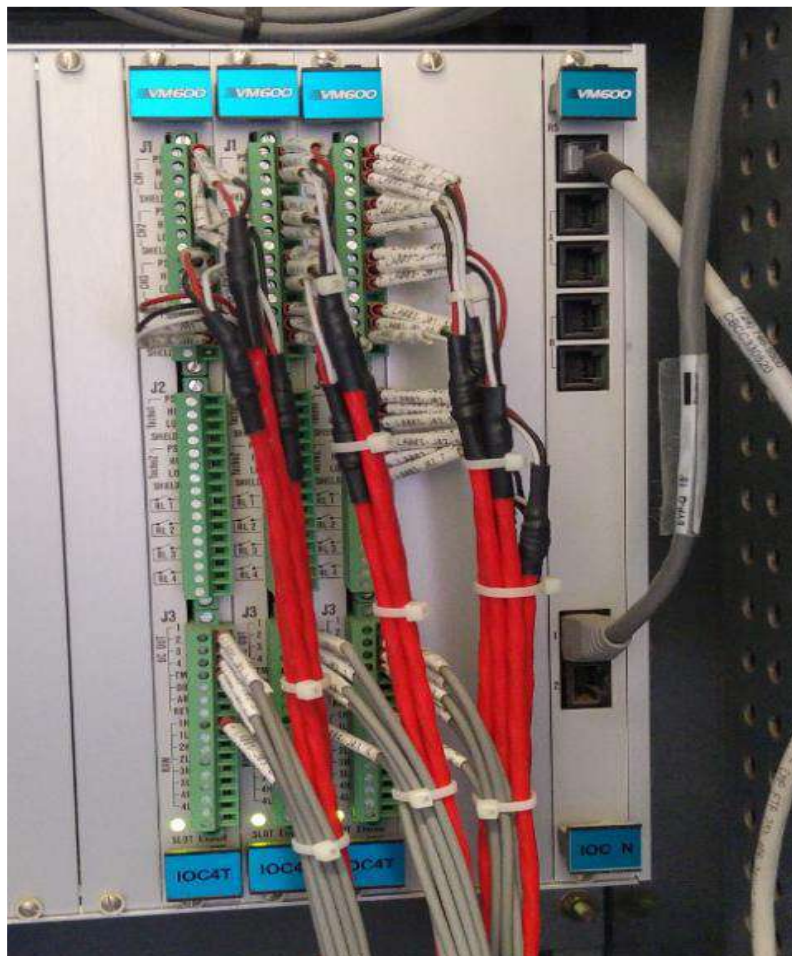
Gráfico 14. CPU – M



Fuente: Meggit – Vibrometer

- k) **Tarjeta IOC-N:** Es la tarjeta de red del VM600, se encarga de empaquetar toda la información del equipo en algún protocolo de comunicación para poder comunicarse con otros dispositivos, como una computadora que tenga el programa VM600 MPSx para realizar monitoreo remoto. Esta tarjeta de red es usada en conjunto con el CPU M, y le sirve de interface para realizar comunicación entre la información procesada por el CPU y equipos externos que también cuenten con una tarjeta de red. Se detalla su data sheet, en el anexo 10.

Gráfico 15. Tarjeta de red IOC – N



Fuente: Meggit – Vibrometer

El IOC N dispone de cinco puertos de comunicación serial (RS, dos puertos A y dos puertos B). Los puertos A y B pueden ser usados para configurar algunas de las tarjetas del VM600 que cuenten con un puerto serial tipo RS-485. Adicionalmente, cuenta con dos puertos Ethernet (Puerto 1 y 2) como se muestra.

Gráfico 16. 5 puertos serial RS-485



Fuente: Meggit – Vibrometer

Gráfico 17. 2 puertos Ethernet



Fuente: Meggit – Vibrometer

La comunicación entre las tarjetas y el CPU M se realiza mediante el bus VME. Por otro lado, las tarjetas XIO 16T reciben la señal de los sensores ubicados en las canastas de combustión y acondiciona las señales para que luego estas sean procesadas por la tarjeta CMC 16. En esta tarjeta se estima el espectro de la señal de vibraciones. Si una computadora conectada al equipo Vibrometer solicita la información del espectro del combustor 10, la petición ingresa por la tarjeta IOC N y es transmitida a la tarjeta CPU M. Esta tarjeta es la que gestiona las instrucciones a realizarse. El CPU M solicita la información a la tarjeta CMC 16, la cual envía al CPU M mediante el bus VME. Luego el CPU M pone esta información a disposición de la tarjeta IOC N para que sea enviada a la computadora que solicitó la información.

COMUNICACIÓN DEL EQUIPO VM600 CON LA RED Y SALA DE CONTROL

Podemos comunicarnos con los equipos VM600 de cada turbina de gas de dos maneras. La primera forma es mediante la computadora ubicada en sala de control usada solo para el monitoreo de vibraciones. La segunda manera es conectarnos a la red “Application Bus”.

En la siguiente ruta se pueden encontrar los planos generales de la red industrial de la planta:

Y:\Mantenimiento\07 Área Proyectos & Ingeniería\08 THECHNICAL DATA\TECHNICAL DATA\00 GAS TURBINE\08 GT8\00 DRAWING\08 I&C. Debemos dirigirnos al archivo “TG8-009-T300 BUS CONFIGURATION”. En el plano “00CRN01.GN000” Hoja 005 podemos ubicar el equipo VM600 de la TG-8.

a) COMUNICACIÓN A LA RED “APPLICATION BUS”

Esta tarjeta IOC N, encargada de la comunicación del VM600. En la imagen se pueden observar 2 conexiones. La conexión superior corresponde a la comunicación serial mientras que la inferior a la comunicación Ethernet.

Para que el equipo VM600 se conecte con la red “APPLICATION BUS” se usa la conexión del puerto serial. El VM600 se conecta con el equipo “Telemecanique” el cual se encarga de convertir la información que se encuentra en protocolo de comunicación serial a TCP/IP usada en los puertos Ethernet. Luego de esto el equipo se conecta al switch industrial de la red “APPLICATION BUS”.

Gráfico 18. *Interface de comunicación*



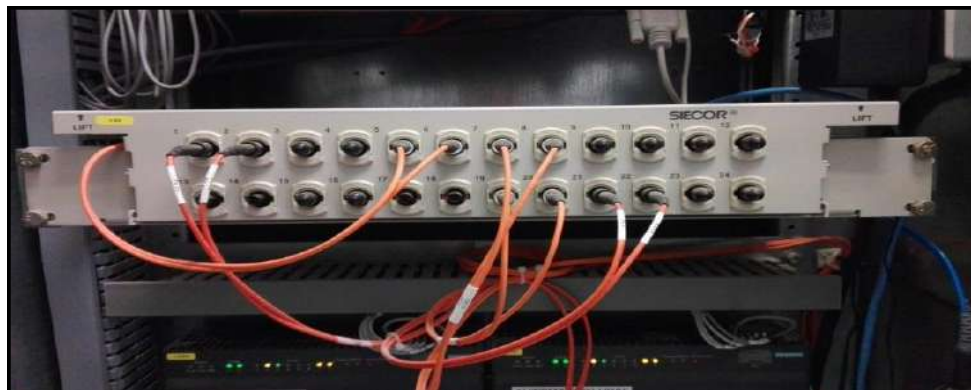
Fuente: *Siemens - Telemecanique*

b) COMUNICACIÓN CON SALA DE CONTROL

Para la comunicación con la computadora ubicada en Sala de Control se usa el puerto Ethernet del equipo VM600. Se muestran las conexiones hasta la computadora de sala de control, la salida del puerto Ethernet que pasa por un convertidor Ethernet/Fibra Óptica, luego el cable de fibra óptica pasa por 3 módulos SEICOR, que es solo un módulo de pase. Finalmente, se observa que el cable de fibra óptica va conectado a un convertidor de Fibra Óptica/Ethernet. La salida de este convertidor va conectada a un Switch (al cual también llegan las conexiones de las otras TG's) y finalmente la información de las 3 TG's va empaquetada hacia la computadora de monitoreo de vibraciones de las canastas de combustión. Se debe tomar en cuenta que esta computadora NO ESTA CONECTADA con ninguna de las redes de la planta. La información de vibraciones llega a través de la conexión serial que está conectada a la red "APPLICATION BUS".

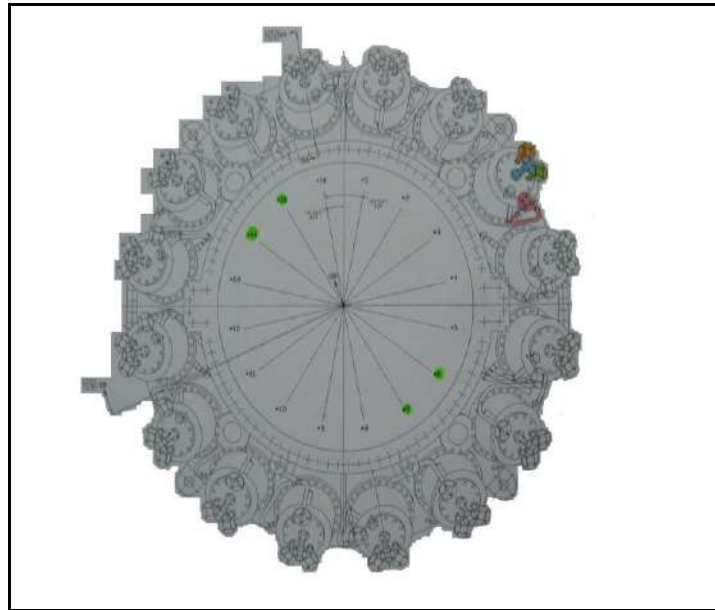
A continuación, presento los planos y ubicación del diseño del proyecto, como pantallazos del control de monitoreo:

Gráfico 19. *Convertidor de fibra óptica – Red Ethernet*



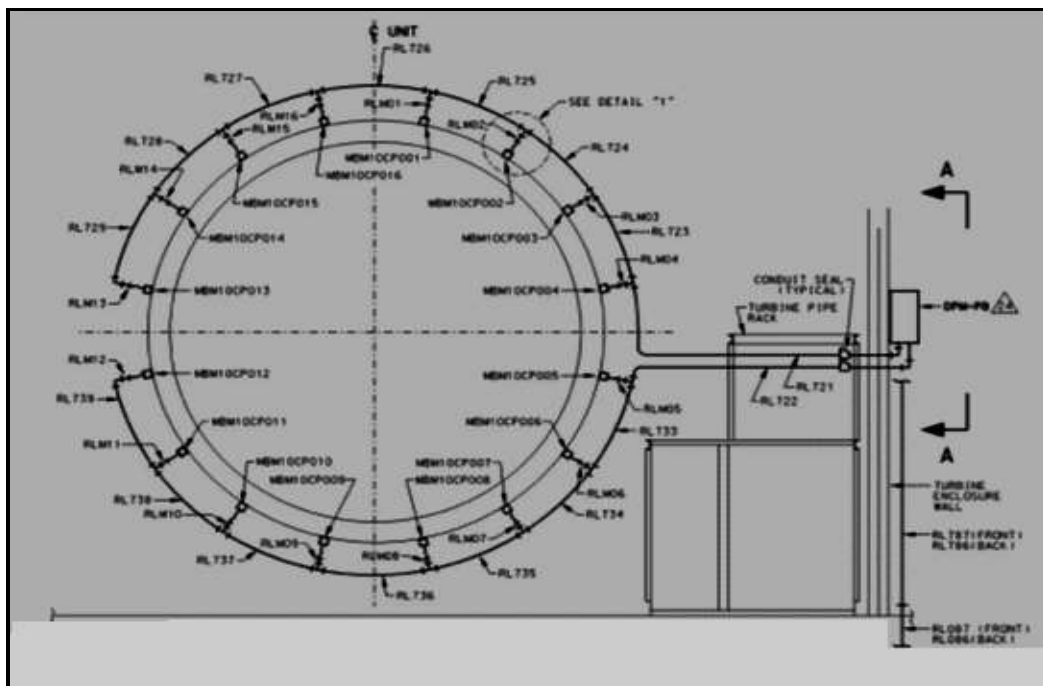
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 20. Distribución de los 16 quemadores – top hat



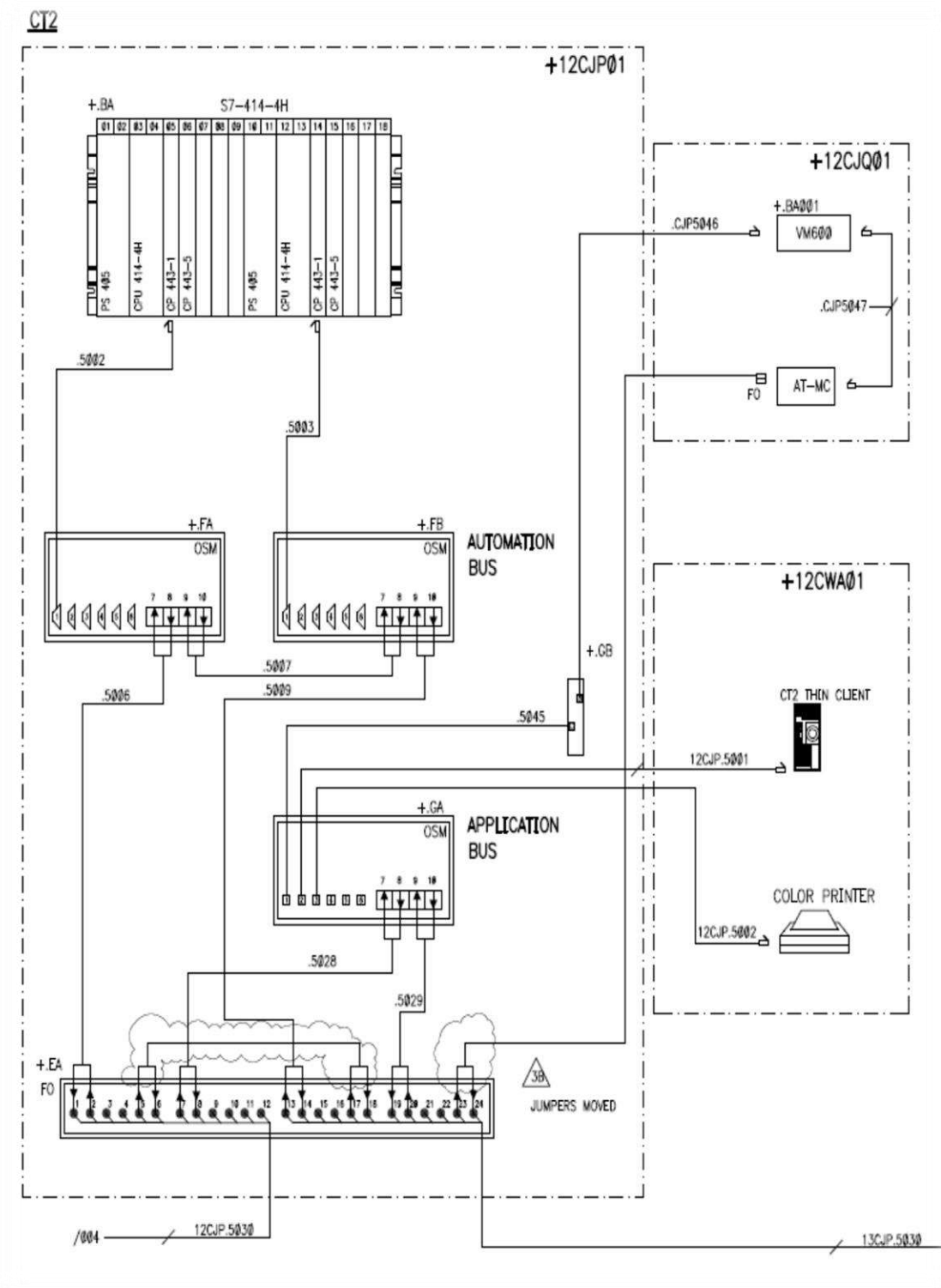
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 21. Ubicación de los sensores de monitoreo dinámicos



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 22. Plano de distribución del hardware de los equipos de control de monitoreo en el PCC

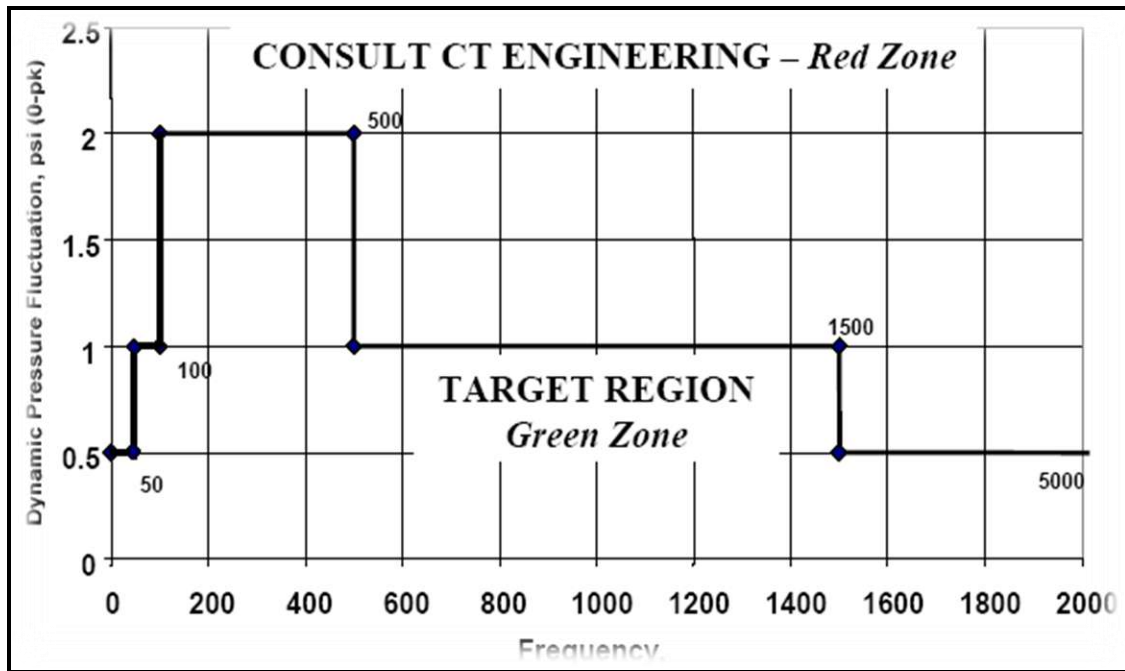


Fuente: *Elaboración propia*

3.2 Conclusiones.

- Se realizó la implementación del sistema de acelerómetros basado en la instalación, interconexión, configuración, programación y puesta en marcha de todo el equipamiento indicado en el ítem 3.1. para la corrección y eliminación de los dinámicos de combustión evitando de esta manera las emisiones de NOx elevadas, temperaturas controladas, bajas pulsaciones de presión, llama estable, entre otros efectos favorables.
- Se aseguró una corriente de gases continua hacia la turbina, ya que ante un evento de dinámicos elevado en la turbina, automáticamente corregirá la estabilidad incrementando el flujo por la etapa Piloto de GN, y en caso permanezca elevado la dinámica de combustión se rechazará carga (5MW) hasta que la dinámica haya bajado, incluso puede seguir descargando varias veces hasta salir de paralelo si esta Dinámica permanece elevada.
- Se logró mantener una temperatura constante de los gases de combustión que ingresan a la misma según el proceso de potencia de trabajo controlada por el equipamiento mencionado en el ítem 3.1.
- Se logró la máxima eficiencia de combustión, es decir producir la menor cantidad de inquemados de CO, CH y MP (material particulado). Para ello se muestra un cuadro del combustor y los controles de modo que la dinámica esté dentro de los niveles mostrados como la "zona verde". La zona roja es el área de ondas de presión dinámica excesiva. Cuando se encuentran con dinámicas inaceptables hay una serie de acciones que se pueden tomar para aliviar la situación. Típicamente, el principio general es éste: cuanto más caliente es la zona de la llama, más estable es la llama. Una llama más estable se traduce en una dinámica más baja.

Tabla 3. Zonas de trabajo, según rango de colores



Fuente: *Elaboración propia*

- Como resultado se logró minimizar la caída de presión dentro de la cámara a fin de minimizar las caídas de presión entre el compresor axial y la turbina, según lo expuesto anteriormente en el resto de conclusiones.

3.3 Recomendaciones.

Los eventos dinámicos típicos se manifiestan en más de una cesta del combustor al mismo tiempo. La respuesta dinámica en una sola cesta podría atribuirse a problemas de instrumentación o a problemas de hardware en una cámara de combustión particular. Los problemas de hardware pueden ser verificados con otras indicaciones, como la medición de temperatura en la ruta de alabes. Para verificar esta condición, examine las cestas restantes para la dinámica y evalúe su condición. El calibrador puede usarse para verificar la respuesta a través del sistema. Es posible que se requiera quitar o reemplazar un transductor malo, lo cual no se puede hacer en línea.

Si la dinámica es alta en una de las cestas inferiores mientras que otras cestas tienen lecturas bajas, esto puede ser causado por la recolección de agua en los tubos de amortiguación.

Otras recomendaciones para tener en cuenta:

Causas de las fluctuaciones dinámicas de la presión en el Combustor

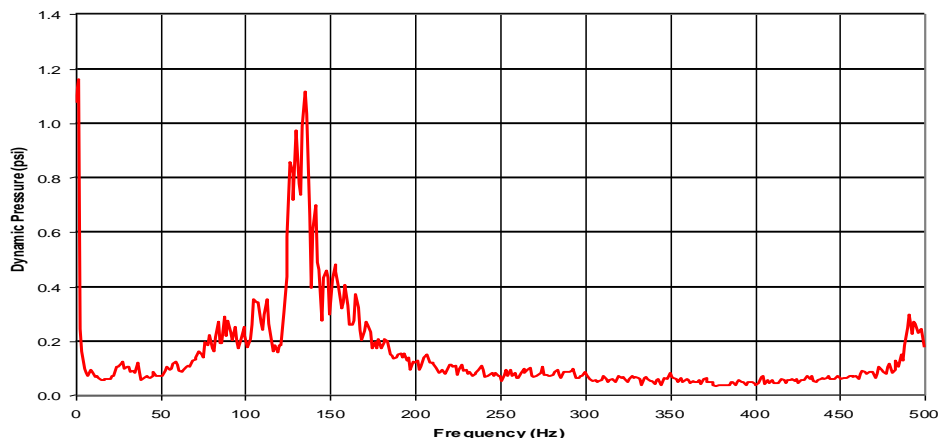
a) Causas:

- Operaciones de baja carga de retorno entre la cámara de combustión y el sistema de combustible.
- Resonancia de respaldo a través de líneas de combustible.
- Las condiciones ambientales también tienen efecto. Las turbinas en climas fríos son más susceptibles a fenómenos dinámicos.
- Las altas temperaturas del gas pueden afectar negativamente la dinámica

b) Dinámica de baja frecuencia a 25 Hz (+/- 10 Hz)

- **Causa:** La llama es sobre soplar hacia fuera en el límite magro
- **Efecto:** La unidad se disparará si sopla la llama.

Gráfico 22. *Causas y efectos de la dinámica de combustión*

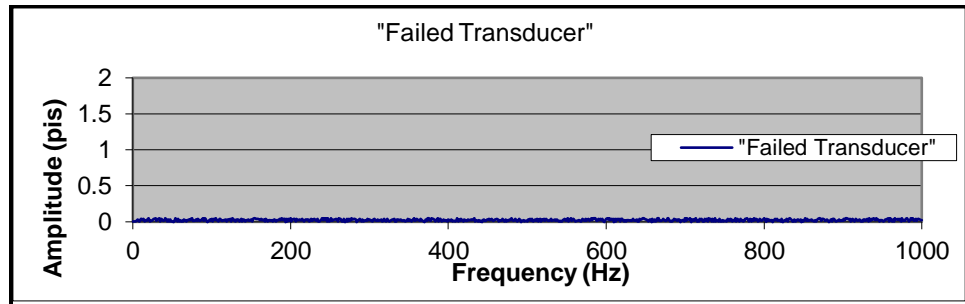


Fuente: Elaboración propia

Identificación de señales erróneas

- a) **Transductor por falla de presión:** Si un transductor falla, la amplitud de la señal dinámica será muy baja y no tendrá ningún pico notable en los espectros de frecuencia.

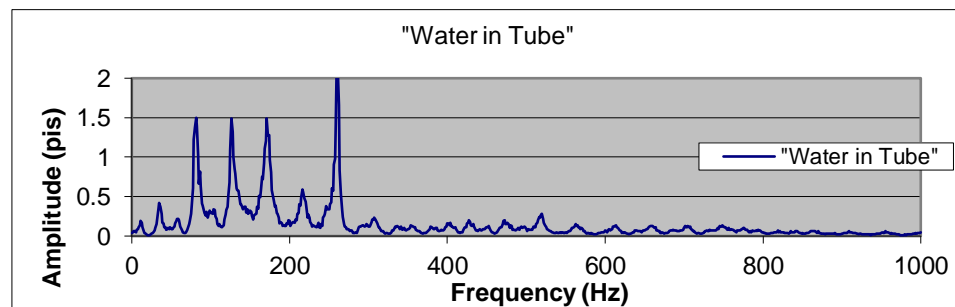
Gráfico 23. Señal de transductor en falla



Fuente: *Elaboración propia*

- b) **Condensación absorbida en los tubos de amortiguación:** Algunas cámaras de combustión en la mitad inferior de la turbina han experimentado la absorción de agua en los tubos de amortiguación. Si esto ocurre, la señal dinámica se amplificará en algunos rangos de frecuencias y se atenuará en otros. Este fenómeno se denomina "timbre" y se caracteriza por un aspecto de diente de sierra a la señal dinámica.

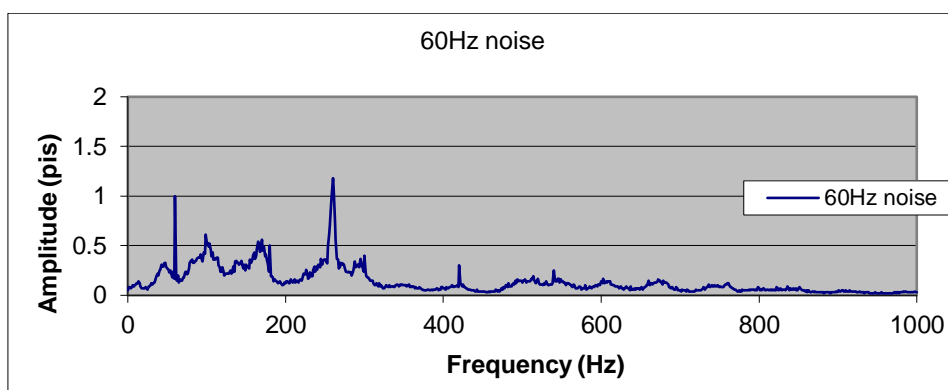
Gráfico 24. Señal por condensación absorbida



Fuente: *Elaboración propia*

- c) **Ruido de lectura del transductor:** En este caso, el espectro de frecuencia muestra altas lecturas a 60 Hz y sus armónicos (120 Hz, 180 Hz). Los picos dinámicos de combustión típicos (25 Hz, 130 Hz) pueden no ser visibles.

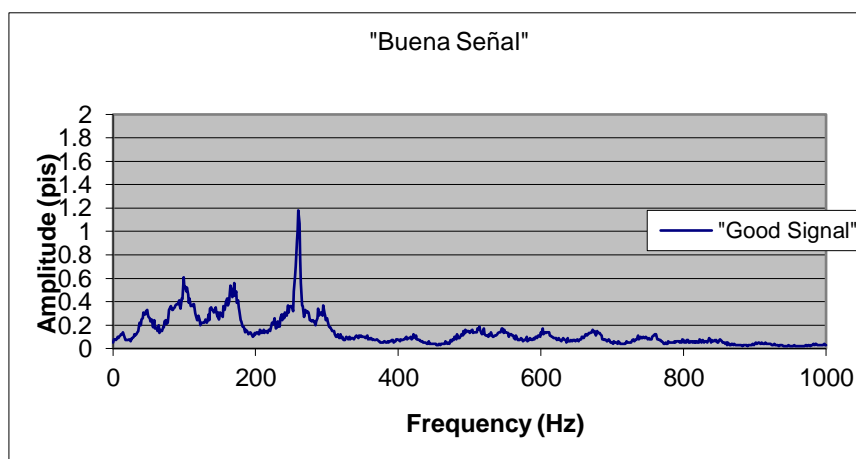
Gráfico 25. Lecturas con ruido del transductor



Fuente: *Elaboración propia*

- d) **Buena Señal**

Gráfico 26. Señal aceptable del sensor



Fuente: *Elaboración propia*

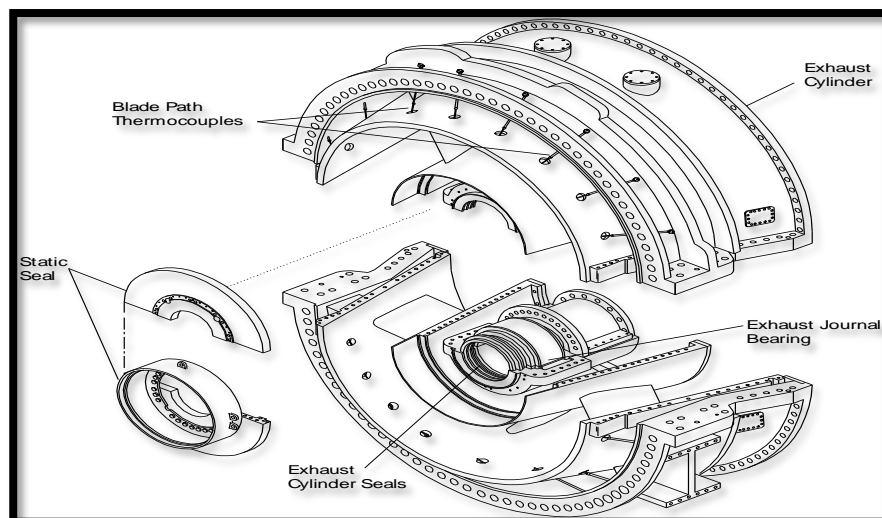
Cuando se verifica una señal errónea de uno de los transductores se confirma:

- Mala señal
- Lecturas erróneas
- Apagada la unidad, reemplace el transductor de presión y / o revise los tubos de amortiguación para la recolección de agua (dependiendo de la naturaleza del problema).
- Confirme que la lectura es buena cuando la unidad se pone en marcha.

Dieciséis termocuplas están insertadas según el diseño para el control de temperatura en cada quemador, se insertan a través de tubos guía dispuestos alrededor del cilindro de escape de la turbina de combustión.

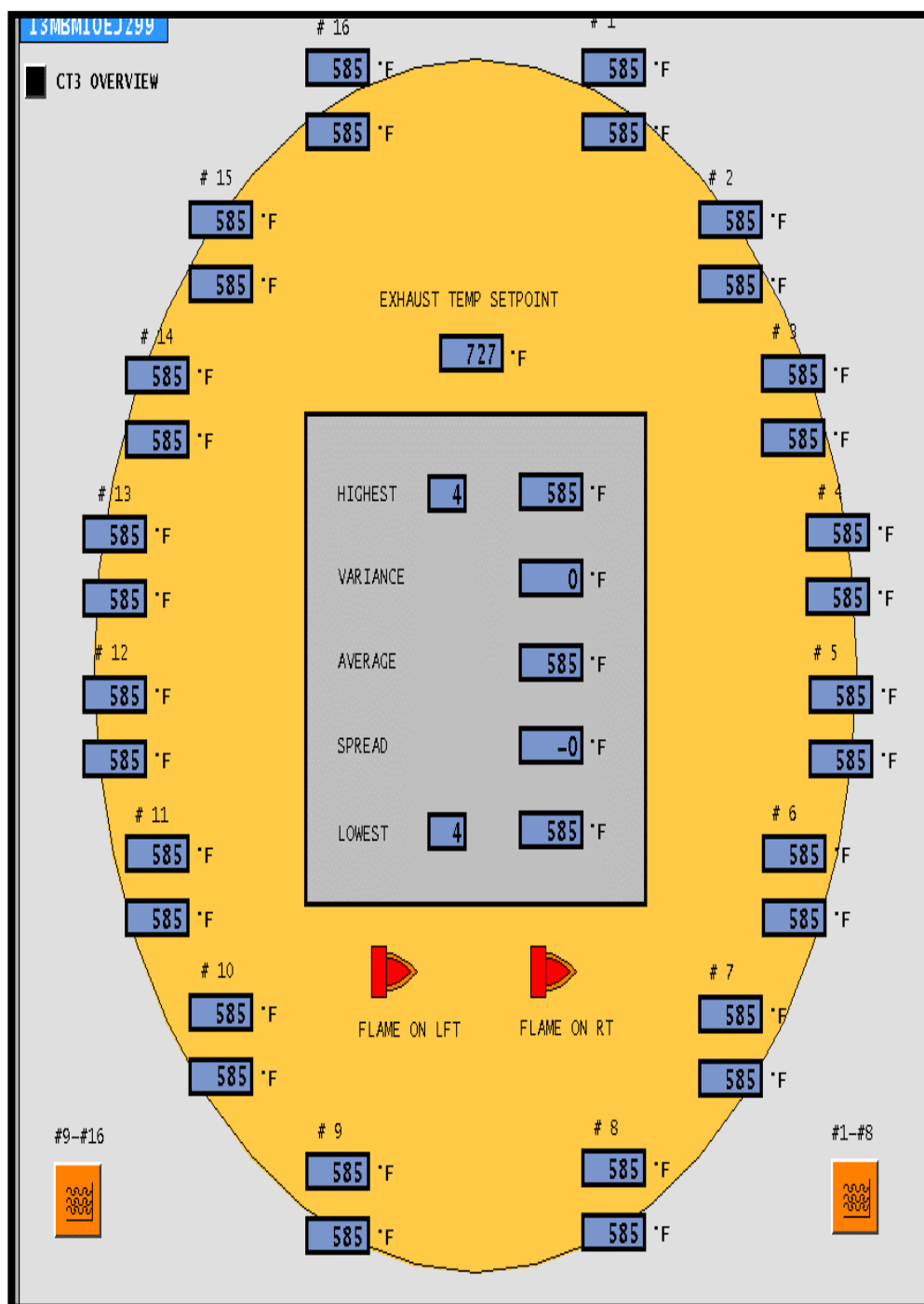
La supervisión del conjunto de alabes y la variación de temperatura es una buena indicación de un fallo de hardware. Por eso, es importante el monitoreo en tiempo real de la temperatura.

Gráfico 27. *Ubicación de las 16 termocuplas del quemador*



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 28. Monitoreo de temperaturas de los 16 quemadores



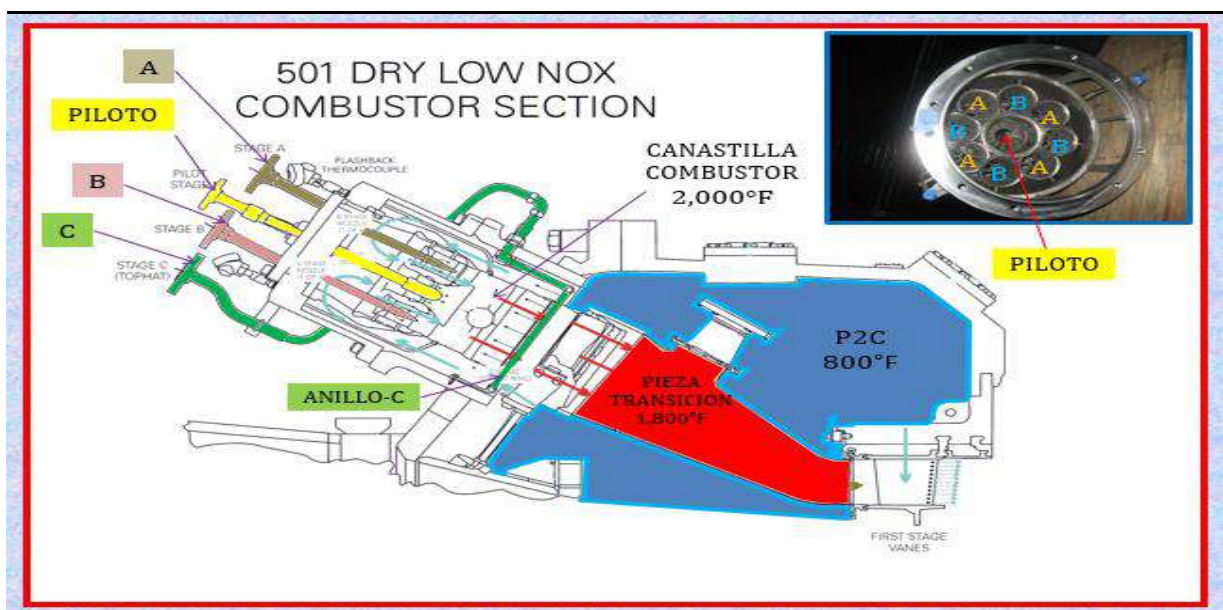
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 29. *Basket en buenas condiciones*



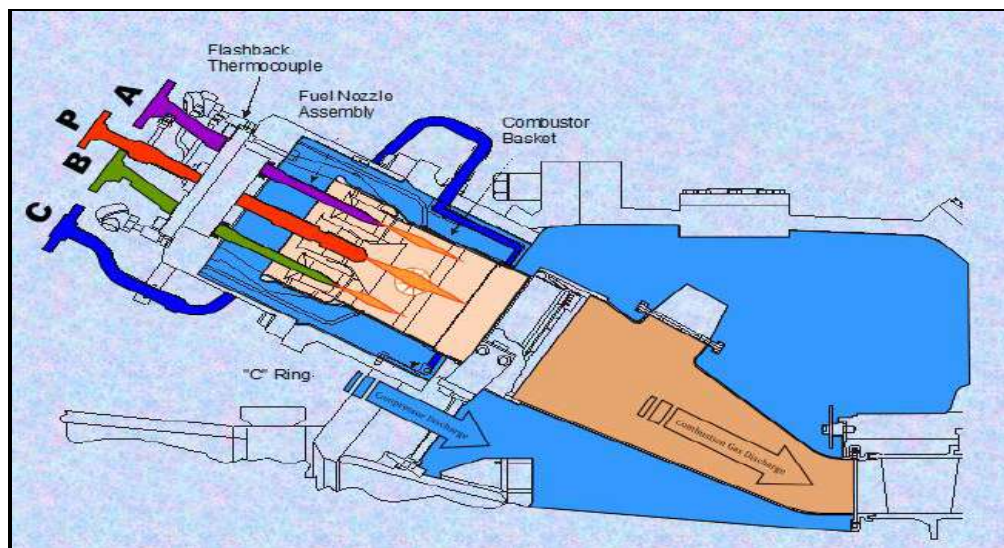
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 30. *Dibujo esquemático general de las 3 partes del quemador*



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 31. Dibujo esquemático general del direccionamiento de gases



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 32. Comportamiento del arranque de turbina sin sincronización a la red

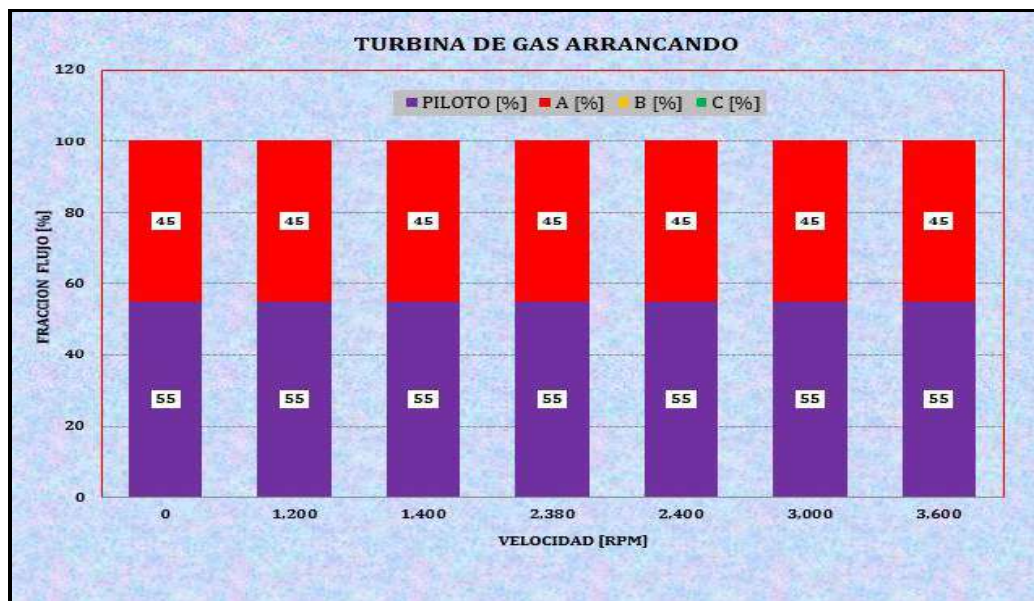
FLUJO DE GAS EN VALVULAS DE CONTROL CON TURBINA DE GAS ARRANCANDO :

VELOCIDAD [RPM]	PILOTO [%]	A [%]	B [%]	C [%]	FLUJO TOTAL [%]
0	55	45	0	0	100
1,200	55	45	0	0	100
1,400	55	45	0	0	100
2,380	55	45	0	0	100
2,400	55	45	0	0	100
3,000	55	45	0	0	100
3,600	55	45	0	0	100

SIN CARGA

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 33. Turbina Arrancando y con fracción de flujo de etapas P y A



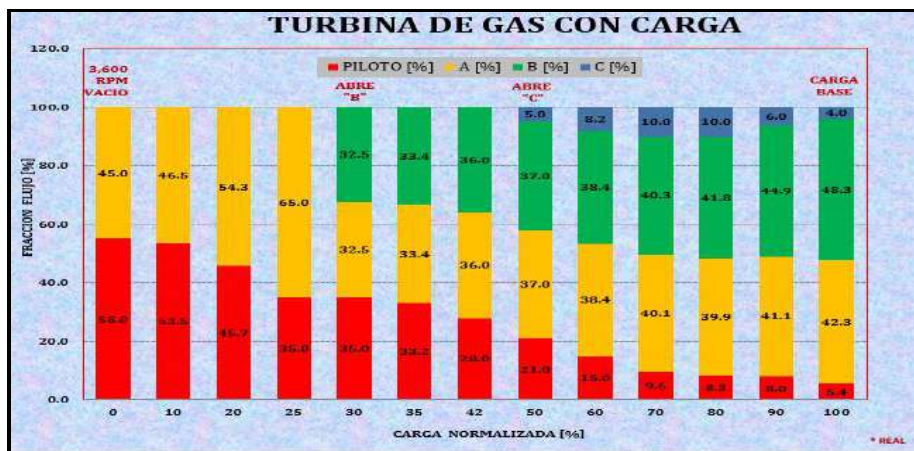
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 34. Comportamiento del arranque de turbina con sincronización a la red

TURBINA DE GAS CON CARGA :						
CARGA NORMALIZADA [%]	PILOTO [%]	A [%]	B [%]	C [%]	FLUJO TOTAL [%]	
0	55.0	45.0	0.0	0.0	100.0	3,600 RPM
10	53.5	46.5	0.0	0.0	100.0	
20	45.7	54.3	0.0	0.0	100.0	
25	35.0	65.0	0.0	0.0	100.0	
30	35.0	32.5	32.5	0.0	100.0	ABRE "B"
35	33.2	33.4	33.4	0.0	100.0	ABRE "C"
42	28.0	36.0	36.0	0.0	100.0	
50	21.0	37.0	37.0	5.0	100.0	
60	15.0	38.4	38.4	8.2	100.0	
70	9.6	40.1	40.3	10.0	100.0	
80	8.3	39.9	41.8	10.0	100.0	
90	8.0	41.1	44.9	6.0	100.0	
100	5.4	42.3	48.3	4.0	100.0	

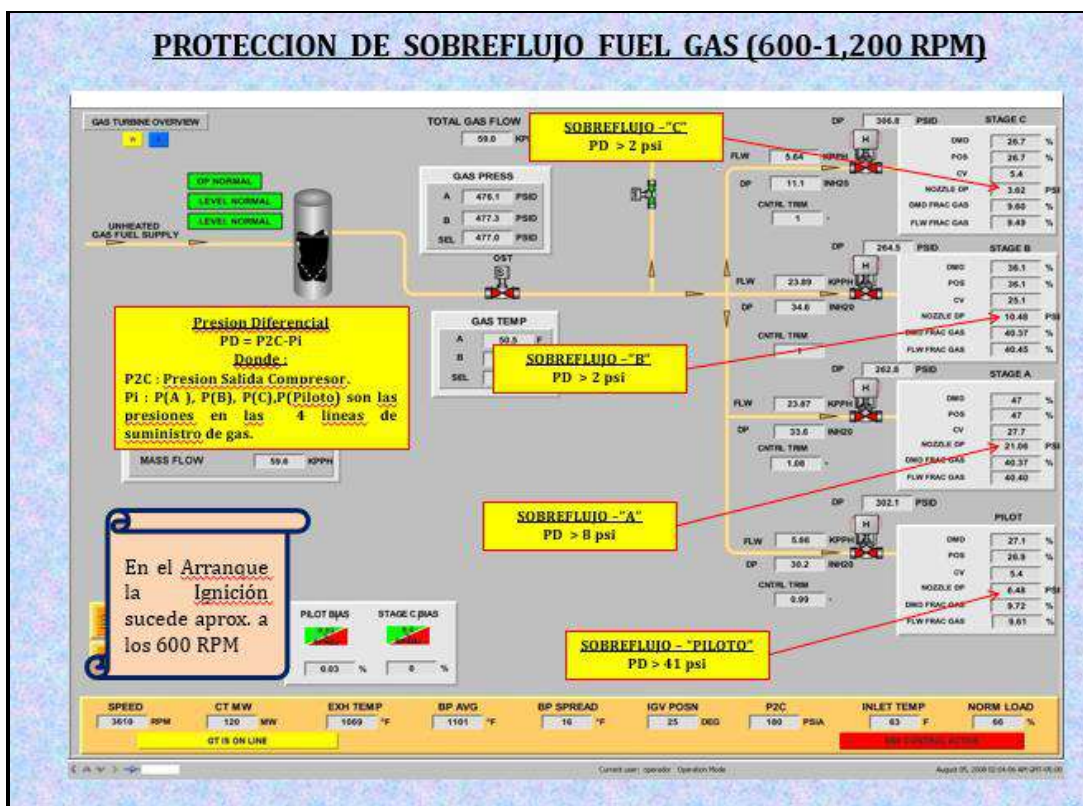
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 35. Turbina arrancando y con fracción de flujo de etapas P, A, B y C



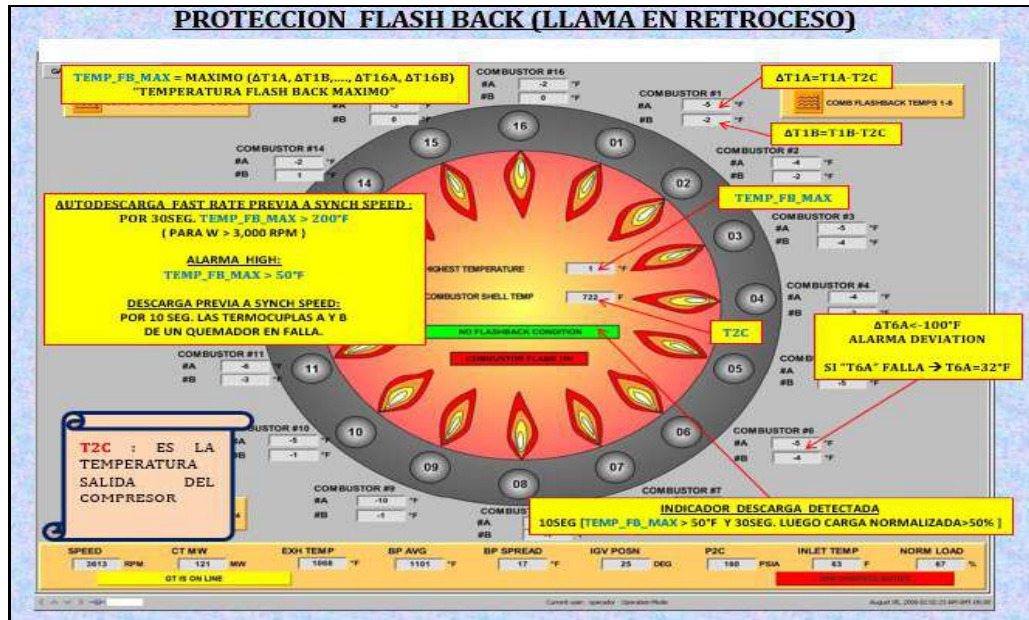
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 36. Control del sistema de gas de la turbina



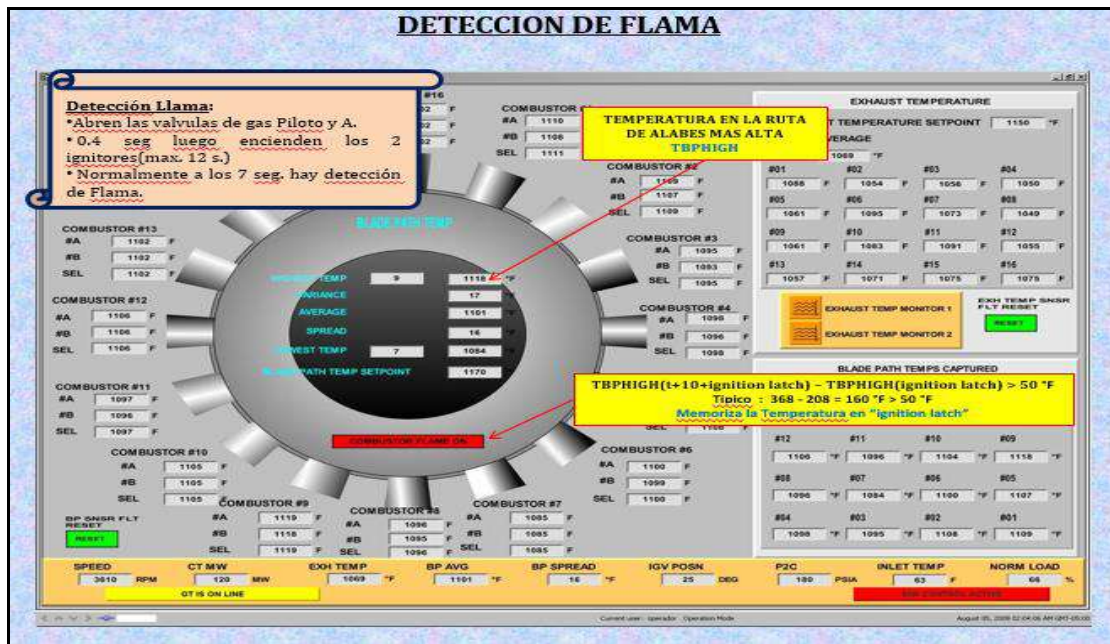
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 37. Control de monitoreo de los quemadores



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 38. Control de temperaturas de los 16 quemadores aguas abajo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 39. Leyenda de niveles de protección de DMS

NIVELES DMS				
	NIVEL 0 [PSI]	NIVEL 1 [PSI]	NIVEL 2 [PSI]	NIVEL 3 [PSI]
LFD = [15-50]HZ	>0.25	>0.3	>0.4	
IFD1 = [50-100]HZ	>0.9	>1.2	>1.7	
IFD2 = [100-300]HZ	>1.25	>1.6	>1.9	
IFD3 = [300-500]HZ	>0.77	>1.0	>1.2	
IFD4 = [500-1K]HZ	>0.2	>0.4	>0.6	
HFD1 = [1K-3K]HZ		>0.2	>0.6	>1.2
HFD2 = [3K-5K]HZ		>0.2	>0.3	>0.6

LFD : DINAMICA DE BAJA FRECUENCIA.
 IFD1,IFD2,IFD3,IFD4 : DINAMICAS DE FRECUENCIA INTERMEDIA 1,2,3 Y 4.
 HFD1,HFD2 : DINAMICAS DE ALTA FRECUENCIA 1 Y 2.

NOTA : LOS NIVELES MOSTRADOS AQUÍ HACEN REFERENCIA AL VALOR PICO MAS ALTO PARA UNA BANDA DE ENTRE LOS 16 SENSORES DMS INSTALADOS EN LOS QUEMADORES.

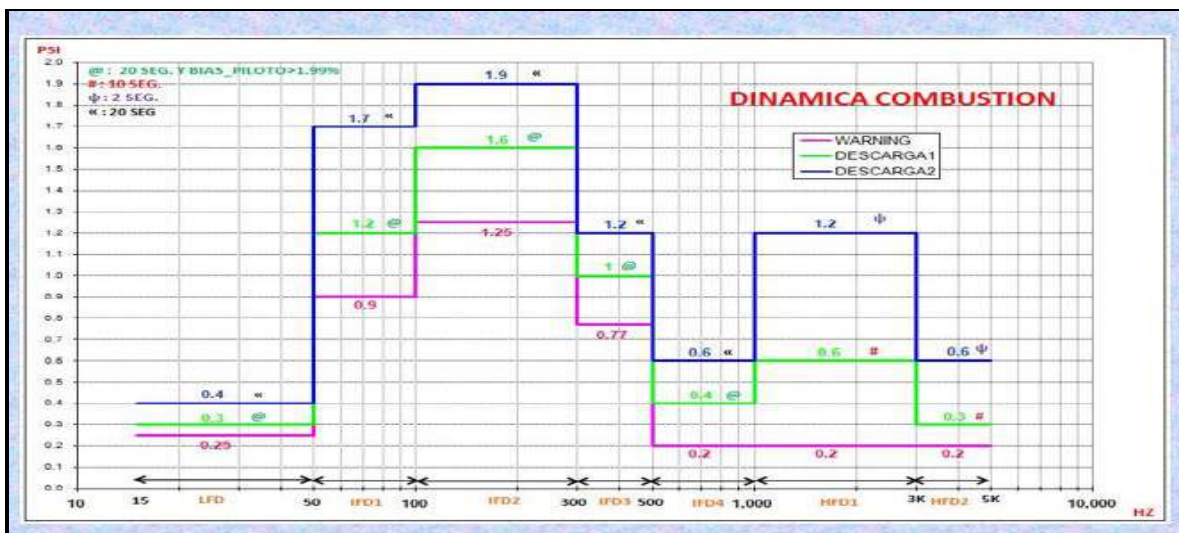
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 40. Leyenda de niveles de protección de DMS, detallado por colores

UNLOAD UNA VEZ SINCRONIZADO				
	NIVEL 0 [PSI]	NIVEL 1 [PSI]	NIVEL 2 [PSI]	NIVEL 3 [PSI]
LFD = [15-50]HZ	>0.25	>0.3 POR 20 SEG. Y BIAS_PILOTO>1.99%	>0.4 POR 20SEG.	
IFD1 = [50-100]HZ	>0.9	>1.2 POR 20 SEG. Y BIAS_PILOTO>1.99%	>1.7 POR 20SEG.	
IFD2 = [100-300]HZ	>1.25	>1.6 POR 20 SEG. Y BIAS_PILOTO>1.99%	>1.9 POR 20SEG.	
IFD3 = [300-500]HZ	>0.77	>1.0 POR 20 SEG. Y BIAS_PILOTO>1.99%	>1.2 POR 20SEG.	
IFD4 = [500-1K]HZ	>0.2	>0.4 POR 20 SEG. Y BIAS_PILOTO>1.99%	>0.6 POR 20SEG.	
HFD1 = [1K-3K]HZ		>0.2 WARNING	>0.6 POR 10SEG.	>1.2 POR 25SEG.
HFD2 = [3K-5K]HZ		>0.2 WARNING	>0.3 POR 10SEG.	>0.6 POR 25SEG.

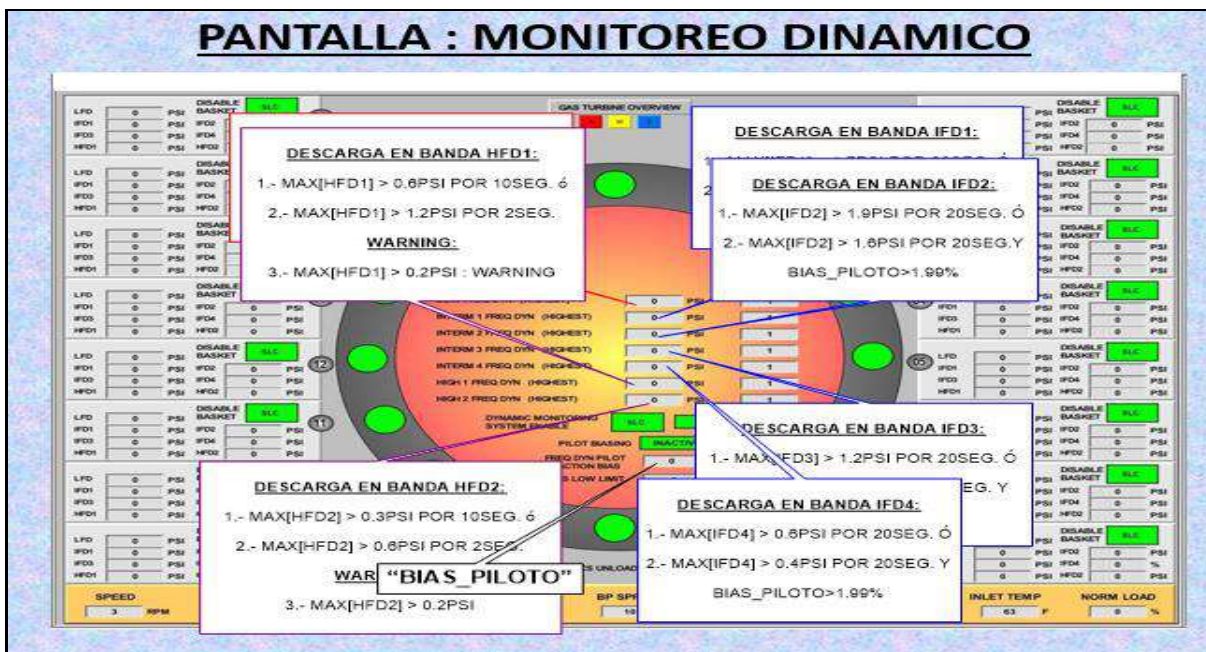
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 41. Vista el DMS desde la estación de ingeniería



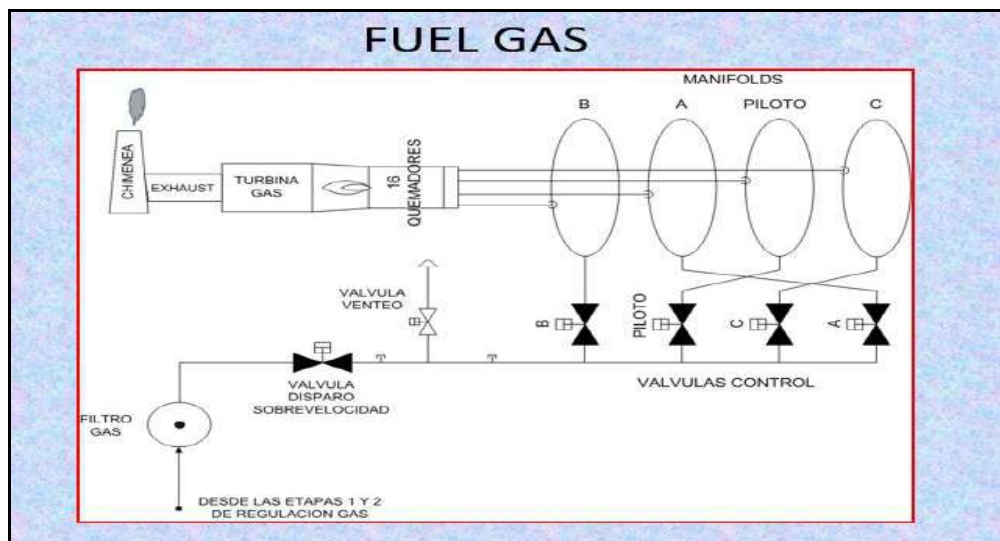
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 42. Control del monitoreo dinámico de la cámara de combustión



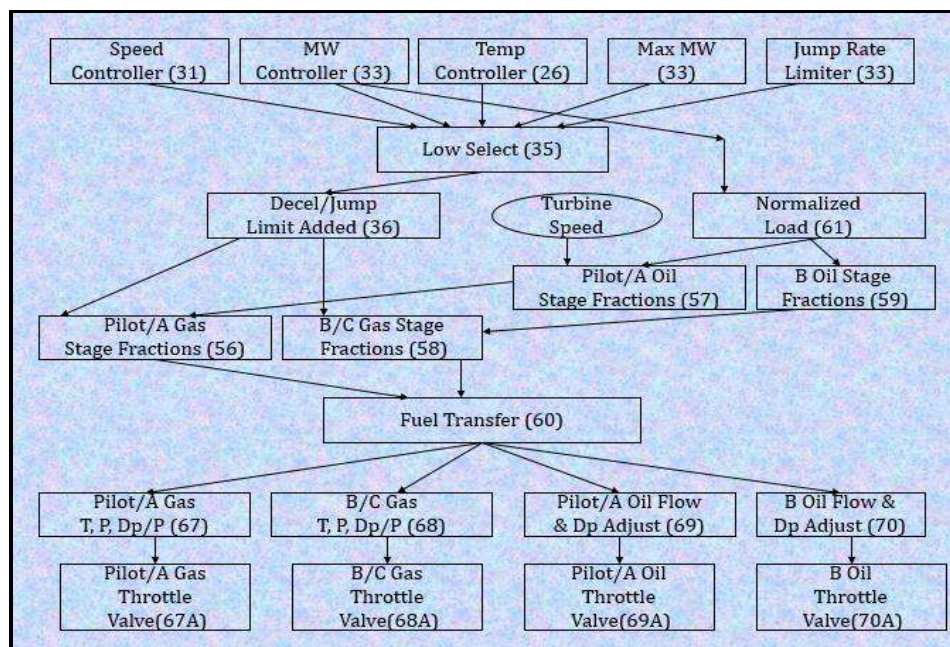
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 43. Distribución del ingreso de gas a la turbina en P + I



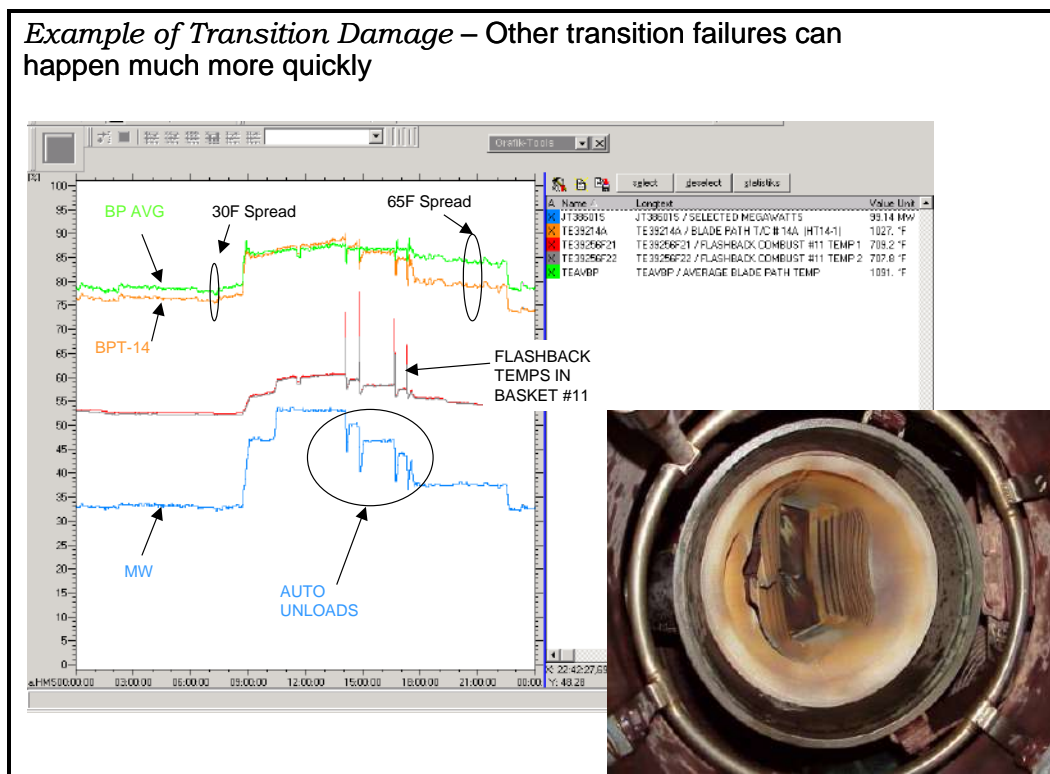
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 44. Determinación de pasos para el arranque de estos modelos de turbinas a gas



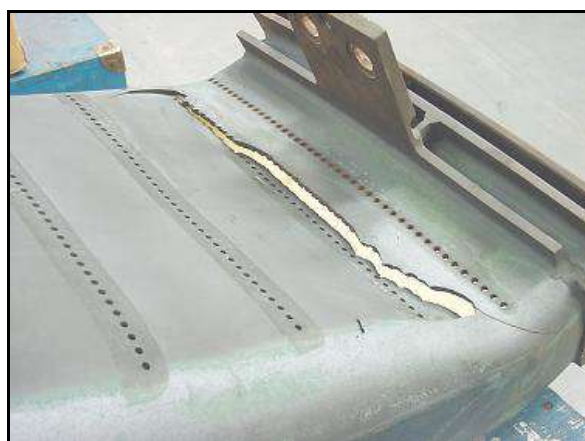
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 45. Análisis del daño de una transición desde la estación de diagnósticos



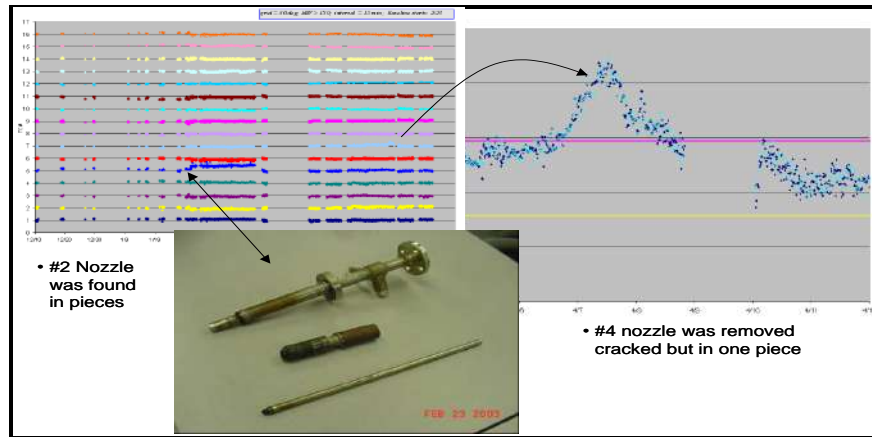
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 46. Transición fisurada por altos dinámicos



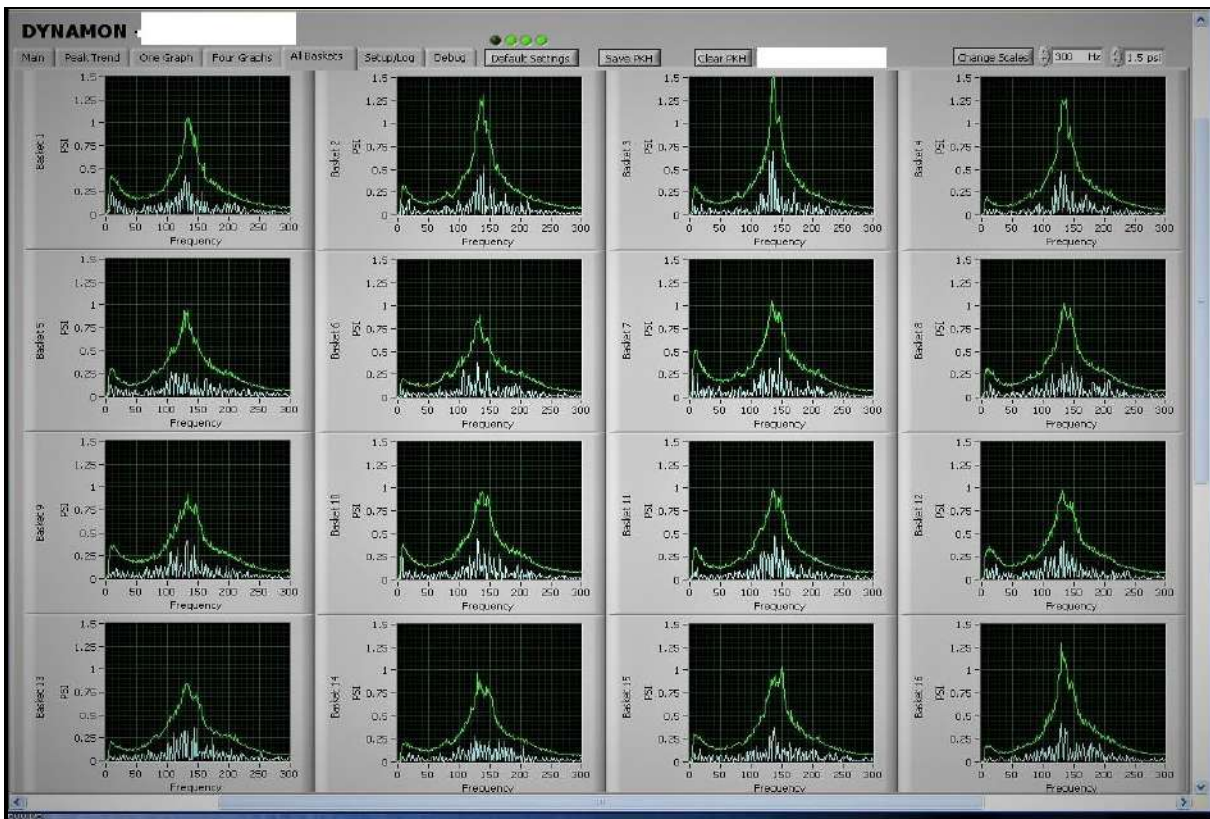
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 47. Análisis del daño del piloto 2 y fisuras críticas del piloto 4



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 48. Análisis de los espectros de frecuencia



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 49. Análisis del Historial del proceso DMS antes y después

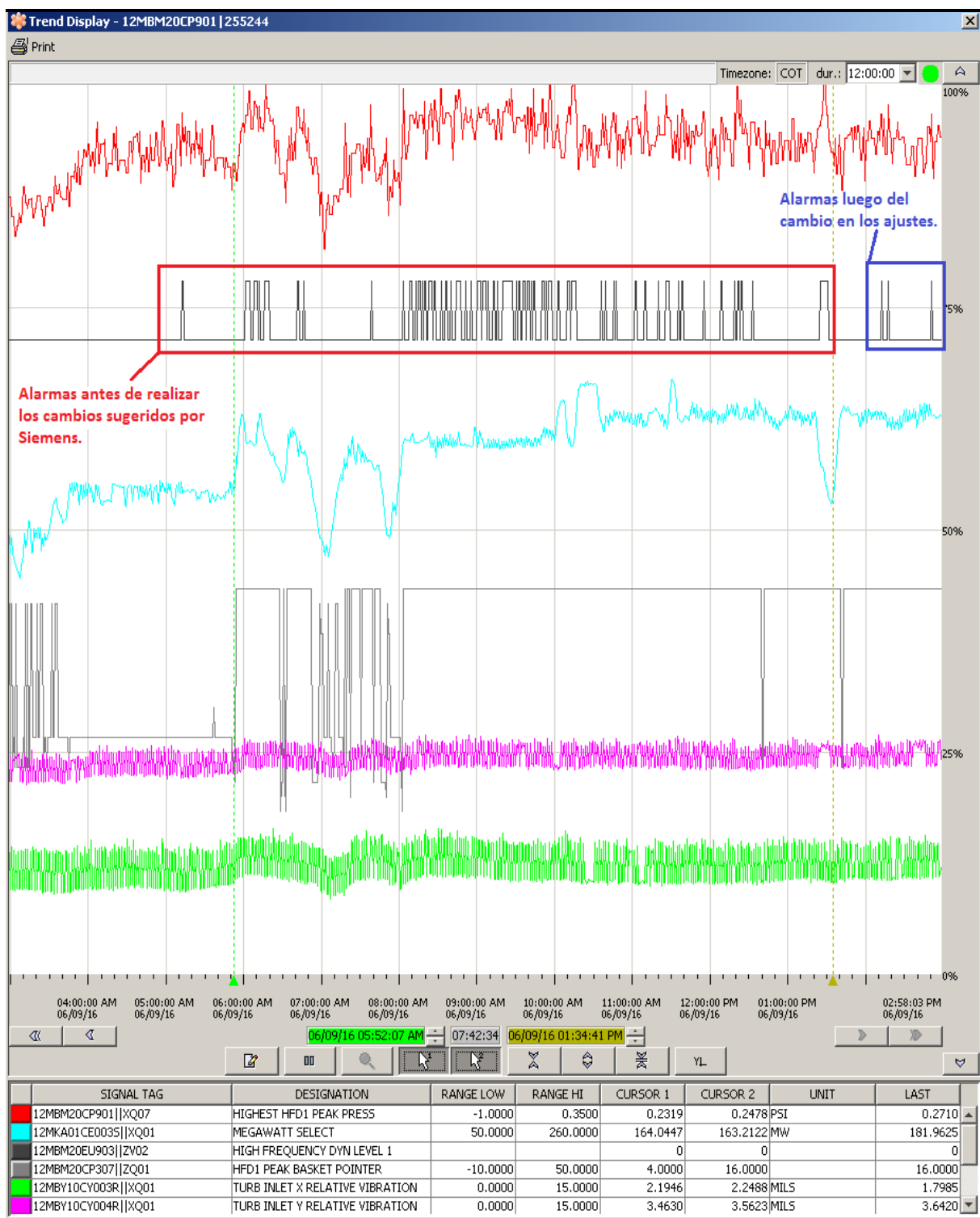
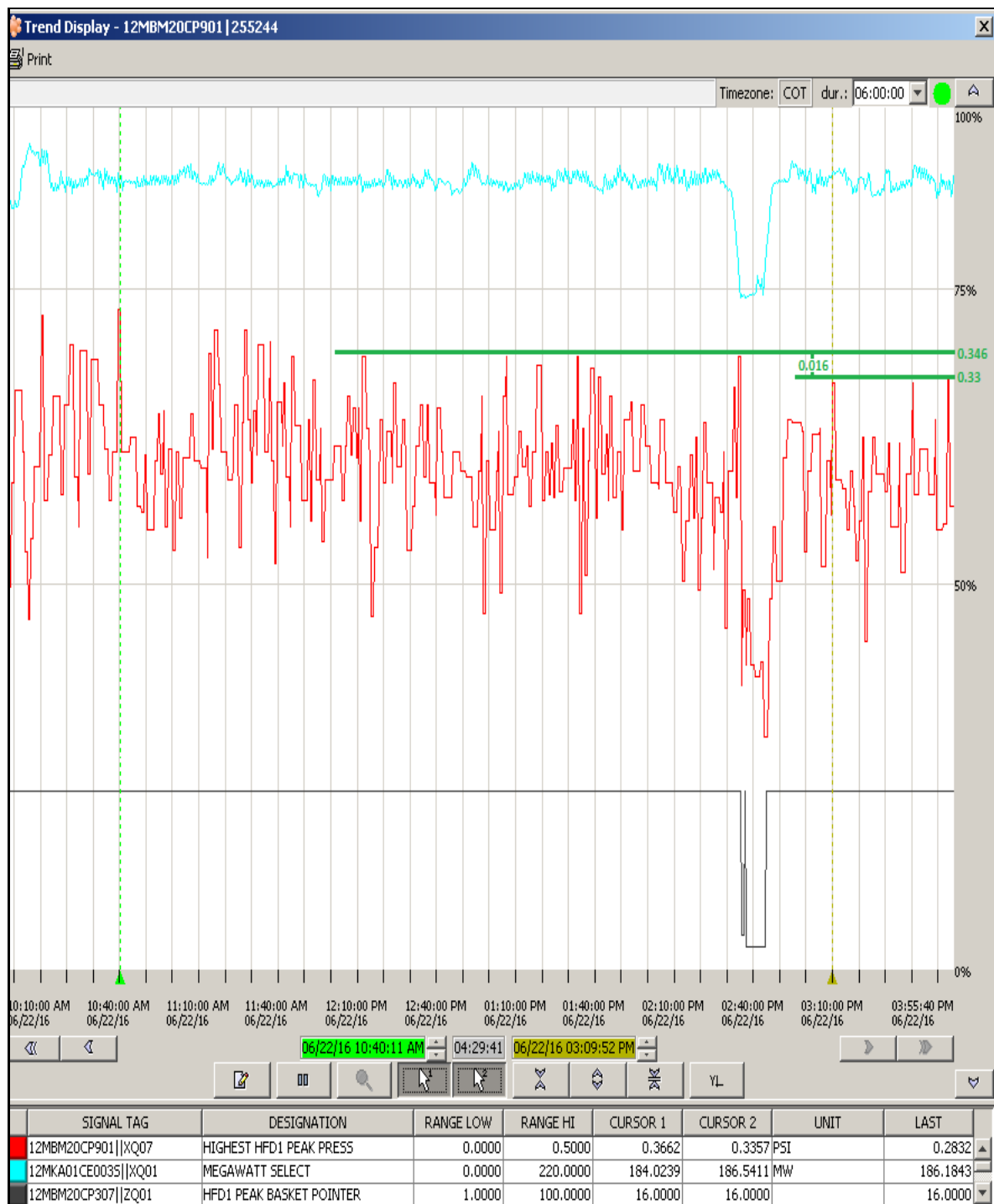
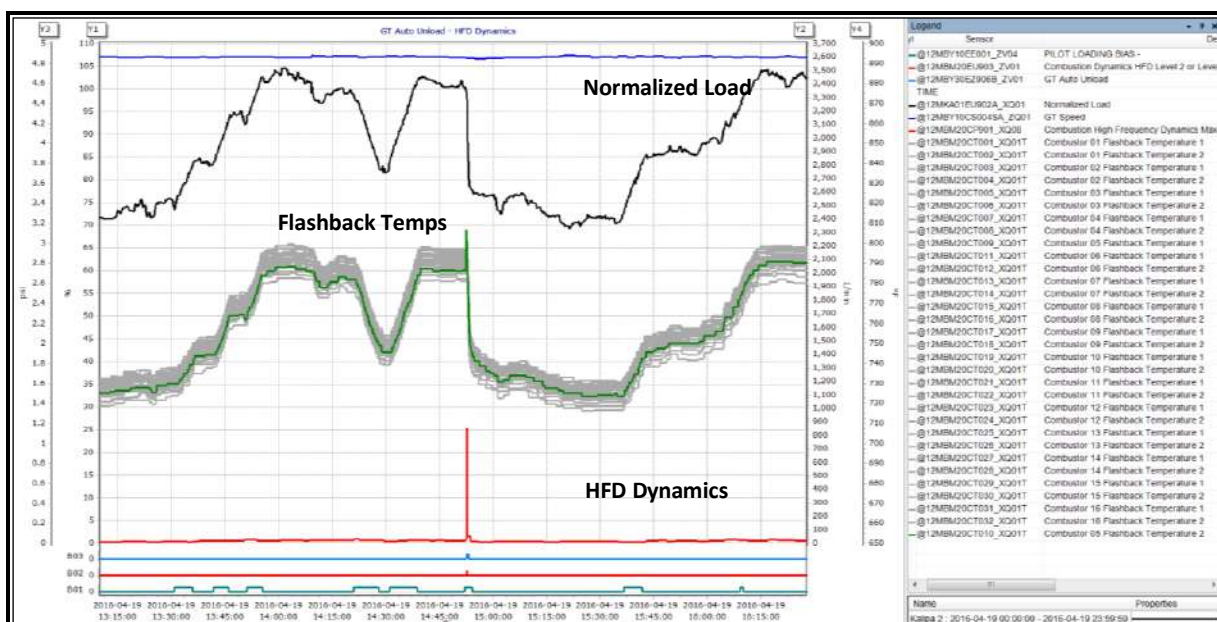
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 50. Análisis de secuencia de DMS en el SPPA-T3000



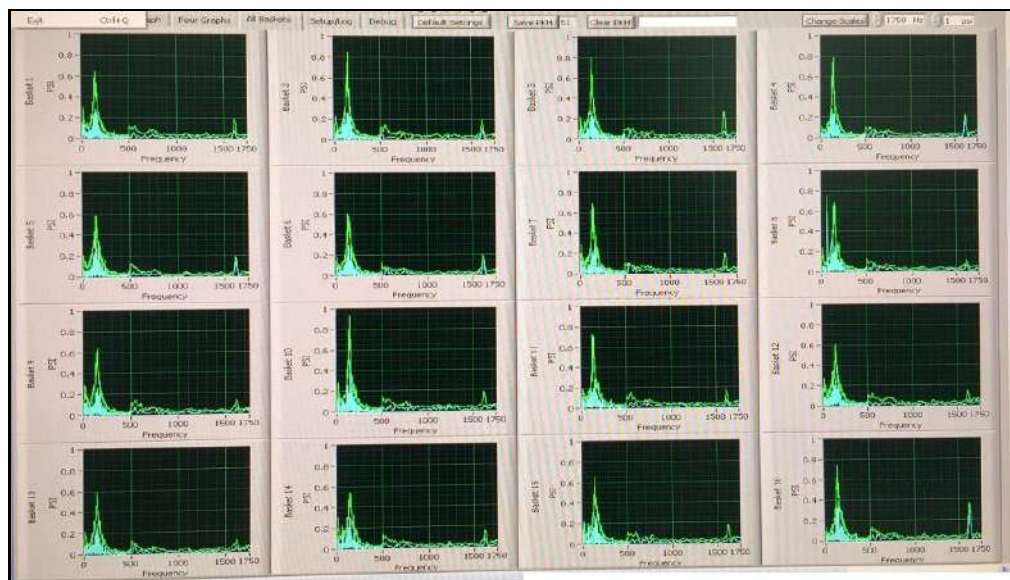
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 51. Control de las variables de Carga de trabajo, temperaturas de monitoreo y dinámicos



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 52. Monitoreo de los espectros en tiempo real con los sensores acelerómetros



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 53.a. Lógica de Alarmas del monitoreo de LFD

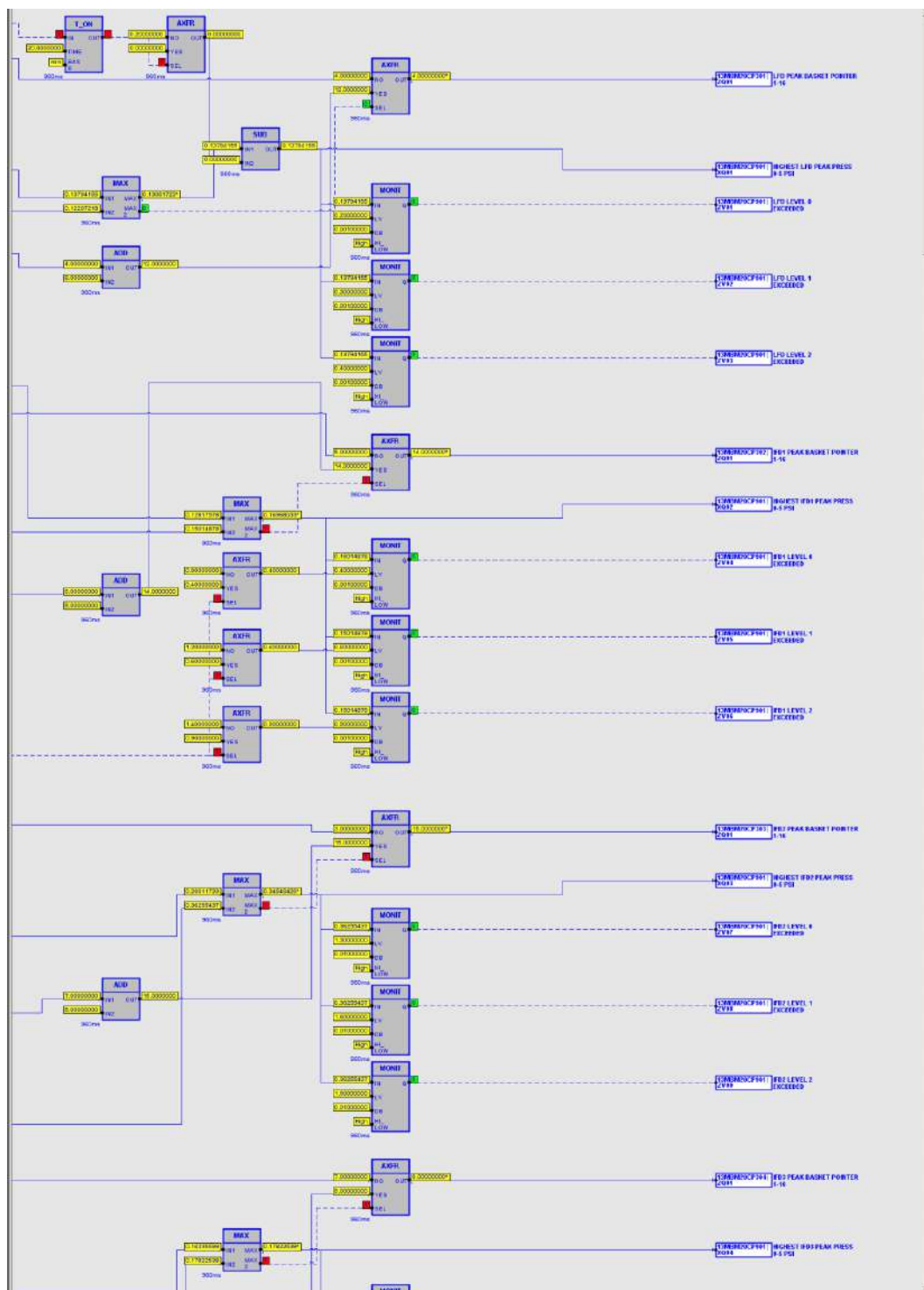
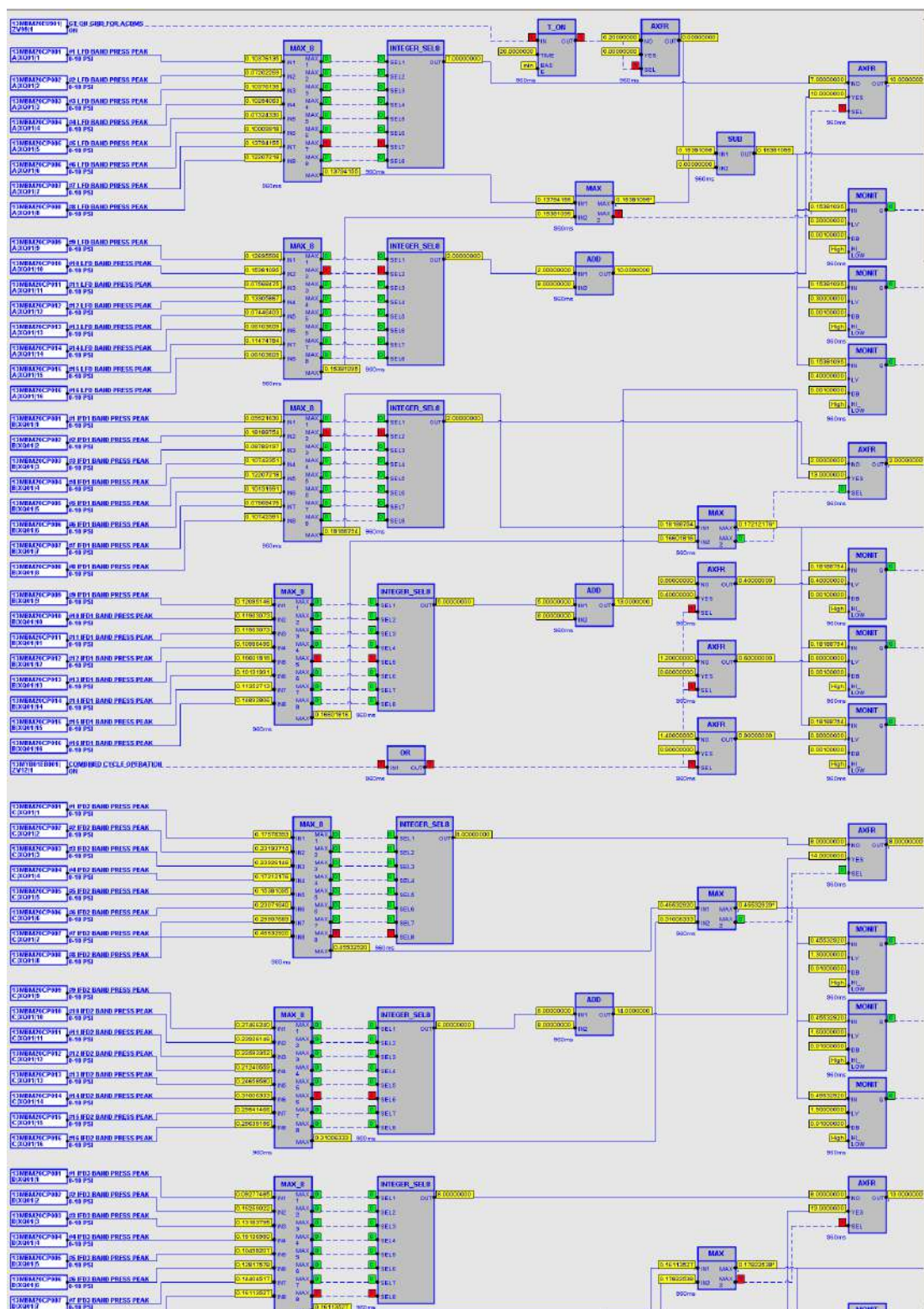
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 53.b. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 54. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD

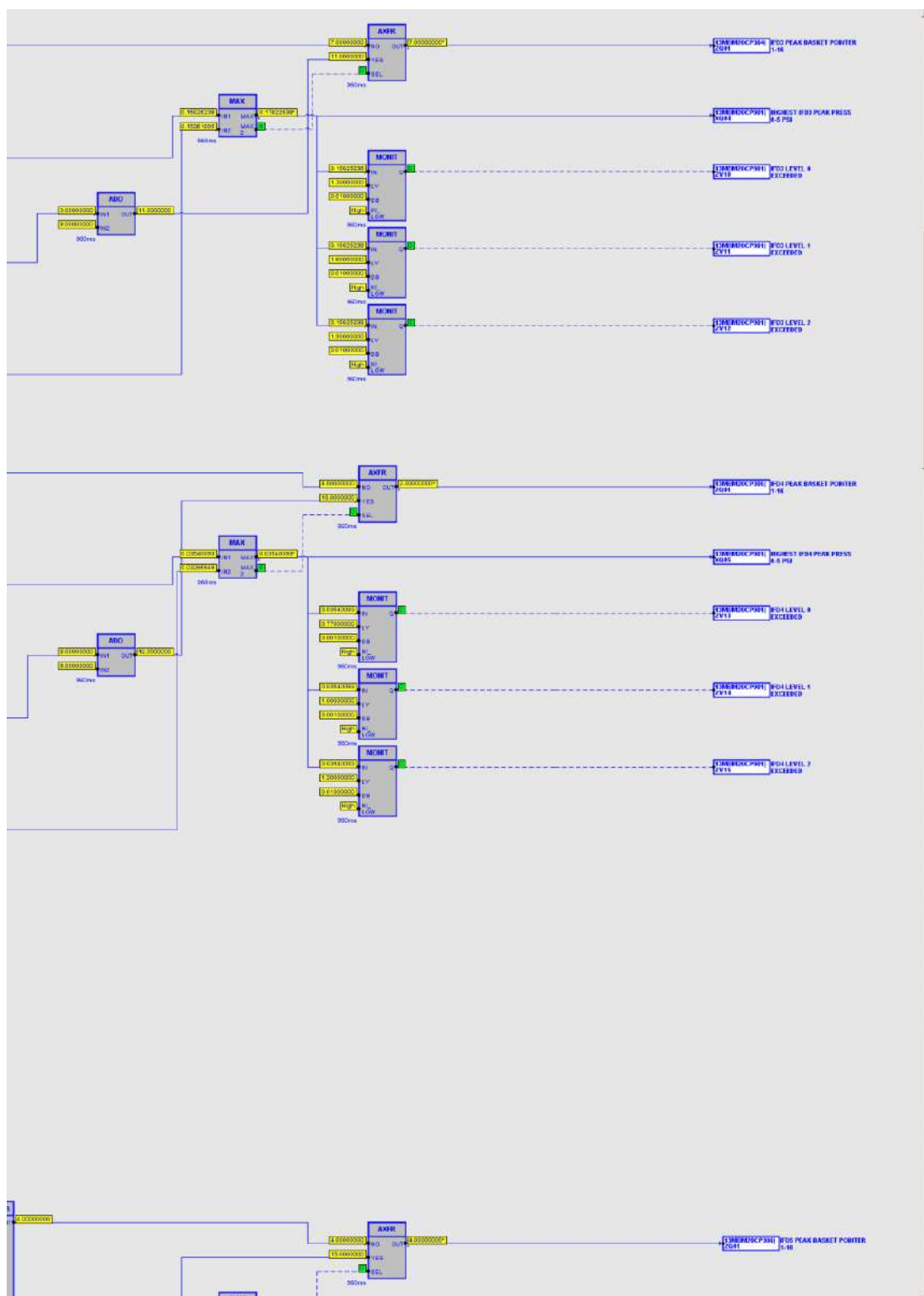
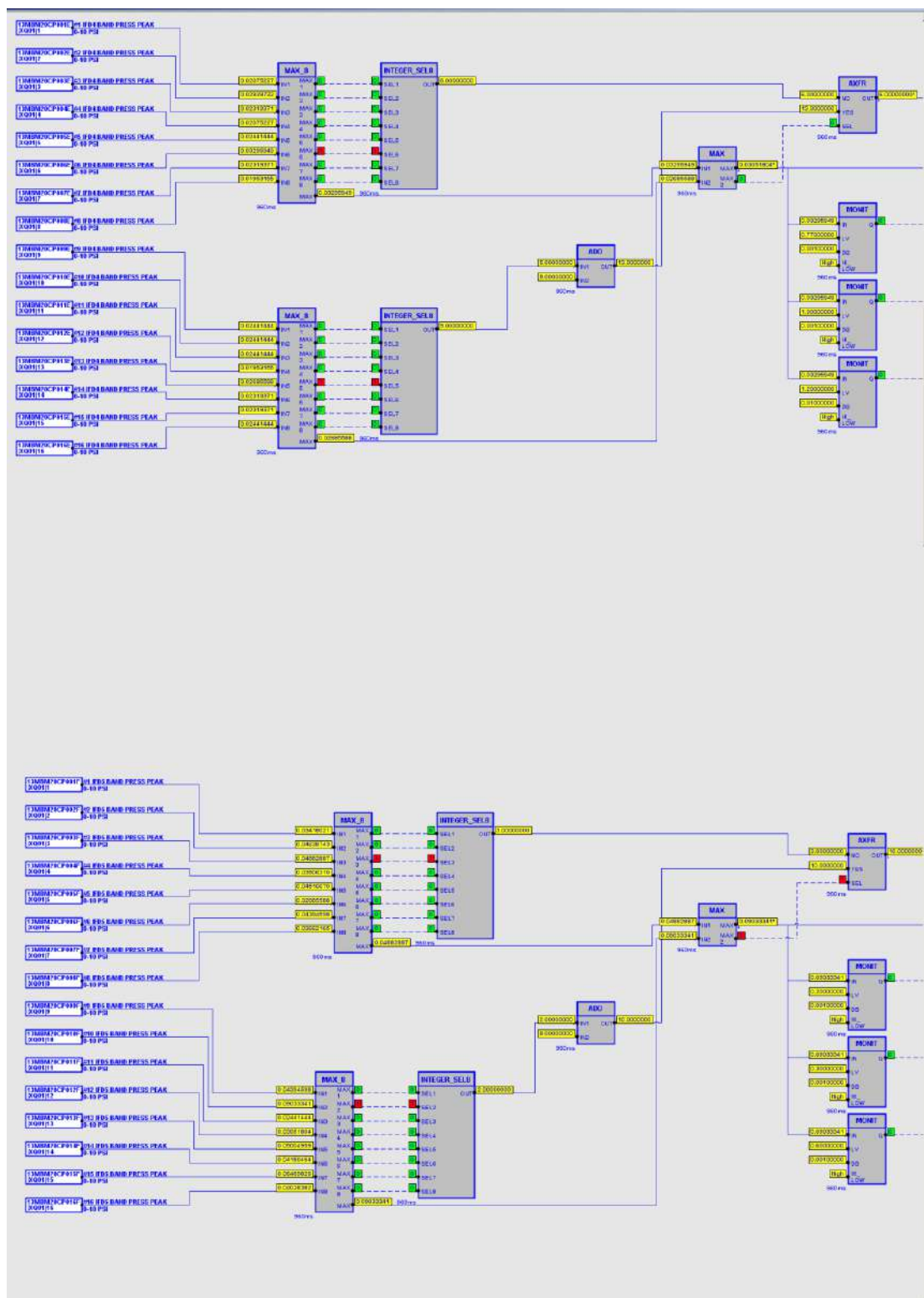
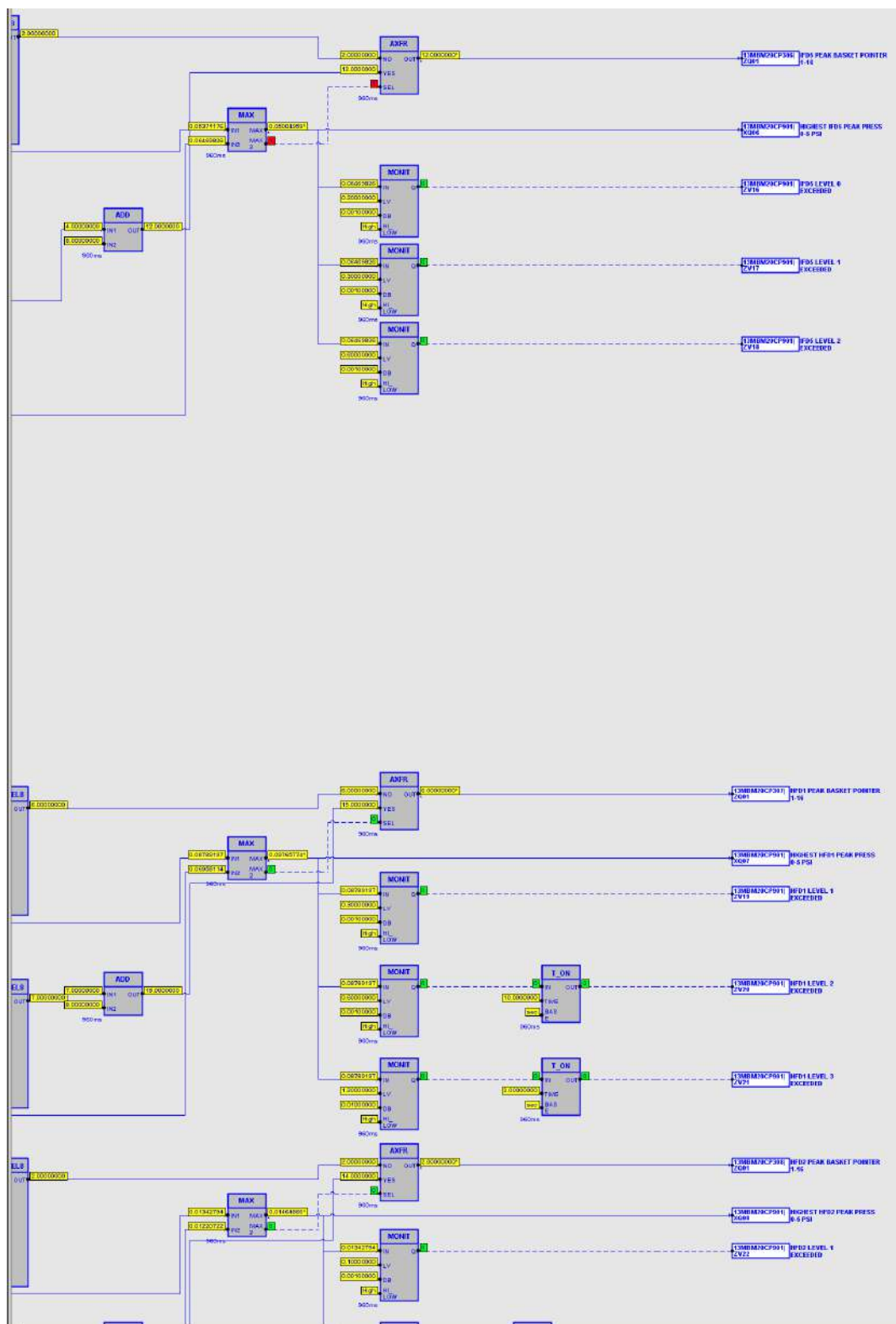
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 55. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD



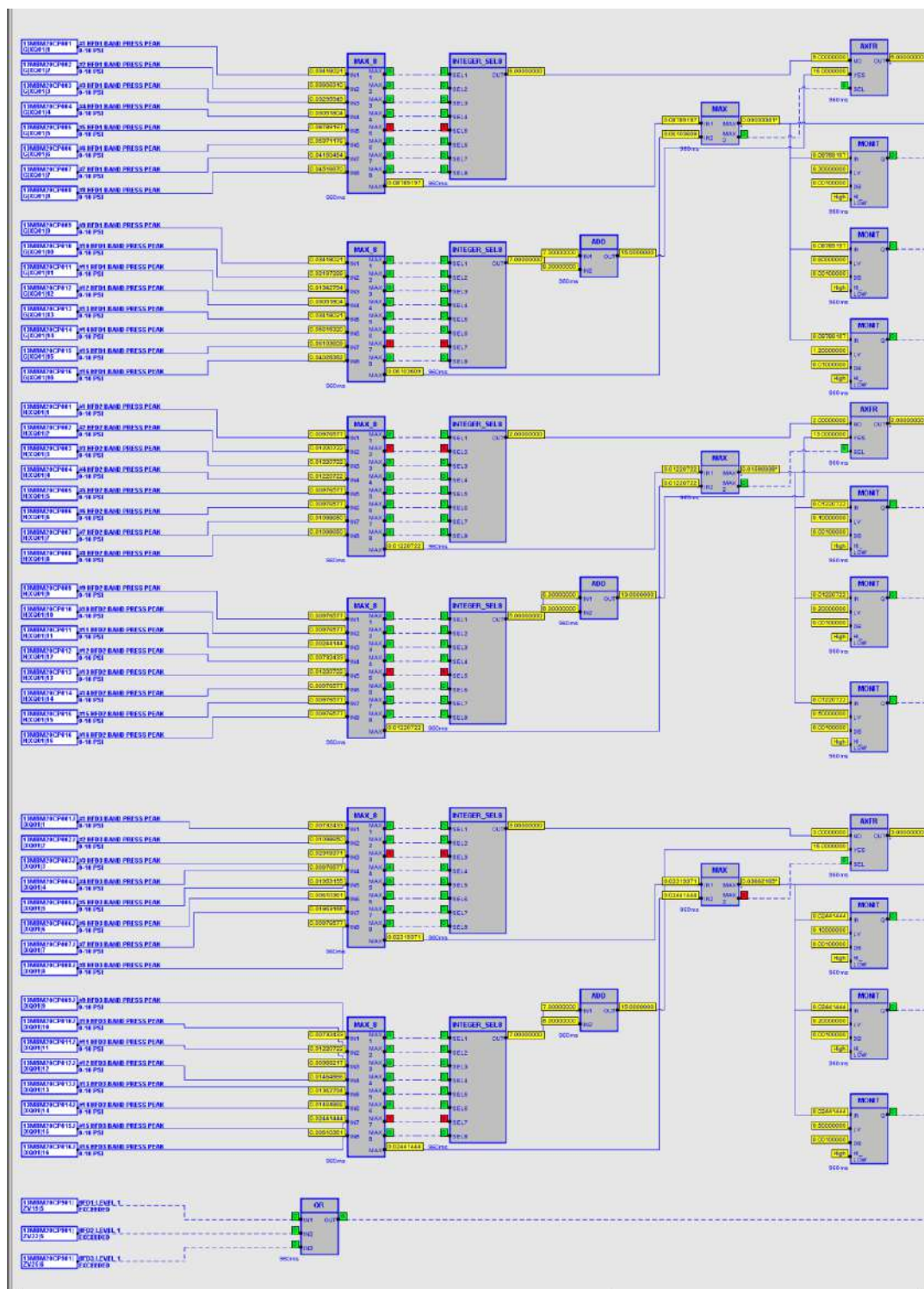
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 56. Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD y HFD



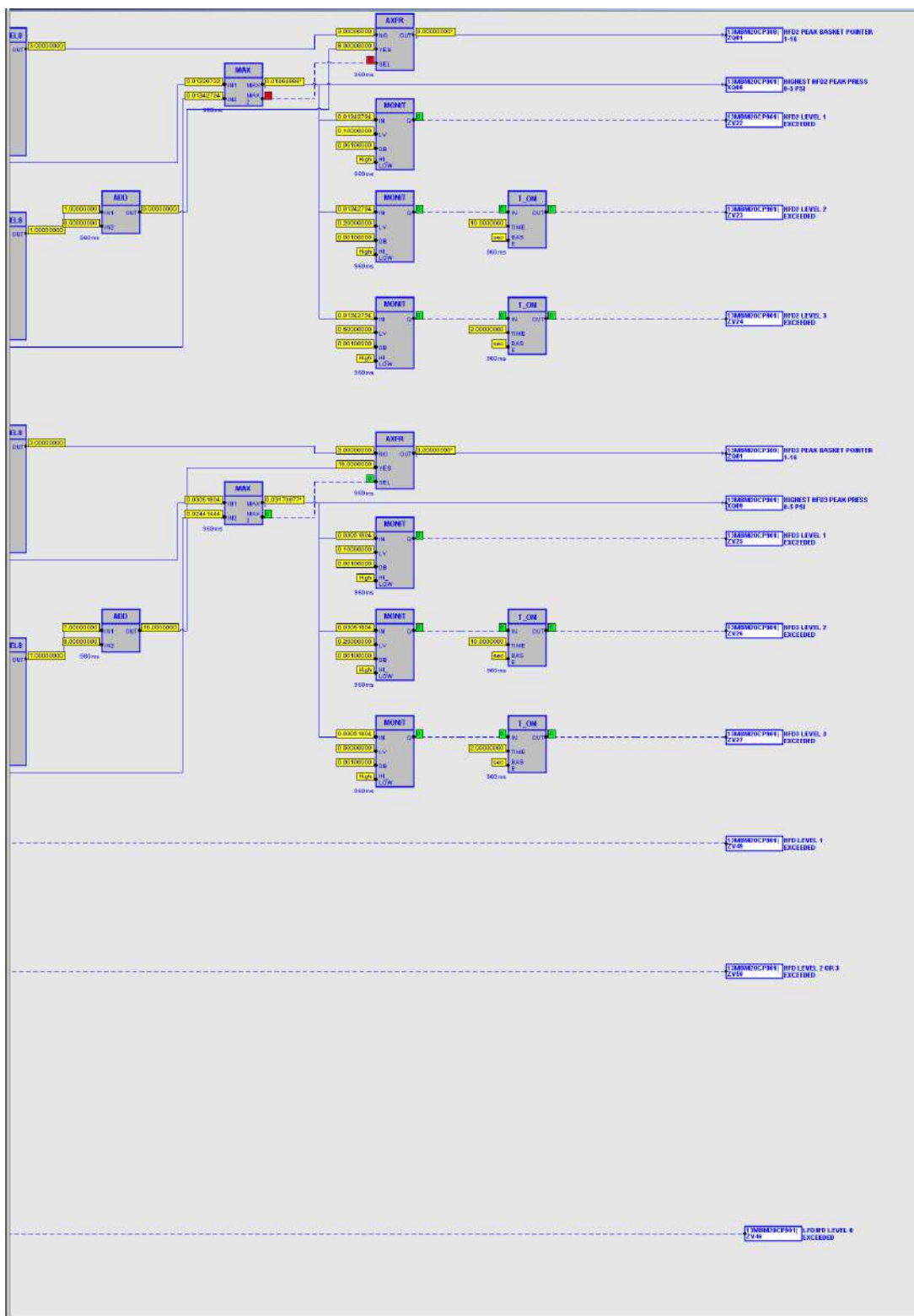
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 57. Lógica de Alarmas del monitoreo de HFD



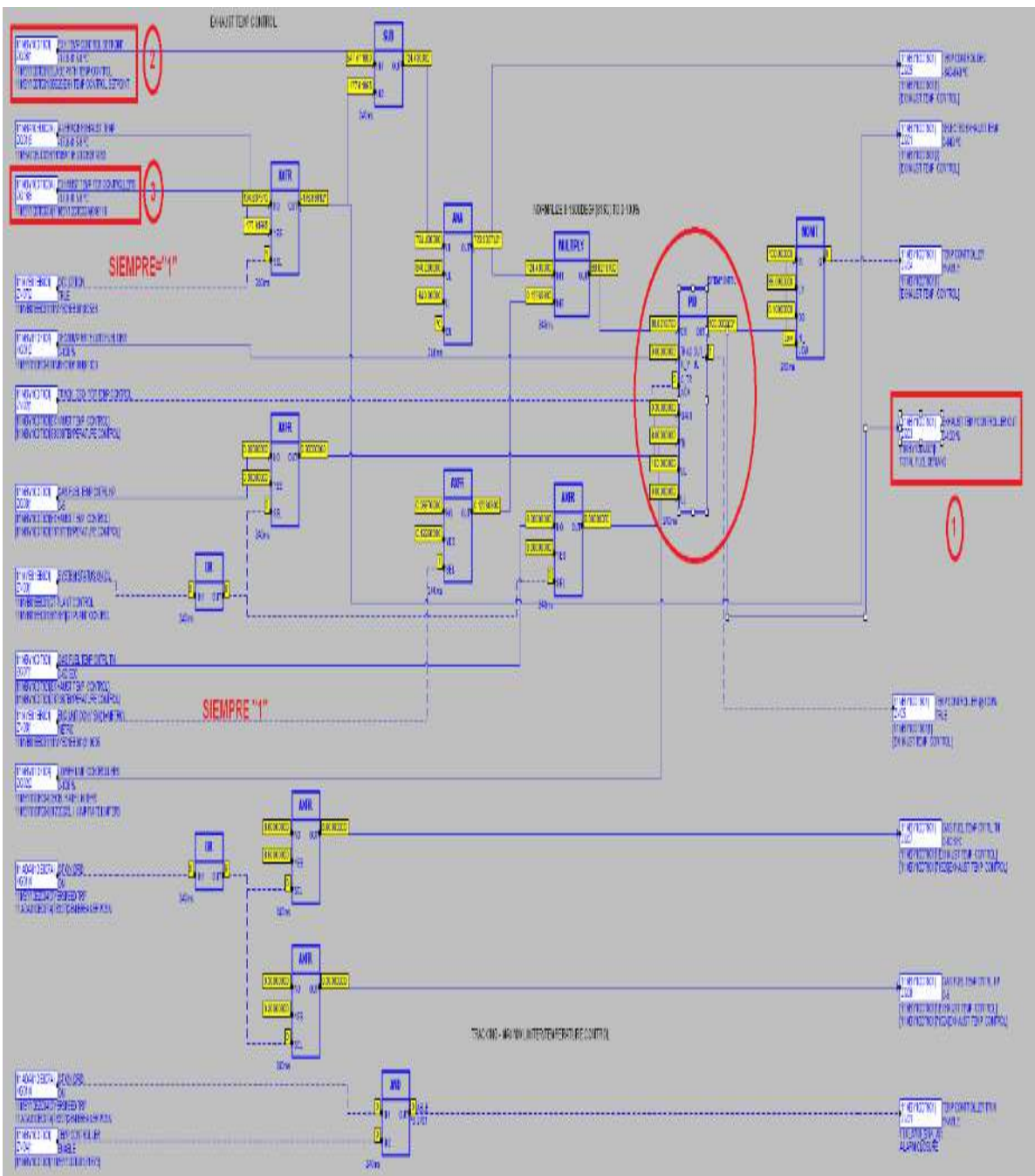
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 58 . Lógica de Alarmas del monitoreo de HFD



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 59. Lógica de control de temperatura del exhaust



Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 60. Lógica de control de temperatura del exhaust

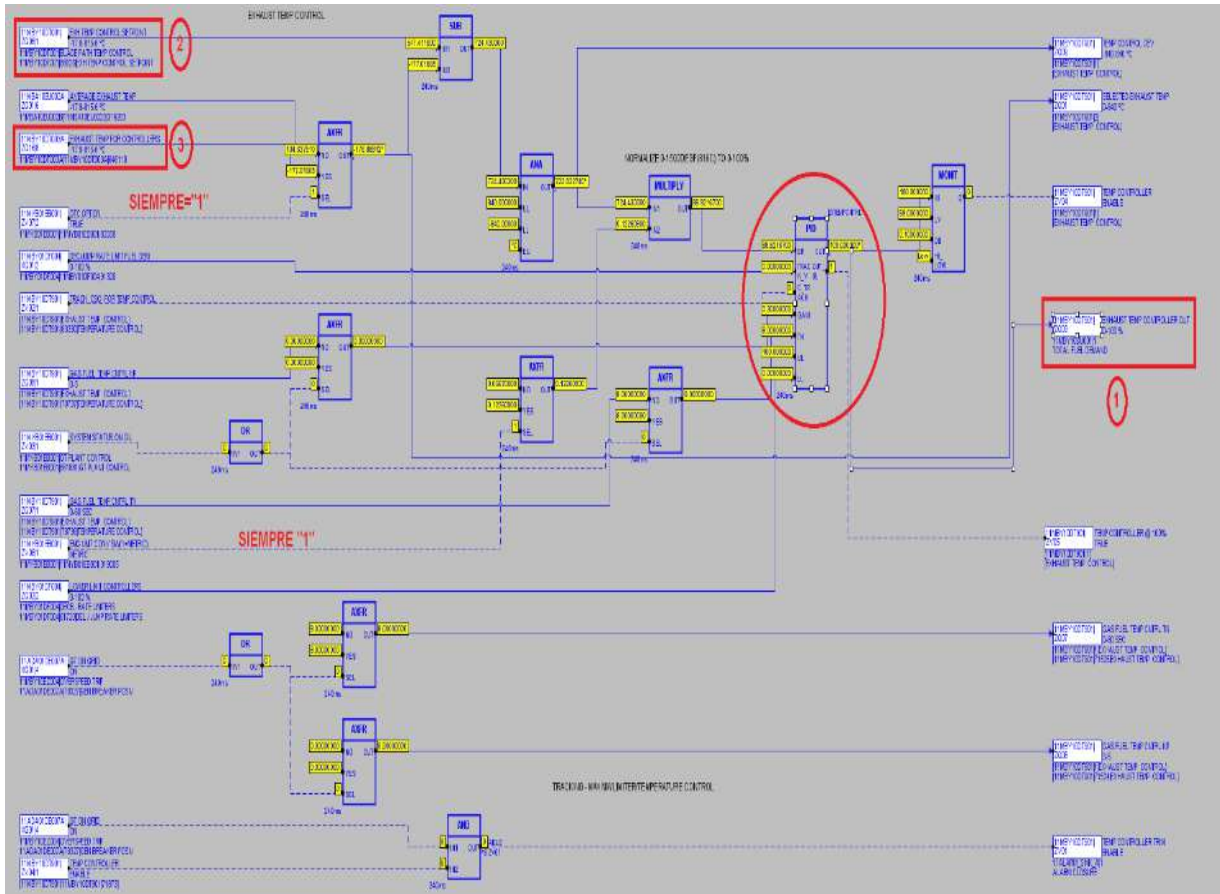
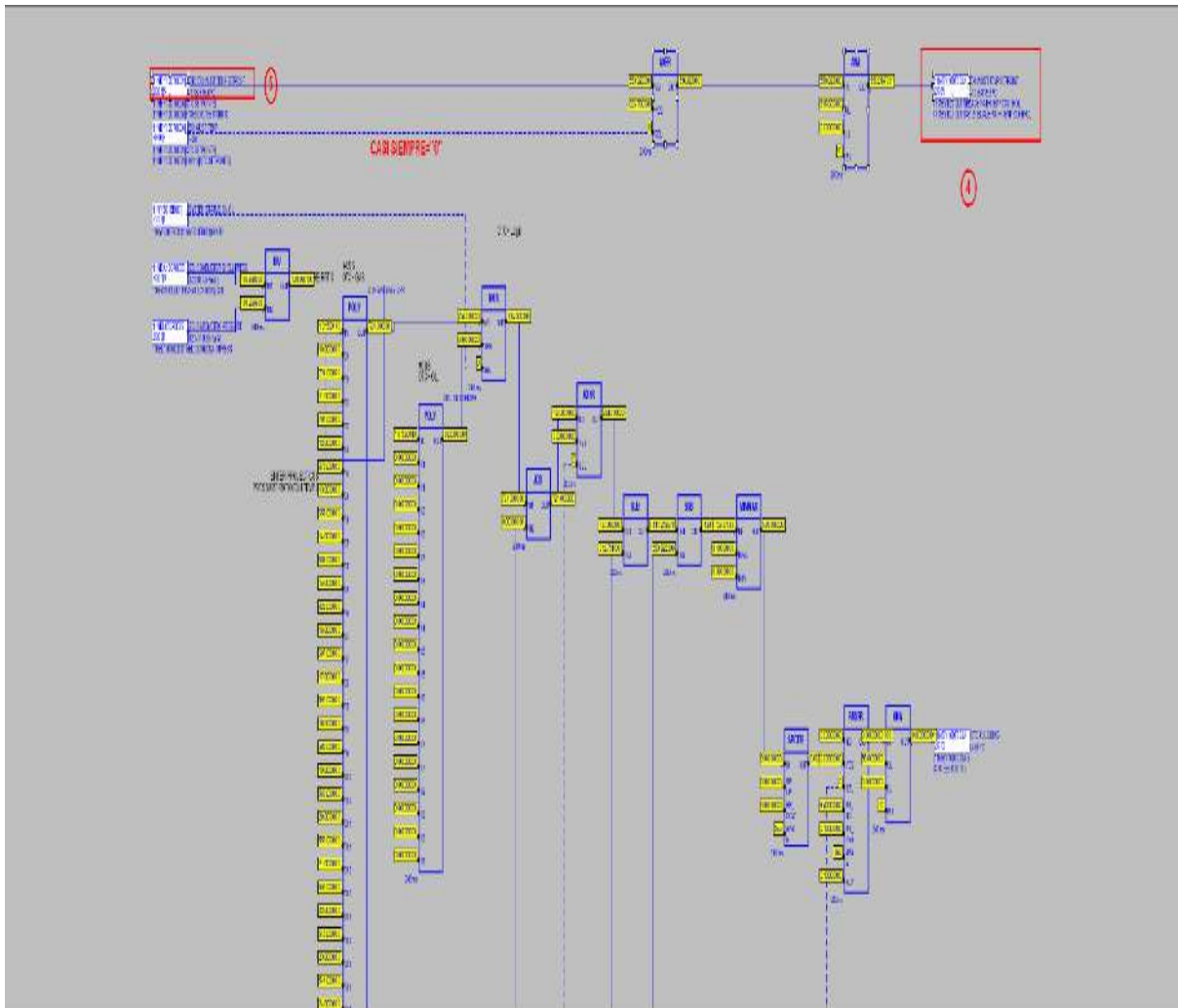
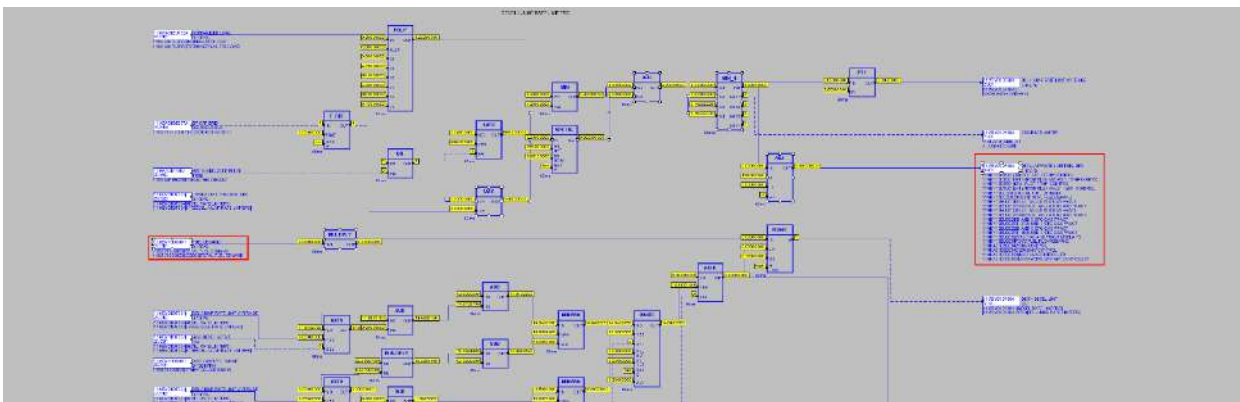
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 61. Lógica de control de presión en los combustores



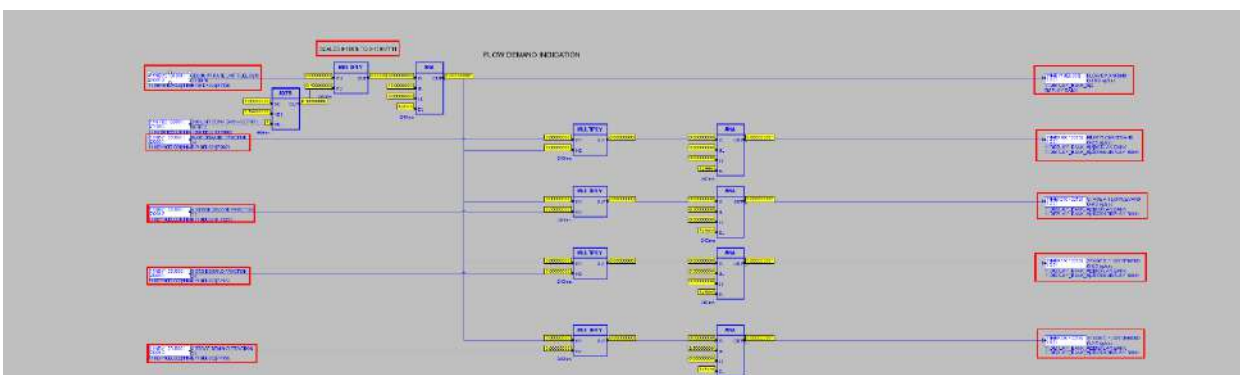
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 62. *Lógica de control de la fracción de flujo del piloto y etapa C*



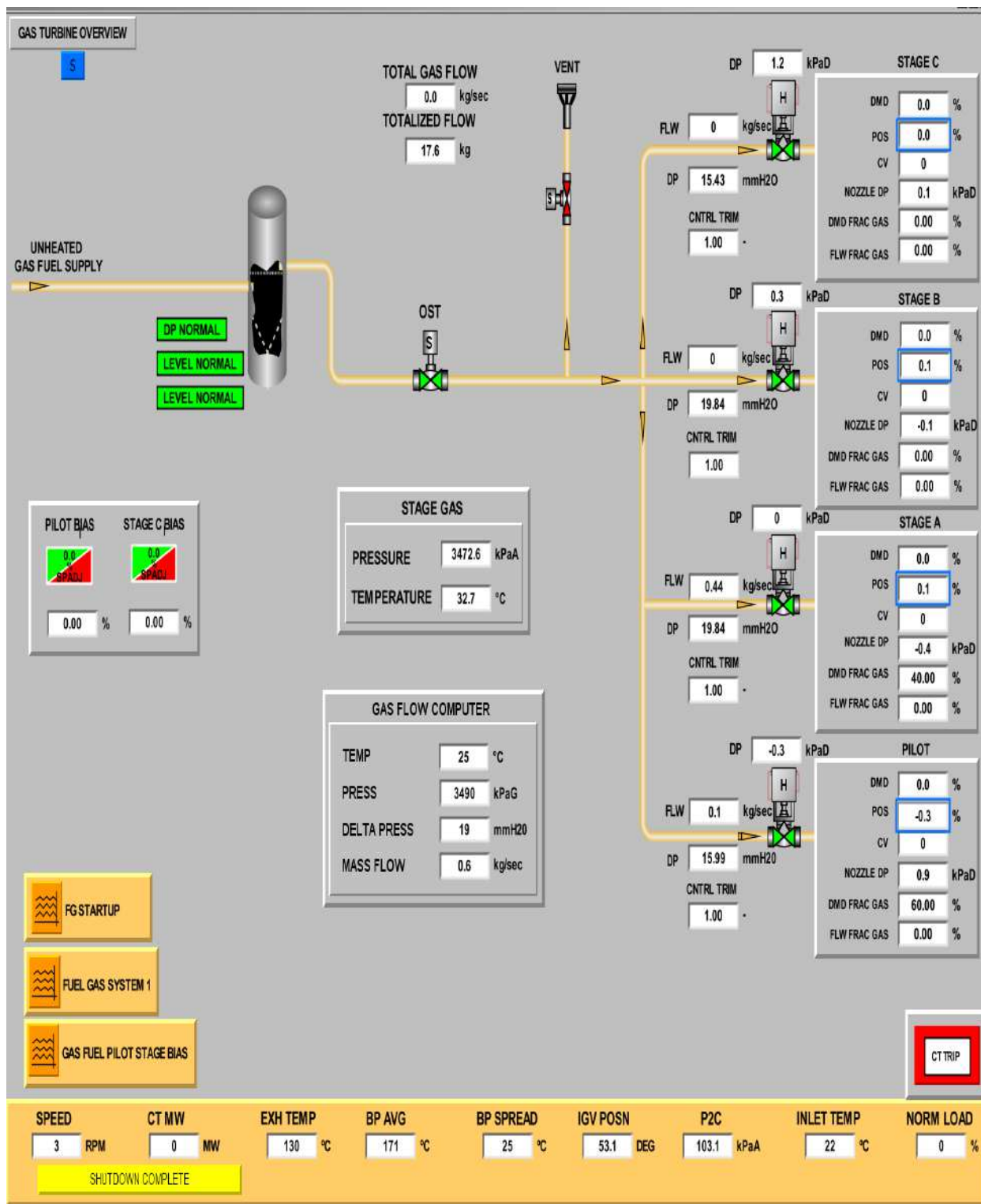
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 63. *Lógica de control del flujo de gas de etapas del piloto, A, B y C*



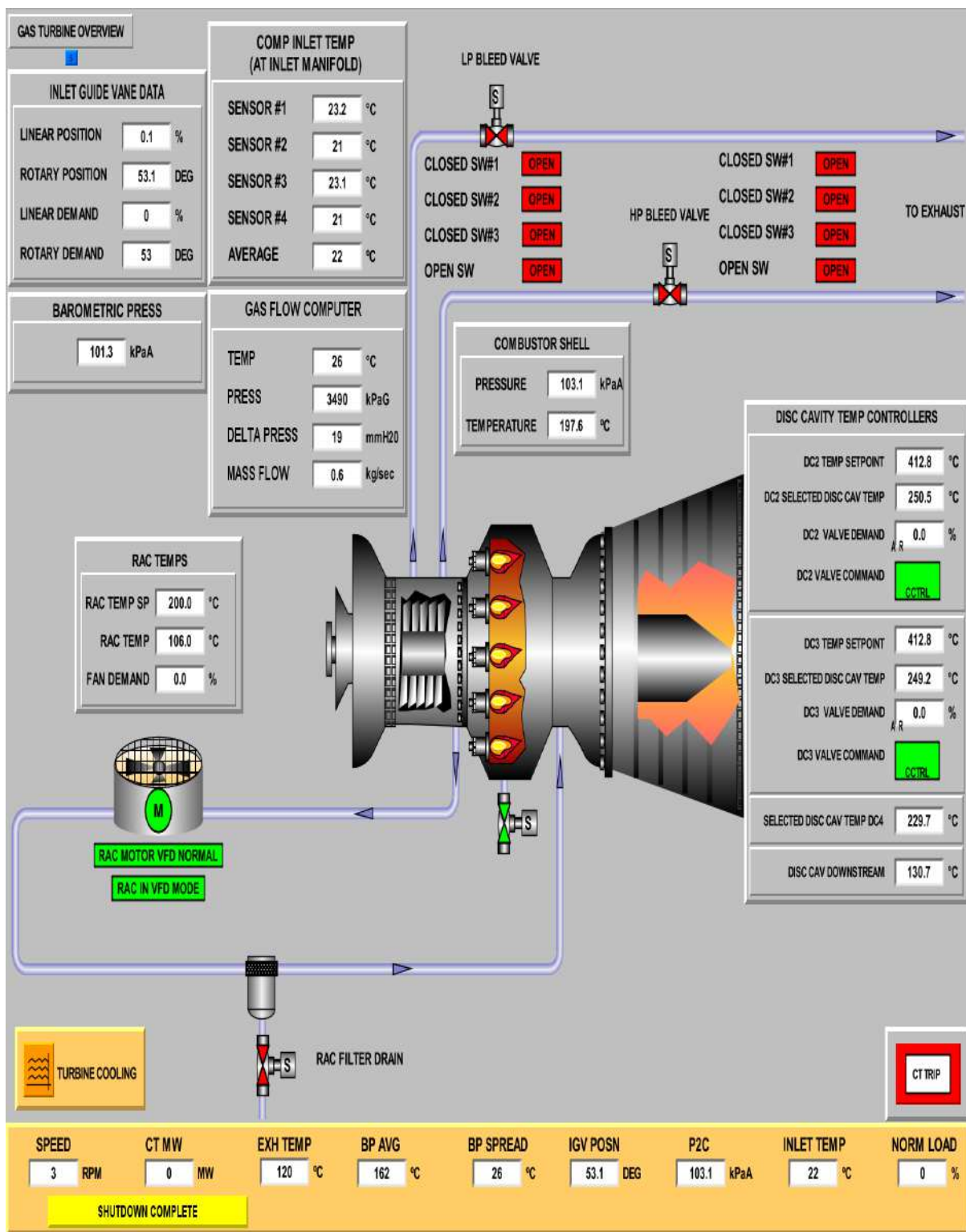
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 64. SCADA de control del flujo de gas de la turbina



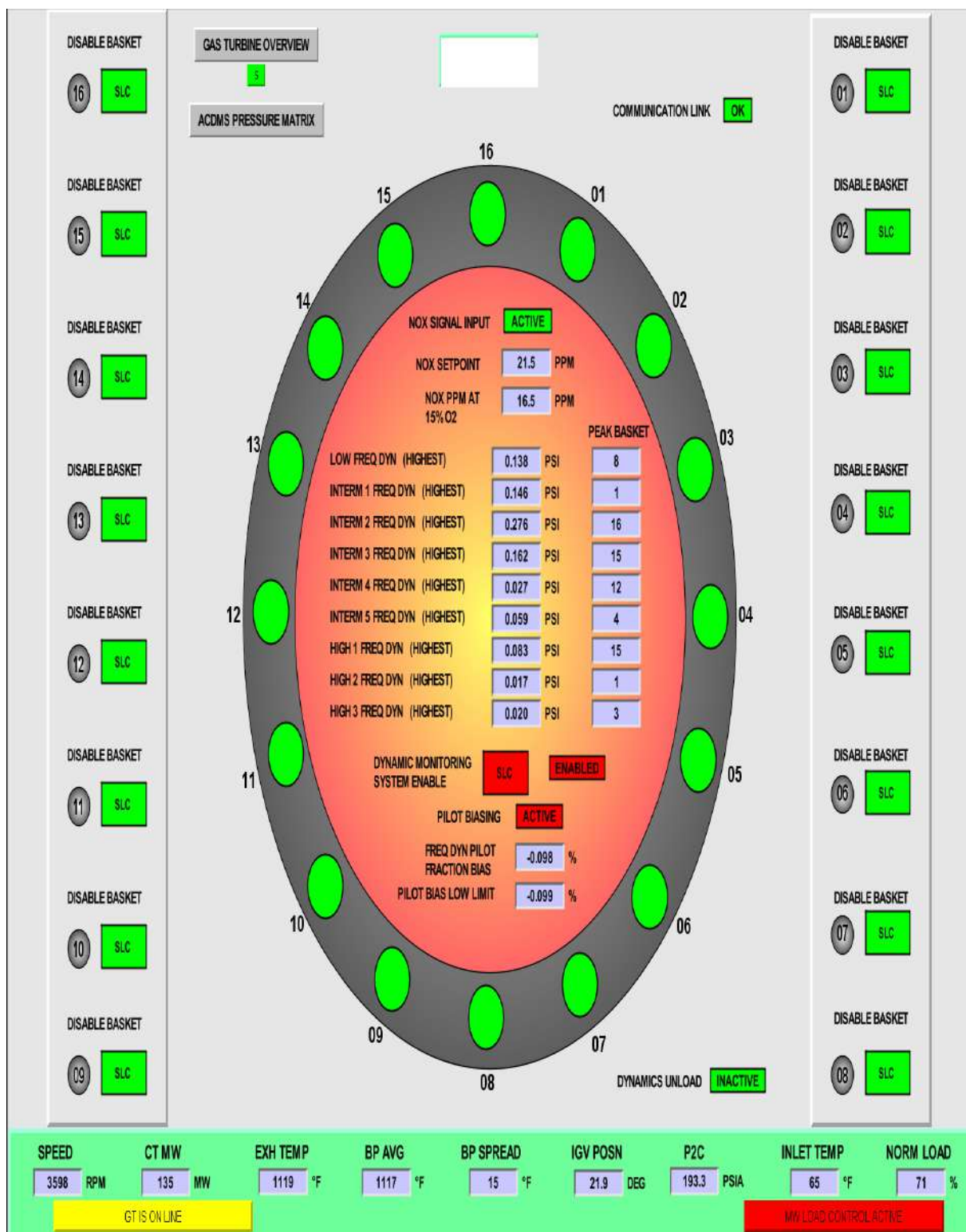
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 65. SCADA de control del flujo de gas, presión, temperatura de la turbina



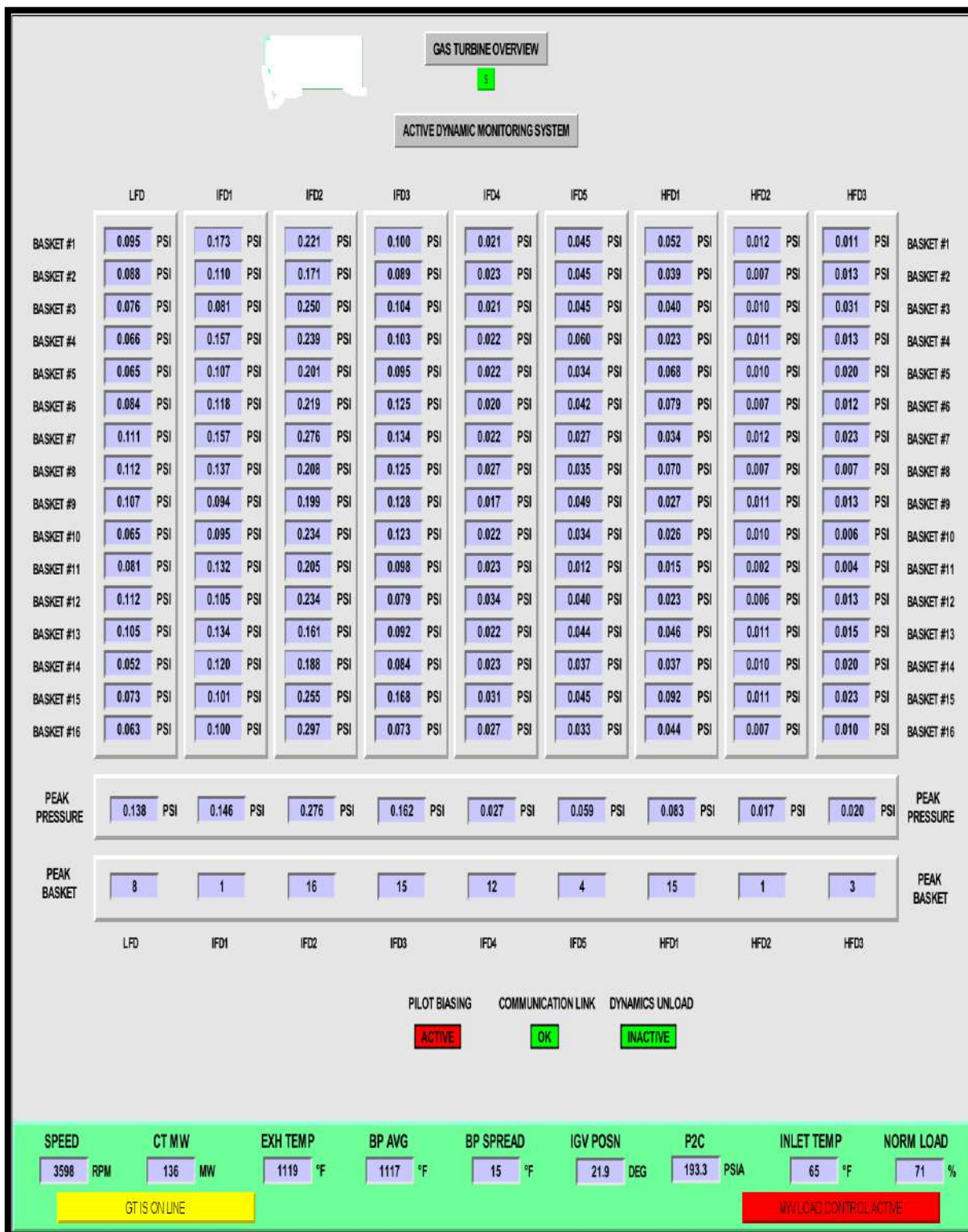
Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico 66. SCADA de control de los DMS y variables del proceso de energía



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 67. SCADA de control del proceso de monitoreo de los DMS en tiempo real



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1. LIBROS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Meggitt Corporation. (09 de 09 de 2016). VM600 rack power supply. Obtenido de

General Information:

https://catalogue.meggittsensing.com/amfile/file/download/file_id/5012/product_id/3401/

Meggitt Corporation. (11 de 04 de 2017). Galvanic separation unit. Obtenido de

General Information:

https://catalogue.meggittsensing.com/amfile/file/download/file_id/4907/product_id/3368/

Meggitt Corporation. (13 de 04 de 2017). Machinery protection card, type MPC4.

Obtenido de General Information:

https://catalogue.meggittsensing.com/amfile/file/download/file_id/5036/product_id/3407/

Meggitt Corporation. (17 de 04 de 2017). VM600 XMC16 condition monitoring card for combustion. Obtenido de General Information:

<https://catalogue.meggittsensing.com/xmc16.html>

Meggitt Corporation. (10 de 01 de 2015). CP235 piezoelectric pressure transducer.

Obtenido de General Information:

<https://catalogue.meggittsensing.com/dynamic-pressure-sensors-cp/cp235.html>

Meggitt Corporation. (25 de 08 de 2015). Input / output card. Obtenido de General Information:

https://catalogue.meggittsensing.com/amfile/file/download/file_id/5047/product_id/3409/

Meggitt Corporation. (04 de 03 de 2015). IPC704 signal conditioner. Obtenido de General Information : <https://catalogue.meggittsensing.com/ipc704-signal-conditioner.html>

Meggitt corporation. (15 de 07 de 2015). Modular CPU card and Input/output card. Obtenido de General Information:

https://catalogue.meggittsensing.com/amfile/file/download/file_id/5019/product_id/3403/

Meggitt Corporation. (01 de 2017). Gas turbine condition monitoring and machinery protection. Obtenido de Recommended Vibro-Meter products for natural gas: <https://catalogue.meggittsensing.com/vm600-rack-based-systems.html?p=2>

Schneider Corporation. (2016). TSXETG100. Obtenido de Ethernet Modbus gateway/router - classB10 - 10BASE-T/100BASE-TX: <http://www.schneider-electric.us/en/product/TSXETG100/ethernet-modbus-gateway-router---classb10---10base-t-100base-tx#>

Siemens Corporation. (10 de 02 de 2017). Brains in Every Burner. Obtenido de Two minutes after artificial intelligence took over control of the combustion unit, nitrogen oxide levels dropped by 20 percent.:

<https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/autonomous-systems-ai-at-gasturbines.html>

CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS.

C**Cámara de combustión**

Sistema donde se origina la mezcla de combustion del gas IV, 25, 26, 50, 51

CDMS 28, 29

Sistema de monitoreo de dinamica de combustion 26, 59

CP

Sensor acelerometro de presion de combustion 30, 31

H**Hardware de la expansión**

Piezas mecanicas internas y equipos externos de control 25

HFD

Dinamica de frecuencia alta 27, 28, 29

I**IFD**

Dinamica de frecuencia intermedia 27, 28, 29

L**LFD**

Dinamica de frecuencia baja 27, 28, 29

P

pC

Unidad de presión no estándar (Pico-coulomb)

31

CAPÍTULO VI: ANEXOS.

Anexo 1. Data sheet del sensor CP-236



MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

CP 235

Piezoelectric pressure transducer

FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » Acceleration compensated
- » Designed for use in gas turbines
- » Certified for use in potentially explosive atmospheres
- » High reliability
- » Wide temperature range:
-55 to 520°C
- » Frequency response:
2 to 10000 Hz
- » High sensitivity:
Min. 750 pC/bar
- » Weight:
Transducer head: 50 g
Integral MI cable: 140g/m



CP 236

CE 
 **IECEX**
NEPSI KGS

DESCRIPTION

<p>The use of man-made piezoelectric material in the CP 235 dynamic pressure transducer makes it an extremely stable and reliable device.</p> <p>The transducer is applicable to either long-term monitoring or development testing. It has been</p>	<p>specifically designed to minimise sensitivity to acceleration.</p> <p>It is fitted with an integral mineral insulated (MI) cable with twin conductors that is terminated with a Vibro-Meter high-temperature connector.</p>
--	--

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 2. Data sheet del acondicionador IPC - 704





smart engineering for
extreme environments

IPC 704

Signal conditioner

FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » For CA xxx piezoelectric accelerometers and CP xxx dynamic pressure sensors
- » Configurable high-pass and low-pass filters
- » Frequency range: 0.5 Hz to 20 kHz
- » Optional integrator to produce a velocity output
- » Optional 2-wire current or 3-wire voltage transmission
- » Certified for use in potentially explosive atmospheres
- » A range of installation options are available



IPC 704



DESCRIPTION

The IPC 704 signal conditioner converts the charge-based signal from a piezoelectric-based transducer into a current or a voltage signal. This current or voltage signal is transmitted to the processing electronics via a standard 2-wire or 3-wire transmission cable.

The current modulation technique allows transmission over a distance of up to 1 km. A GSI galvanic separation unit is required for this configuration.

The electronic circuitry of the IPC 704 signal conditioner is incorporated into a moulded aluminium enclosure. The signal conditioner has configurable

high-pass and low-pass filters and an optional integrator to give a velocity output. Furthermore, RFI filters protect the input and output against radio-frequency interference and other electromagnetic influences.

A range of installation options are available for the IPC 704 signal conditioner, including:

- » A polyester enclosure providing environmental protection against dust, oil and water jets.
- » A mounting adaptor allowing the IPC 704 signal conditioner to be mounted on a DIN rail.

 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. EDN N/A.

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 3. Data sheet del separador galvánico GSI – 127





smart engineering for
extreme environments

GSI127

Galvanic separation unit

FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » Power supply for sensors and signal conditioners with a current output or a voltage output
- » 4 kV_{RMS} galvanic separation between the sensor side and the monitor side
- » 50 V_{RMS} galvanic separation between the power supply and the output signal (floating output)
- » High rejection of frame voltage
- » μA to mV transfer function for current-signal transmission over longer distances
- » V to V transfer function for voltage-signal transmission over shorter distances
- » Compatible with constant-current voltage-output sensors
- » Certified for use in potentially explosive atmospheres
- » Removable screw-terminal connectors
- » DIN-rail mounting
- » No ground connection needed



GSI127
(Ex approved and standard versions)










DESCRIPTION

The GSI127 is a galvanic separation unit from Meggitt Sensing Systems' Vibro-Meter product line. It is designed for operation with the charge amplifiers, signal conditioners and electronics (attached or integrated) used by various Vibro-Meter measurement chains.


This includes the IPC704 signal conditioners (charge amplifiers) used by C-Axxi piezoelectric

accelerometers and CPxxi dynamic pressure sensors, the attached or integrated electronics used by CExxi piezoelectric accelerometers, the integrated electronics used by constant-current voltage-output sensors such as the CE110i, PV102 and CE680Mx11, the integrated electronics used by VE210 velocity sensor, and the IQ64xx signal conditioners used by TQ4xx proximity sensors.

 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. EDN N/A.

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 4. Data sheet del rack del sistema VM - 600




MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

ABE040 and ABE042

VM600 system rack

FEATURES

- ✦ From the Vibro-Meter® product line
- ✦ 19" system rack with a standard height of 6U
- ✦ Robust aluminium construction
- ✦ Modular concept allows specific cards to be added for machinery protection and/or condition monitoring
- ✦ Cabinet or panel mounting
- ✦ Backplane supporting the VME bus, the VM600 system's raw signal, tacho and open collector (OC) buses, and power supply distribution
- ✦ Power supply check relay



VM600 system rack (ABE04x)

DESCRIPTION

The VM600 system racks are used to house hardware for the VM600 series of machinery protection systems and condition monitoring systems, from Meggit Sensing Systems' Vibro-Meter® product line.


Two types of rack are available: the ABE040 and the ABE042. These are very similar, differing only in the position of the mounting brackets. Both racks have a standard height of 6U and provide mounting space (slots) for up to 15 single-width VM600 series cards, or a combination of single-width and multiple-width cards. The racks are particularly suitable for industrial environments, where equipment must be permanently installed in 19" cabinets or panels.

The rack has an integrated VME backplane which provides the electrical interconnections between the

installed VM600 cards: power supply, signal processing, data acquisition, input/output, CPU and relay. It also includes a power supply check relay, available at the rear of the rack, which indicates that the installed power supplies are operating normally.

One or two RPS6U power supplies can be installed in a VM600 system rack. A rack can have two RPS6U units installed for different reasons: to supply power to a rack with many cards installed, non-redundantly, or to supply power to a rack with fewer cards installed, redundantly.

When a VM600 system rack is operating with two RPS6U units for power supply redundancy, if one RPS6U fails, the other will provide 100% of the power requirement and the rack will continue to operate.

 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. SEN NBL

© Meggit SA / 248-001 / Version 6 / 15.06.2015 / E

1 / 10

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 5. Data sheet de fuente de alimentación RPS – 6U



MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

RPS6U

VM600 rack power supply

FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » Power supply for VM600 system racks
- » Input: AC-Input and DC-Input versions providing a wide input voltage range
- » Output: +5 V_{DC} and ±12 V_{DC}
- » Output over-voltage, short-circuit and overload protection
- » Status indicators
- » High-power, high-performance, high-efficiency
- » Minimal derating within the operating temperature range

APPLICATIONS

- » Up to two RPS6U rack power supplies can be installed in a VM600 system rack for either redundant or non-redundant operation



RPS6U






DESCRIPTION

The RPS6U rack power supplies are designed for use in the VM600 series of machinery protection systems and condition and performance monitoring systems, from Meggitt Sensing Systems' Vibro-Meter product line.

The RPS6U is installed in the front of a VM600 system rack (ABED4x), which has a standard height of 6U, and connects via two high-current connectors to the VME bus of the rack's backplane. The rack power supply provides +5 V_{DC} and ±12 V_{DC} to all VM600 cards in the rack via the backplane.

One or two RPS6U rack power supplies can be installed in a VM600 system rack. A rack can have two RPS6U rack power supplies installed for different reasons: in order to support rack power supply redundancy or in order to supply power to the cards (non-redundantly).

A VM600 rack with one RPS6U power supply installed operates non-redundantly (without rack power supply redundancy) and can support a full rack of cards, such as 12 x MPC4 / IOC4T card pairs or 12 x XMx16 / XIO16T card pairs.


 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. ECH N/A.


© Meggitt SA / 266-311 / Version 10 / 09.09.2016 / E

1 / 17

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 6. Data sheet de interface de monitoreo de los sensores dinámicos





smart engineering for
extreme environments

XMV16 / XIO16T


Extended vibration monitoring card pair

FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » Designed for operation with the VibroSight® software total monitoring solution
- » 16 dynamic vibration channels and 4 tachometer channels, all individually configurable
- » Simultaneous data acquisition on all channels
- » Up to 20 configurable processed outputs per channel
- » High-resolution FFT up to 6400 lines every 1 s
- » Configurable asynchronous and synchronous sampling
- » 24-bit data acquisition and high SNR data processing, with data quality checks
- » 5 configurable severities per processed output and 8 detection levels with hysteresis and time delay
- » Supports signal sharing in VM500 racks
- » EMI protection on all inputs
- » Live insertion and removal of cards (hot-swappable)
- » Direct gigabit Ethernet communication
- » Hardware is fully software configurable

APPLICATIONS

- » Condition monitoring and vibration analysis, such as the general analysis of rotating machinery and rotor dynamics



XMV16

XIO16T


Fuente: Meggit - Vibrometer


Anexo 7. Data sheet de tarjeta de monitoreo de sensores dinámicos

MEGGITT		Extended vibration monitoring card pair XMV16 / XIO16T
DESCRIPTION (continued)		
<p>API 670 standard, which ensures that the functionality of the MPG does not depend on and is not compromised in any way by the operation of the CMS.</p> <p>So although machinery protection cards and condition monitoring cards can easily share sensor signals from measurement chains, XMV16/XIO16T card pairs do not share any communication buses with MPC4/IOC4T machinery protection card pairs in a VM500 rack, and XMV16/XIO16T card pairs are configured and operated using the VibroBight[®] software (while MPC4/IOC4T card pairs are configured and operated using the VM500 MPGx software).</p>	<p>Applications information</p> <p>This extended vibration monitoring card pair is highly suitable for vibration monitoring in a wide range of industrial applications. See the VibroBight software data sheet for further information. For specific applications, contact your nearest Meggitt Sensing Systems representative.</p>	
SPECIFICATIONS		
Speed and phase reference (tachometer) inputs		
Number of independent channels	: 4	
Speed measurement	: 1 to 100000 RPM (0.017 Hz to 1.667 kHz)	
Speed measurement resolution	: 5 ns	
Edge detection	: Rising or falling	
Input signal type	: Tachometer channels 1 and 2 support voltage and current inputs, Tachometer channels 3 and 4 support voltage inputs only.	
Current measuring resistor	: 200 Ω	
Tachometer voltage range	: -20 to +20 V _{DD}	
Tachometer current range	: -30 to +30 mA	
Input impedance	: ≥100 kΩ	
Maximum pulses per revolution	: 128 for speed calculation 1 only for phase reference	
Triggering thresholds	: Rising = 1/3 of peak-to-peak value, falling = 1/3 of peak-to-peak value	
Input voltage range	: 0.8 to 500 V _{peak-to-peak} In range 0.3 Hz to 10 kHz 2.0 to 500 V _{peak-to-peak} In range 10 kHz to 50 kHz	
Minimum input voltage for reliable detection		
• Square-wave input signal	: 0.8 V _{peak-to-peak} (0.016 Hz to 10 kHz) 2.0 V _{peak-to-peak} (10 kHz to 50 kHz)	
• Sinusoidal input signal	: 10.0 V _{peak-to-peak} (0.016 Hz to 1 Hz) 2.0 V _{peak-to-peak} (1 Hz to 10 Hz) 0.8 V _{peak-to-peak} (10 Hz to 10 kHz) 2.0 V _{peak-to-peak} (10 kHz to 50 kHz)	
Range of DC component	: -20 to +20 V	
Maximum common mode voltage	: ±50 V	
Protection filters	: Filtered for protection against EMI (electromagnetic interference), conforming to CE standards	
VM500 rack signal sharing		
• XMV16 and XMV16	: To and from the VM500 tach bus (up to 6 lines)	

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 8. Interface de entradas y salidas





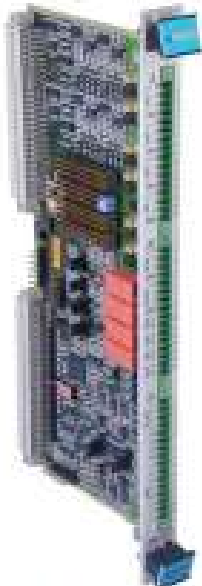
smart engineering for
extreme environments

IOC4T

Input / output card

FEATURES

- From the Vibro-Meter® product line
- Signal interface card with 6 channels, for the MPC4 machinery protection card
- Screw terminal strip (48 terminals) for all input/output connections
- Contains 4 relays which can be attributed to alarm signals, under software control
- 32 fully-programmable open-collector outputs (Jumper selectable) to IRC4 and RLC-16 relay cards
- Provides buffered raw, voltage and current vibration outputs
- EMI protection for all inputs and outputs
- Live insertion and removal of cards (hot-swappable)



IOC4T


DESCRIPTION

The IOC4T input / output card acts as a signal interface for the VM600 series MPC4 machinery protection card, from Meggitt Sensing Systems' Vibro-Meter® product line. It is installed in the rear of a VM600 (ABE04x) rack and connects directly to the rack backplane via two connectors.

Each IOC4T card is associated with a specific MPC4 card and is mounted directly behind it in the rack. The


IOC4T operates in slave mode and communicates with the MPC4, through connector P2, using an Industry Pack (IP) interface.


The front panel of the IOC4T (found on the rear of the VM600 rack) contains a terminal strip to connect to the transmission cables coming from the transducers/ conditioners. This strip is also used to

 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. ECN N/W

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 9. Data sheet tarjeta de protección MPC – 4





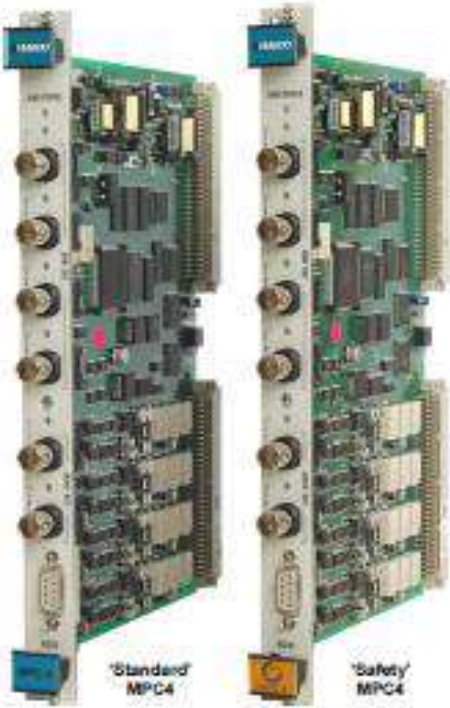
smart engineering for
extreme environments

MPC4


Machinery protection card Type MPC4


FEATURES

- » From the Vibro-Meter® product line
- » Continuously online machinery protection card
- » Real-time measurement and monitoring using state-of-the-art DSP techniques
- » 4 dynamic signal inputs and 2 tachometer (speed) inputs, all individually programmable
- » Programmable broad-band and narrow-band filters
- » Simultaneous amplitude and phase monitoring in order tracking mode
- » Programmable Alert, Danger and OK set points
- » Adaptive Alert and Danger levels
- » Front panel BNC connectors for easy analysis of raw signals
- » 7 front panel LEDs show status and alarms
- » Integrated power supply for many Vibro-Meter front-ends, including ICP accelerometers and proximity systems
- » Live insertion and removal of cards
- » Available in 'standard', 'separate circuits' and 'safety' (SIL) versions



'Standard' MPC4
'Safety' MPC4



 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. ECN NM.

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 10. Data sheet general del CPU – M y IOC - N



MEGGITT
smart engineering for
extreme environments

CPUM and IOCN

Modular CPU card and input / output card

FEATURES

- ✦ From the Vibro-Meter® product line
- ✦ 'One-Shot' configuration of all VM600 cards using a direct Ethernet or RS-232 serial connection from an external computer, such as a laptop, notebook or industrial PC, running the VM600 MPStx software
- ✦ Local micro-display for visualisation of monitored outputs and alarm limits
- ✦ Two Ethernet connections and up to three serial connections (RS-232/RS-422/RS-485) can be accommodated simultaneously
- ✦ External communication interfaces with third party devices such as a DCS or PLC
- ✦ Industry standard protocols including Modbus RTU and Modbus TCP
- ✦ Redundant communications links can be configured to improve availability
- ✦ VM600 MPStx rack (CPUM) security
- ✦ Extended operating range of -20 to 70°C



CPUM



IOCN

 Information contained in this document may be subject to Export Control Regulations of the European Union, USA or other countries. Each recipient of this document is responsible for ensuring that transfer or use of any information contained in this document complies with all relevant Export Control Regulations. ECN 263

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 11. Data sheet de especificaciones técnicas y descripción del CPU -M y IOC -N

<p>Modular CPU card and Input / output card CPU-M and IOC-N</p> <p style="text-align: right;">MEGGITT</p>	
<p>DESCRIPTION</p> <p>The CPU-M is a modular control and monitoring unit (CPU) card intended for use in the VIBRO-M series of machinery protection systems and condition monitoring systems from Meggit Sensing Systems' VIBRO-Meter® product line. Depending on the system requirements, the CPU-M can be used alone in the rack (installed in the front card cage) or in conjunction with the associated IOC-N modular card (installed in slot 3) of the rear card cage, directly behind the CPU-M.</p> <p>The modular, highly versatile design of the CPU-M means that all VMEbus card configuration, display and communications interfacing can be performed from a single card in a transparent rack. The CPU-M also acts as a host controller and allows an Ethernet link to be established between the rack and a computer running one of the VMEbus software packages (MPS or MRS).</p> <p>The CPU-M card consists of a carrier board with two PC/ISA type slots that can accept different PC/ISA modules: a CPU module and an optional serial communications module.</p> <p>All CPU-M cards are fitted with a CPU module that supports Ethernet connections and has serial communications. Thus, both the Ethernet module and serial module versions of the card.</p> <p>Note: The primary Ethernet connection is used for communication with the VMEbus MPS software via a network and for Modbus TCP communications. The secondary Ethernet connection is used for redundant Modbus TCP communications. The primary serial connection is used for communication with the VMEbus MPS software via a direct connection. The secondary serial connection is used for Modbus RTU communications.</p> <p>Optionally, a CPU-M card can be fitted with a serial communications module in addition to the CPU module in order to support additional serial connections. This is the serial module version of the card.</p> <p>The CPU-M module's primary Ethernet and serial connections are available via the NET and RS232C connectors on the front panel of the CPU-M. However, if the associated IOC-N card is used, the primary Ethernet connection can be moved to the T connector on the front panel of the IOC-N. Instead of the NET connector, when the associated IOC-N card is used, the secondary Ethernet and serial connections are available via the T and RS232C connectors on the front panel of the IOC-N.</p> <p>The IOC-N card is an network interface (that includes) card for use with the CPU-M. This card provides connections for the CPU-M's communications interfaces. The IOC-N slots 1 and 2 Ethernet connectors provide access to the primary and secondary Ethernet connections. An optional serial connector provides access to the secondary serial connection.</p> <p>In addition, the IOC-N card includes two pairs of RJ-45 RJ-45 serial connectors that provide access to the additional serial connectors (from the optional serial communications module) that can be used to configure multi-drop RS-485 networks of VMEbus nodes.</p> <p>The CPU-M front panel features an LCD display that shows the type of activity monitored subject in bar-graph and digital form, with the Alarm and Danger status also indicated on the bar-graph. The signal condition (OK and Output Number) is shown at the top of the display.</p> <p>The SLCT and CLT (output) keys on the front panel are used to select which signal condition: The ALARM RESET button on the front panel resets all selected alarms (and associated relay) for the entire rack.</p> <p>LEDs on the front panel indicate the OK, Alarm (A) and Danger (D) status for the currently selected signal. When Slot 3 is populated, the LEDs indicate the overall status of the whole rack. When the CPU-M (diagnostic) LED shows green continuously, the CPU-M card is operating normally, and when the DIAG LED blinks, the CPU-M card is detecting internal faults related to the CPU-M card or related to a VIBRO-MPS slot, (CPU-M security).</p> <p>Any security measures, the CPU-M card supports, requires that can be used to limit the functionality of the MPS that is available via the CPU-M's Ethernet-based connections, helping to reduce the possibility of interference in the operation of a MPS and the machinery being monitored.</p> <p>VMEbus MPS rack (CPU-M) security consists of two specific levels of protection integrated in the CPU-M card: CPU-M access code (hardware security feature) and MPS password (software "software" security feature). Refer to the VIBRO-MPS hardware manual and the VIBRO-MPS software manual for further information.</p>	
<p>SECURITY</p> <p>For specific applications, contact your nearest Meggit Sensing Systems representative.</p>	
<p>SPECIFICATIONS</p> <p>CPU-M</p> <p>CPU module MAGNET 500 Processor speed Processor speed Memory Power supply Operating voltage Communications ports (connections)</p> <p>Primary Ethernet Secondary Ethernet Primary serial Secondary serial</p> <p>Communications ports (connections)</p> <p>Serial communications module Modbus TCP POWER SUPPLY Location Communications ports (connections) Additional serial</p> <p>Primary Ethernet: 10/100BASE-TX, 10BASE-T/100BASE-LX to 100 Mbps Function: VMEbus rack configuration and communications using the VMEbus MPS software and Modbus TCP Connector: NET (CPU-M card) or T (IOC-N card) Network interface: 10/100BASE-TX Data transfer rate: Up to 100 Mbps Function: Redundant Modbus TCP communications Connector: 2 (IOC-N card) Network interface: RS-232 Data transfer rate: Up to 115.2 Kbps Function: VMEbus rack configuration and communications using the VMEbus MPS software Connector: RS232 (CPU-M card) Network interface: RS-232, RS-485 Data transfer rate: Up to 115.2 Kbps Function: Modbus RTU communications Connector: RS-232 (CPU-M card)</p> <p>Network interface: Two isolated RS-485 and RS-485 Data transfer rate: Up to 115.2 Kbps Function: Modbus RTU communications Connector: TWO RJ-45 (see 10/100BASE-TX)</p>	
<p>Note: The CPU module is fitted to all versions of the CPU-M card.</p>	
<p>© Meggit SA / 2018 Version 12 18.12.2018 E</p>	

<p>Modular CPU card and Input / output card CPU-M and IOC-N</p> <p style="text-align: right;">MEGGITT</p>	
<p>SPECIFICATIONS</p> <p>LED Indicators</p> <p>OK</p> <p>OK</p> <p>A (Alert)</p> <p>D (Danger)</p> <p>Buttons</p> <p>ALARM RESET</p> <p>OUT- and OUT+</p> <p>SLCT- and SLCT+</p> <p>Connectors</p> <p>NET</p> <p>RS232</p> <p>RS485</p> <p>Note: The serial communications module is only fitted to the serial module version of the CPU-M card. Note: Junters of the CPU-M card are used to configure the required operation of serial connections and connectors. Refer to the VMEbus MPS hardware manual for further information.</p> <p>IOC-N</p> <p>Connectors</p> <p>RS</p> <p>A</p> <p>B</p> <p>T</p> <p>D</p> <p>Note: Junters of the IOC-N card are used to configure the required operation of serial connections and connectors. Refer to the VMEbus MPS hardware manual for further information.</p>	
<p>Other LED used to indicate the status of the CPU-M card: off, normal operation and status of VMEbus MPS rack (CPU-M security)</p> <p>Other LED used to indicate the status of the OK system (alarm or OK (no alarm) for the currently selected measurement channel)</p> <p>Yellow LED used to indicate the status of the alarm (ALARM) with respect to the currently selected measurement channel</p> <p>Serial LED used to indicate the status of the alarm monitoring, Danger or Danger+ for the currently selected measurement channel</p> <p>Used to reset all selected alarms (and associated relay) in the entire VMEbus rack</p> <p>Used to select a measurement channel for the currently selected card used</p> <p>Used to insert a slot card in the VMEbus rack</p> <p>RS232 (RS-232), female Used for the primary Ethernet connection</p> <p>RS-485 (RS-485), female Used for the primary serial connection</p> <p>RS-485 (RS-485), female Used for the secondary serial connection</p> <p>Two RS232 (RS-232), female Used for additional serial connections (requires the optional serial communications module)</p> <p>Two RS232 (RS-232), female Used for additional serial connections (requires the optional serial communications module)</p> <p>RS232 (RS-232), female Can be used for the primary Ethernet connection instead of the NET connector</p> <p>RS232 (RS-232), female Used for the secondary Ethernet connection</p>	
<p>© Meggit SA / 2018 Version 12 18.12.2018 E</p>	

Fuente: Meggit - Vibrometer

Anexo 12. Sustentación de tesis en PPT's



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ACELERÓMETROS, PARA EL MANTENIMIENTO
PREDICTIVO DE LAS TURBINAS A GAS SGT6-5000-FD3
SANTA ROSA – LIMA PERU

Ponente:

Oscar Antonio Roman Henriquez

Fuente: *Elaboración propia*



INDICE

- INTRODUCCION
- REALIDAD A LA PROBLEMÁTICA
- OBJETIVOS DEL PROYECTO
- DESARROLLO DEL PROYECTO
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

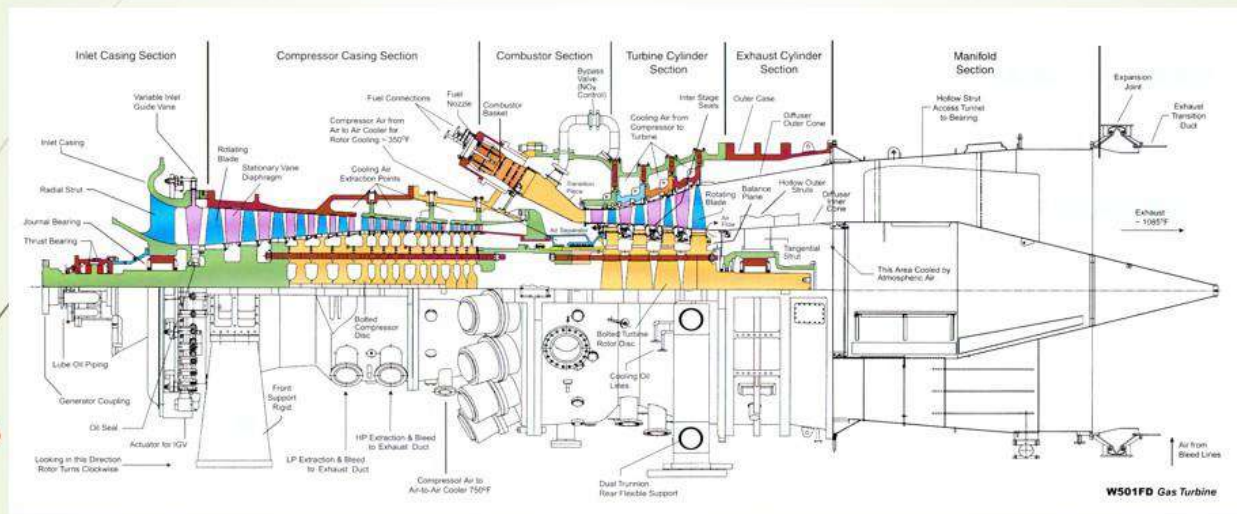
INTRODUCCION



TURBINAS A GAS:

- Una turbina de gas es un motor térmico que contiene un compresor, una cámara de combustion y una turbina de expansion. El proceso de gas inicia cuando el aire es dirigido a través de una casa de filtros al compresor y con una alta presión es mezclado con el gas natural, obteniendo por medio de los combustores los gases de combustión, los cuales son enviados a los álabes y producen la rotación de la turbina.

SGT6-5000F (W501F)



Las turbinas a gas trabajan en ciclo Brayton, siendo ideal en la teoría, porque usa un proceso de combustión interna y en lo real que es en la práctica (Field), un proceso irreversible.

Ciclo Reversible:

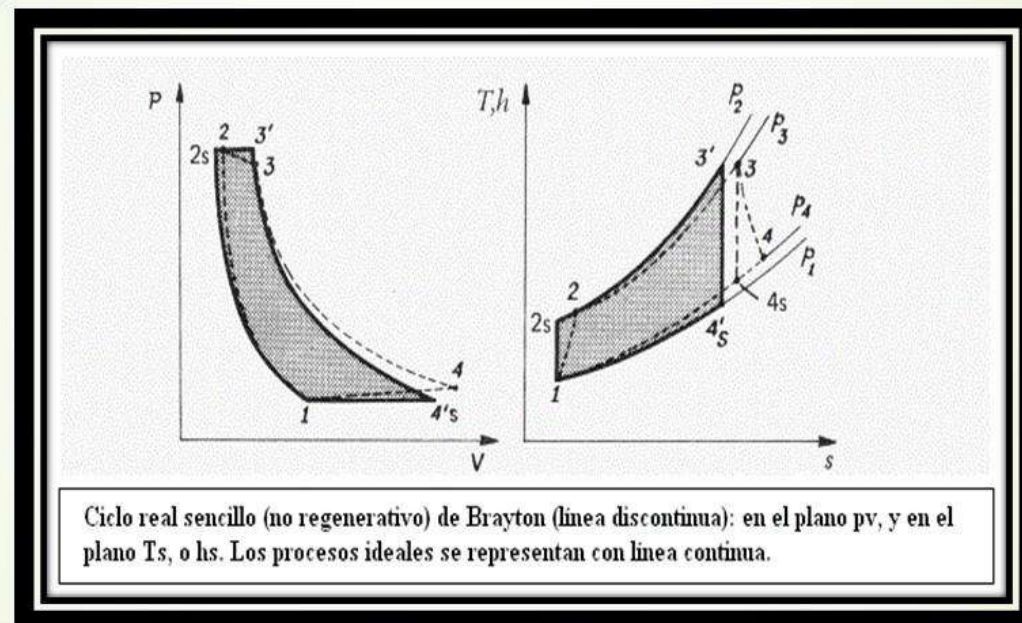
- 1-2: Compresión adiabática reversible (isentrópica).
- 2-3: Adición de calor isobárica (presión constante).
- 3-4: Expansión adiabática reversible (isentrópica).
- 4-1: Sesión de calor isobárica (presión constante). Se realiza en la atmósfera (en el ciclo abierto).

Ciclo Irreversible:

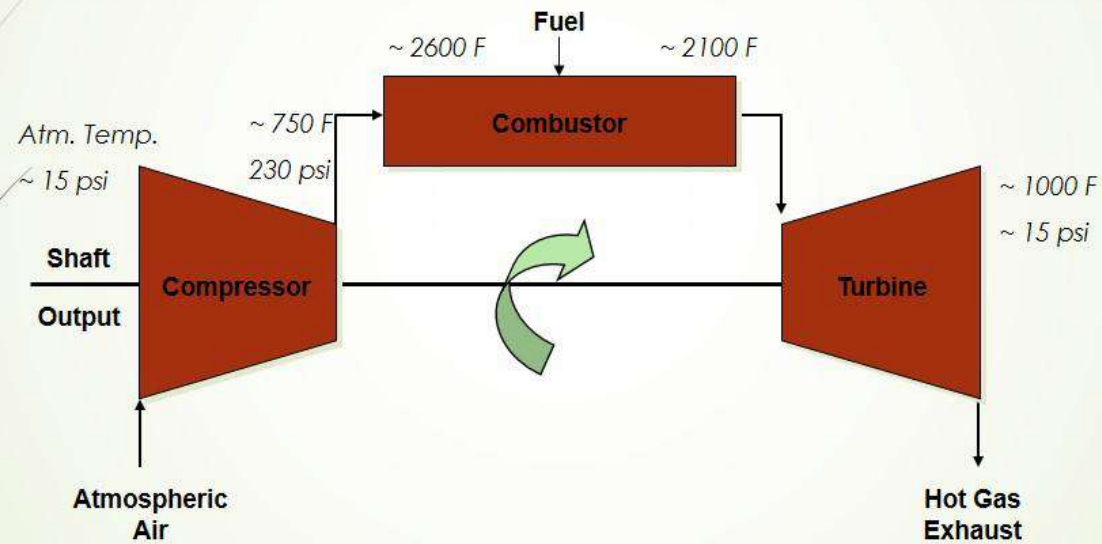
- Los procesos de compresión y expansión no son reversibles ni adiabáticos.
- El aporte de calor en la cámara de combustión no se realiza a presión constante.
- Existen pérdidas de carga debidas a la fricción del fluido.



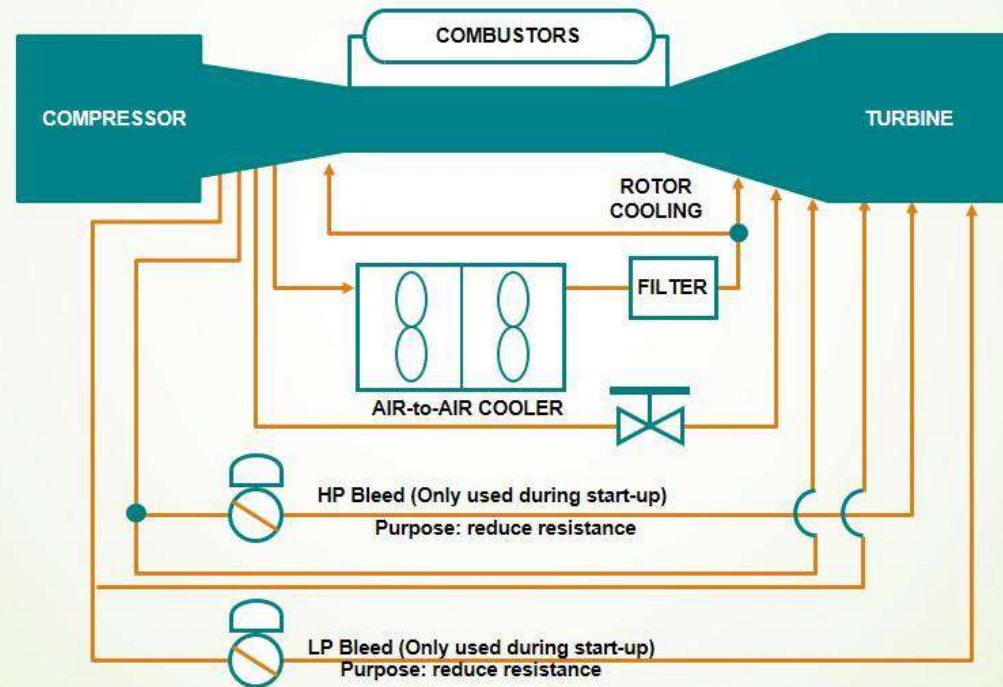
Presión-Volumen (P-V), y Temperatura-Entropía (T-s).



Turbina De Gas Ciclo Simple



Aire De Enfriamiento

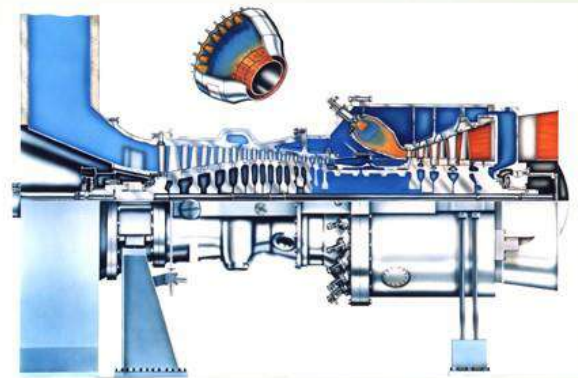


Typical Westinghouse Configuration



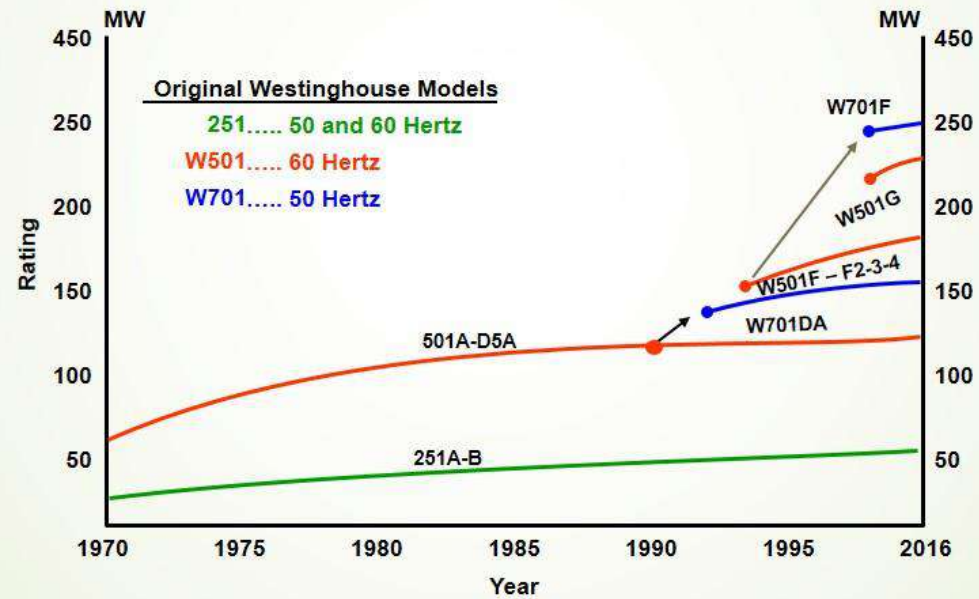
Can-Annular Design

Typical Siemens Configuration



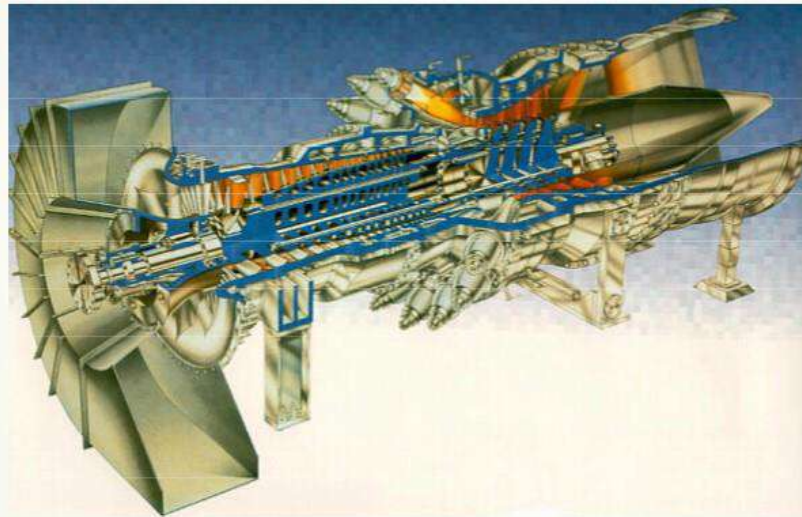
Hybrid Burner Ring(HBR) Design

Evolucion De Turbinas A Gas



Turbina Modelo W501F_D

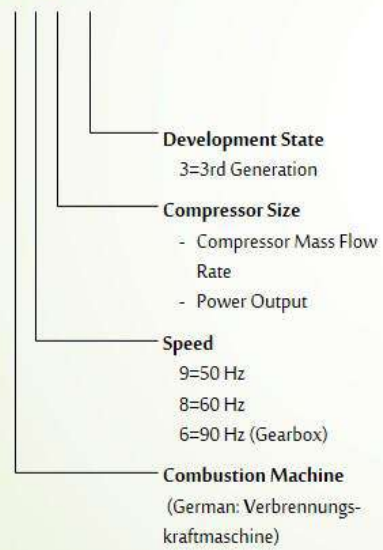
HP Designation N/A, 1 Eje, Version F, 3600 rpm (60Hz)



Siemens Designation of Gas Turbines

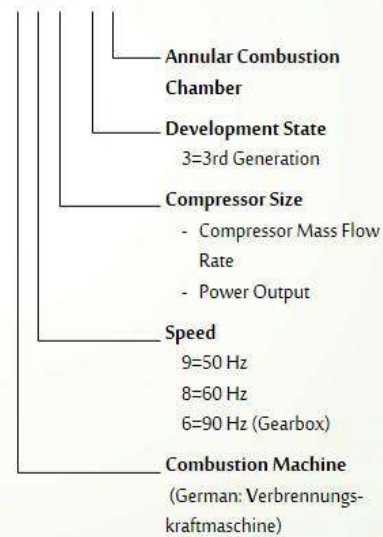
For Example:

V84.3

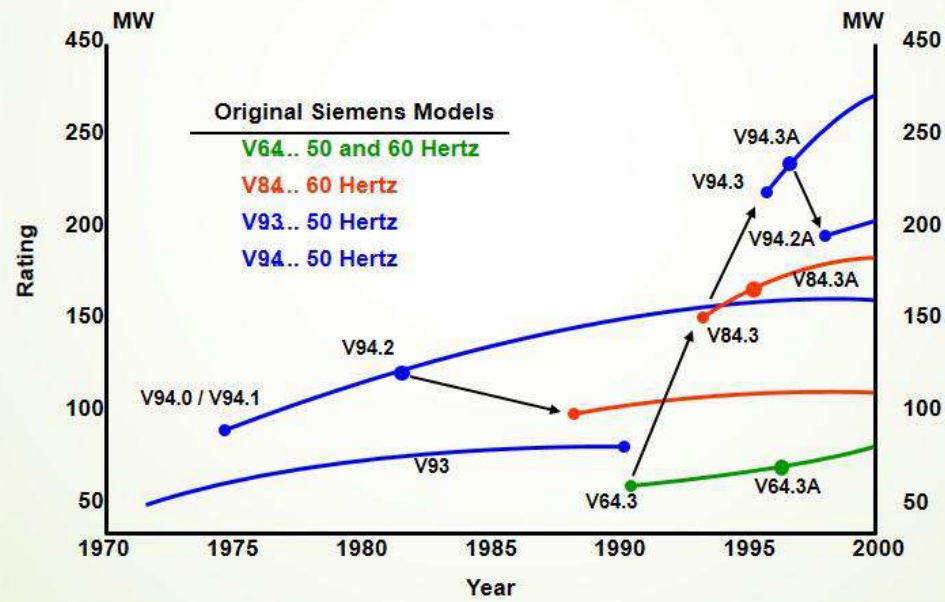


For Example:

V94.3A

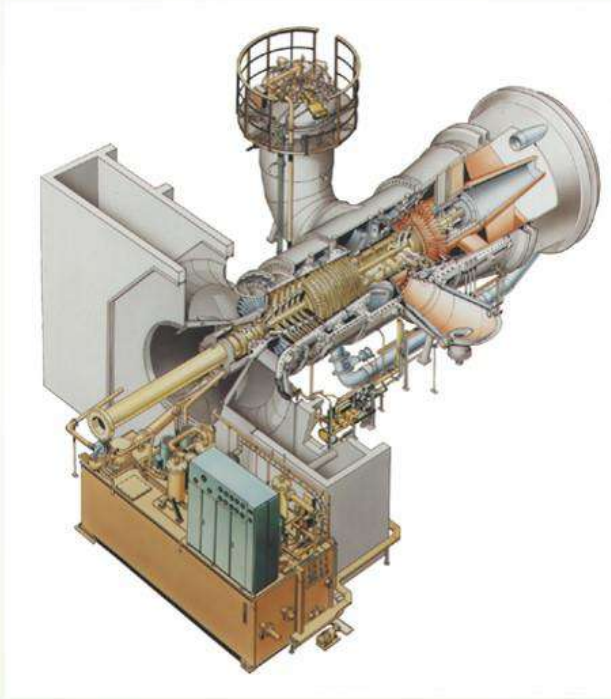


Evolucion De Turbinas A Gas

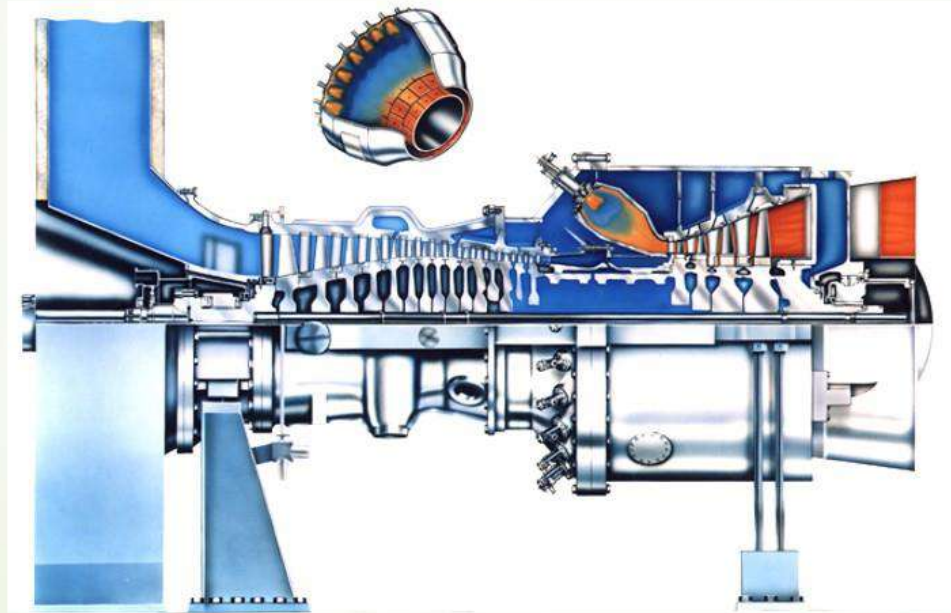


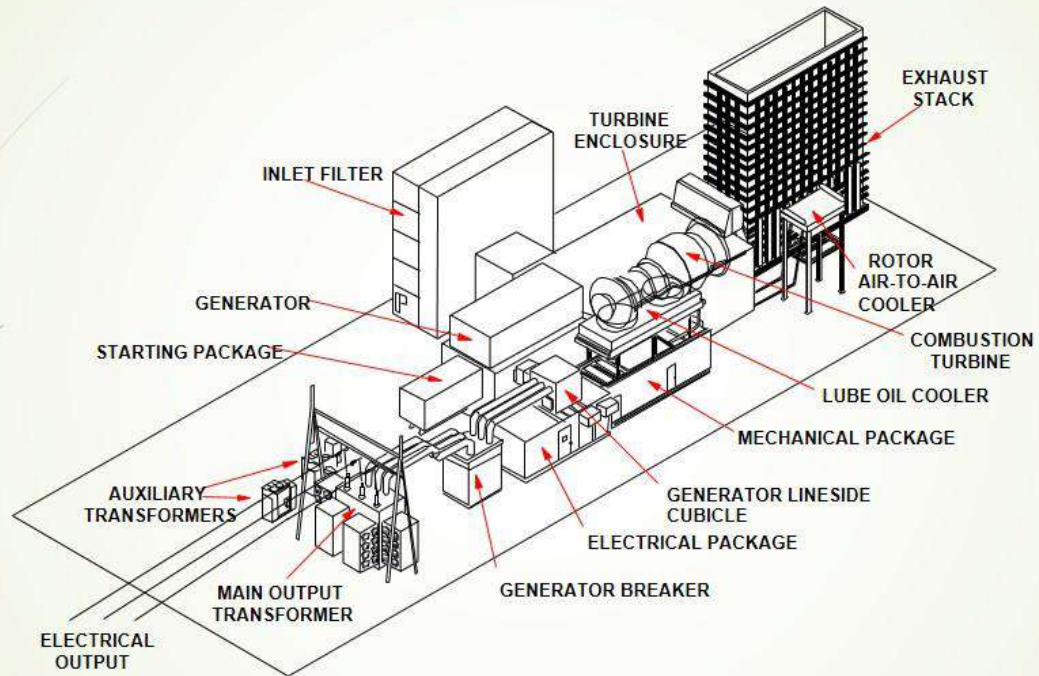
Modelos V84.2 / V94.2

60 Hz/50Hz, 4 Etapas de Compresor, 2nd Generacion



Camara Anular / Quemadores (HBR) 'A' Modelo Siemens 'V'

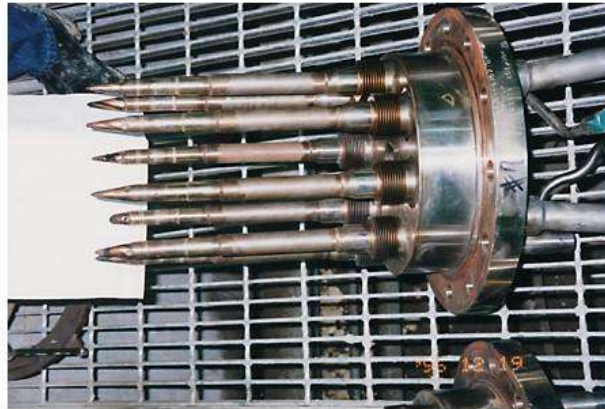




DISTRIBUCION MODULAR DE LA PLANTA TG-8

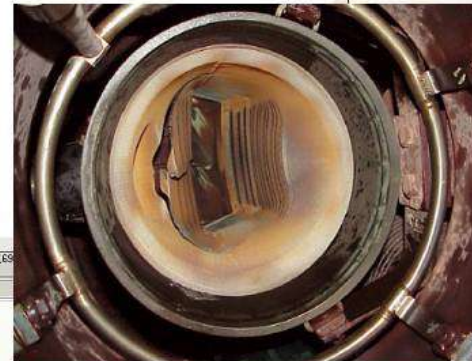
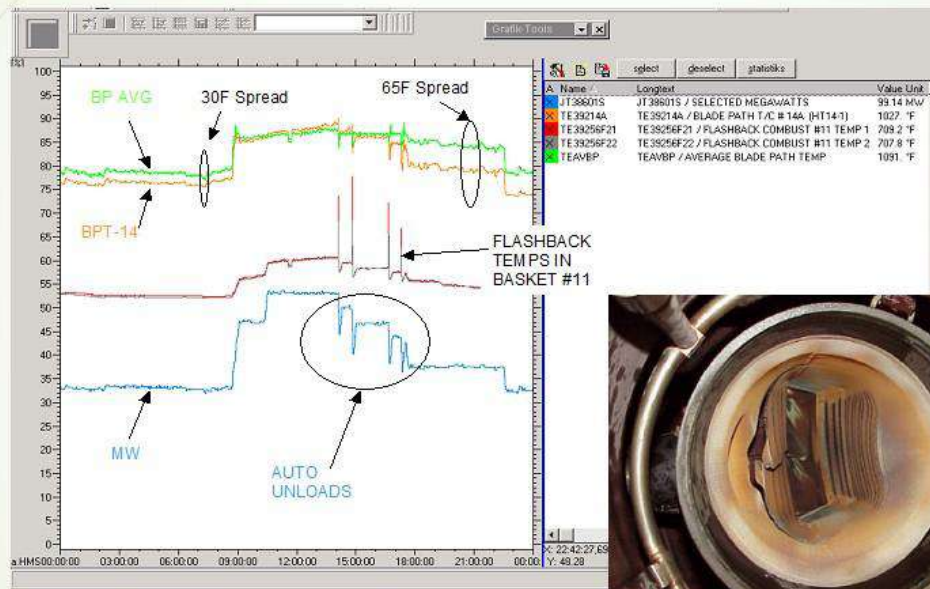
REALIDAD A LA PROBLEMÁTICA

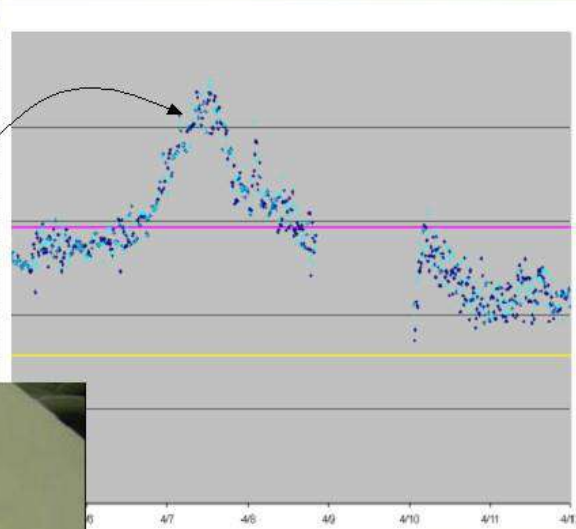
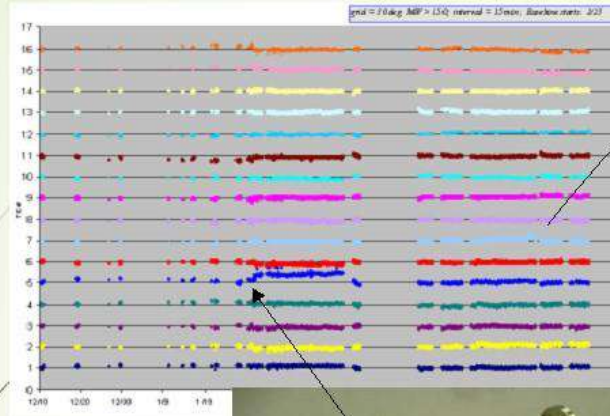
- Actualmente el grupo TG-8 instalado en el 2009 en la planta Santa Rosa, Lima-Perú, propiedad de ENEL S.A.C cuenta con problemas en la calidad de eficiencia, altas emisiones de NOx y en dicho grupo se generan altas temperaturas durante su funcionamiento. Todo ello se deriva en que no se realizan los mantenimientos correctos para prevenir problemas en el futuro.



Dry Low Nox Nozzle for Can-Annular Configuration

Example of Transition Damage – Other transition failures can happen much more quickly





- #2 Nozzle was found in pieces



- #4 nozzle was removed cracked but in one piece

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

- Implementar un sistema de acelerómetros para la corrección y eliminación de los dinámicos de combustión.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

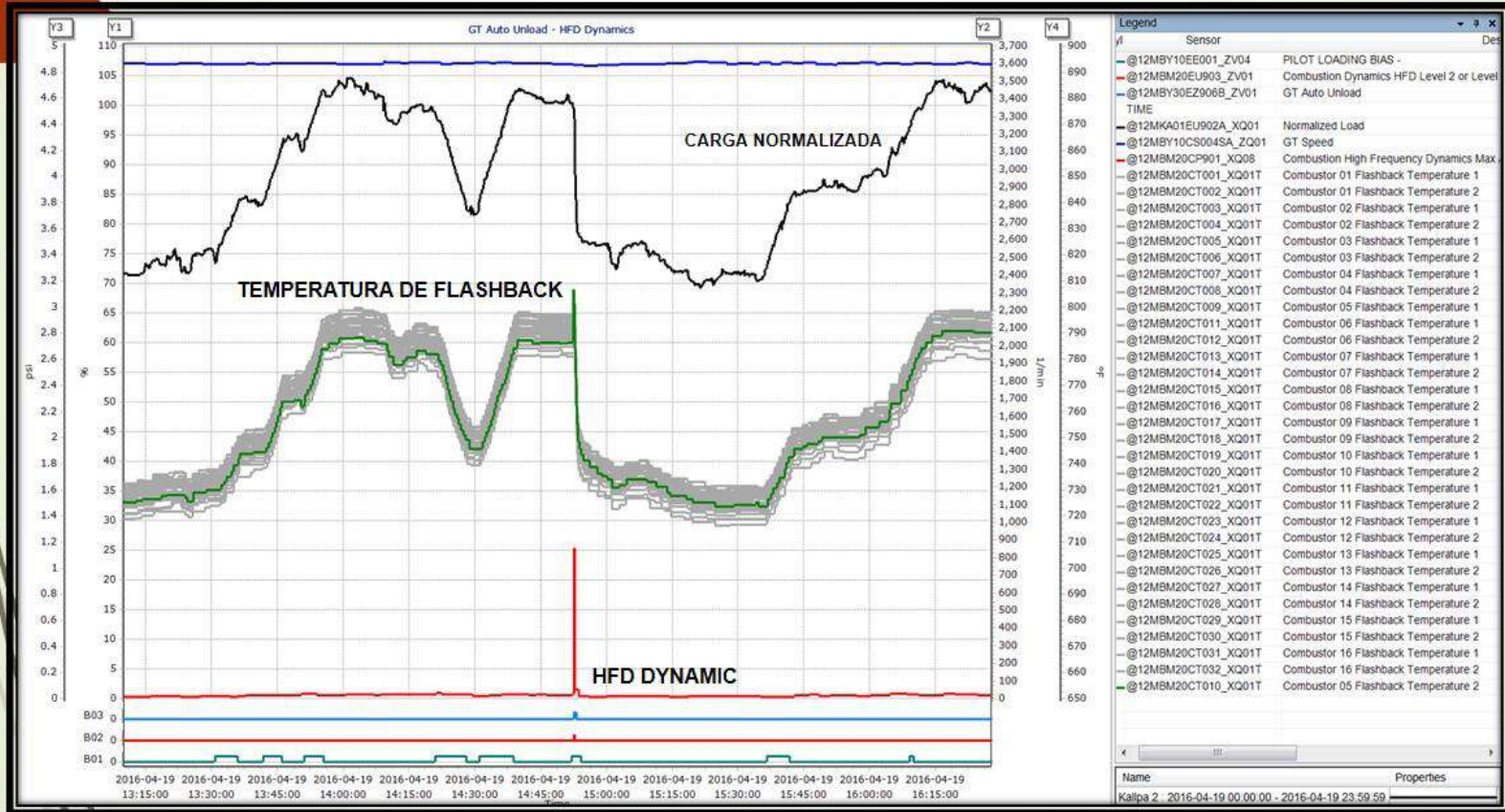
- Estabilizar la llama, para que esta se mantenga estable.
- Asegurar una corriente de gases continua hacia la turbina.
- Mantener una temperatura constante de los gases de combustión que ingresan a la misma.
- Lograr la máxima eficiencia de combustión, es decir producir la menor cantidad de inquemados de CO, CH y MP (material particulado).
- Minimizar la caída de presión dentro de la cámara a fin de minimizar las caídas de presión entre el compresor axial y la turbina.

DESARROLLO DEL PROYECTO

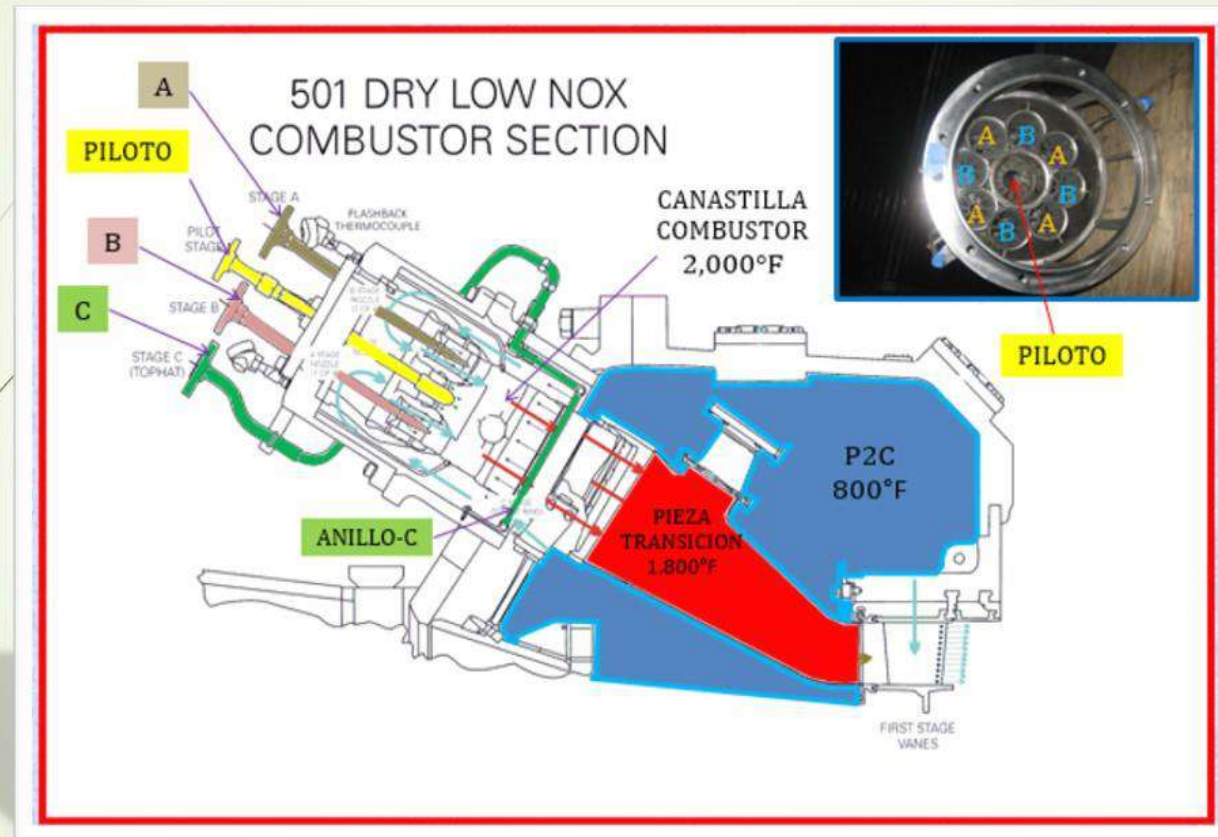
Con el desarrollo del proyecto se mejorarán los dinámicos de combustión y el sistema rápidamente corregirá los eventos de pulsaciones que se procesan en cada cámara. Además, el combustor y los controles serán optimizados para que las dinámicas se encuentren dentro de niveles predeterminados y no se encuentren en áreas de pulsaciones de presión dinámica excesivas.

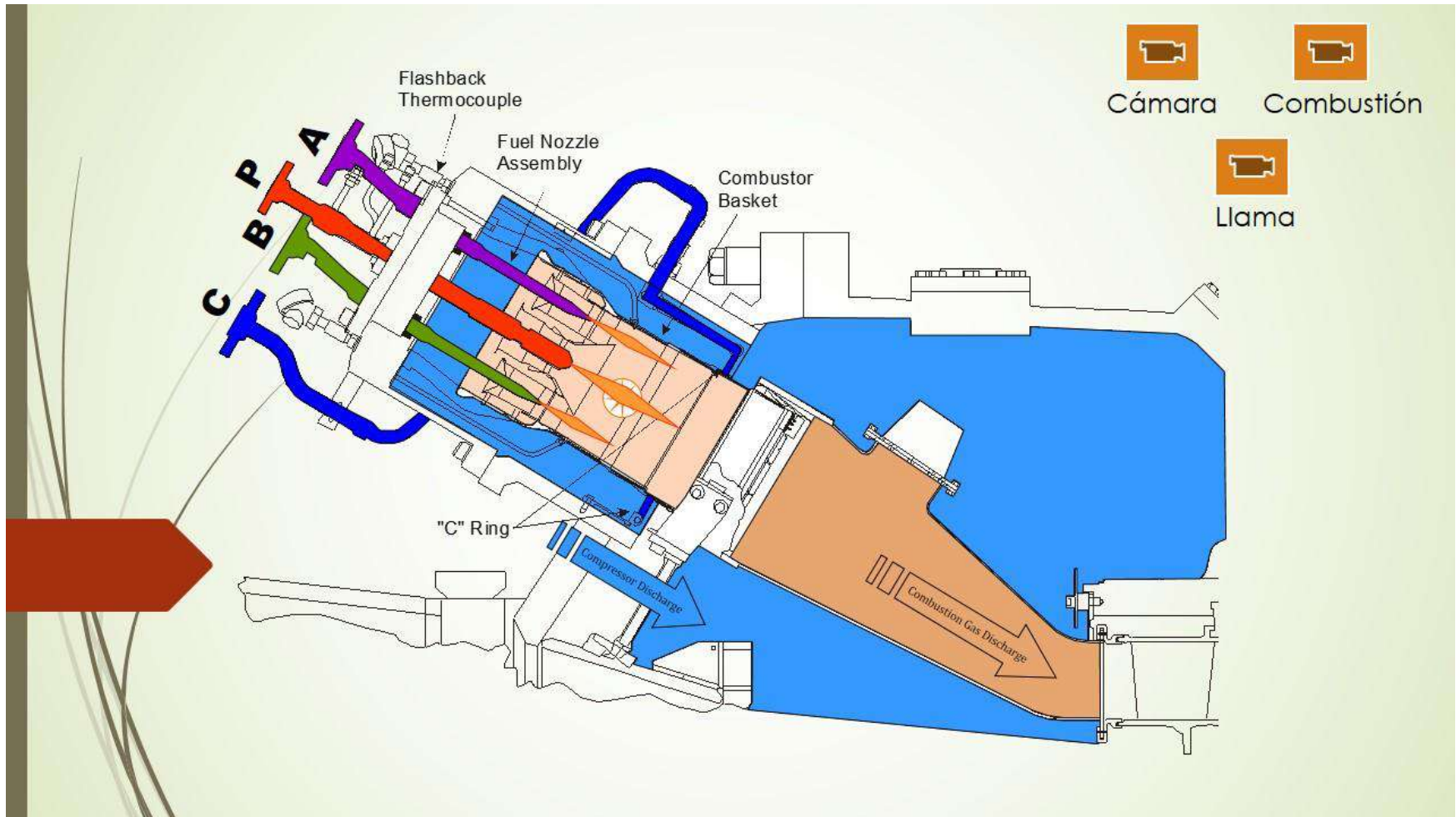


DESARROLLO DEL PROYECTO

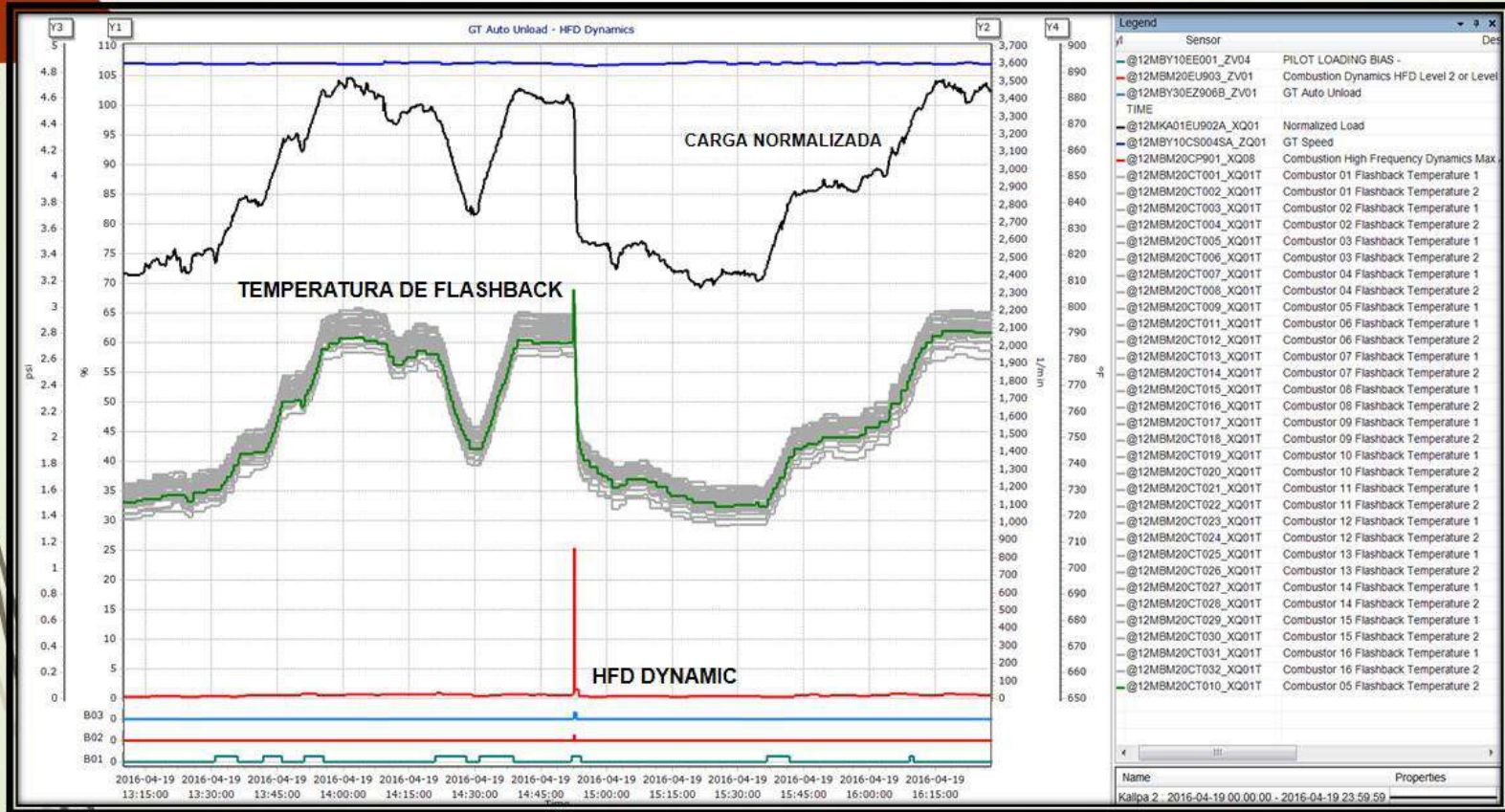


DESARROLLO DEL PROYECTO

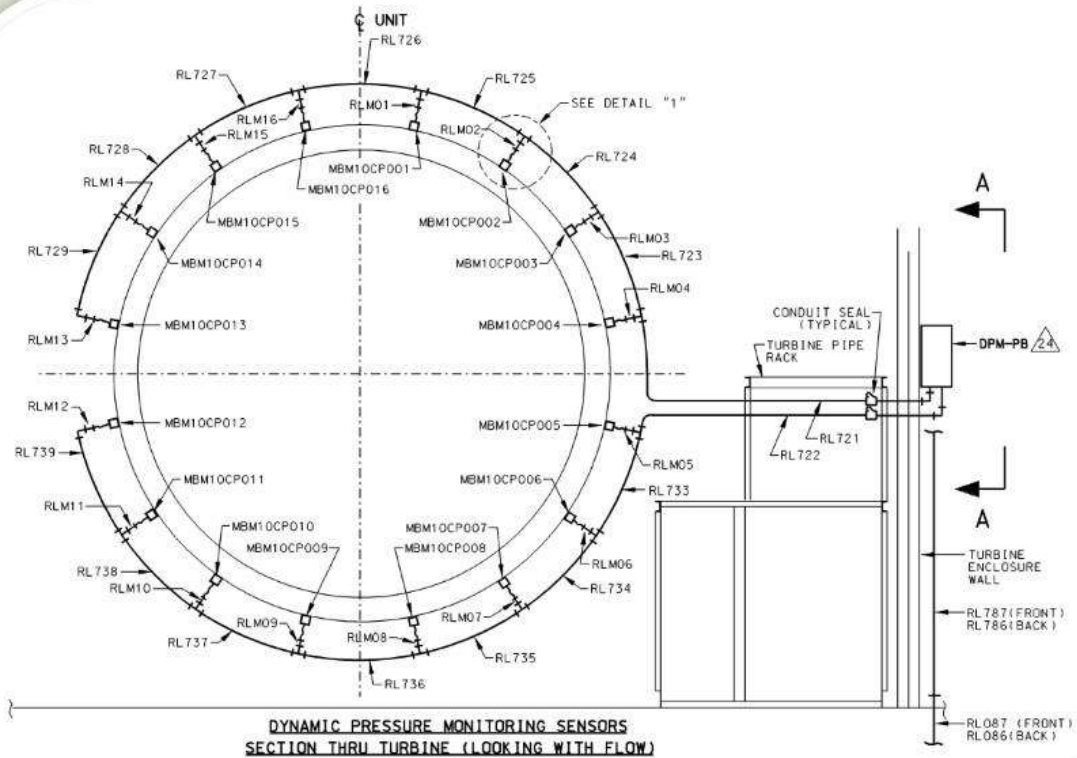




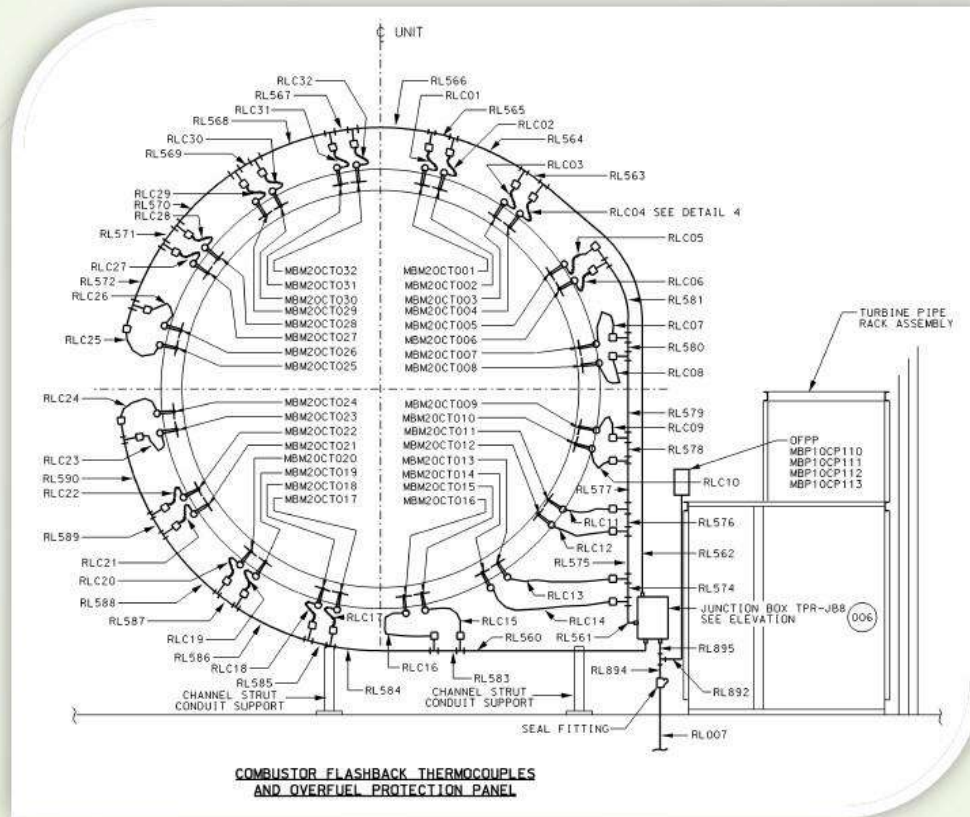
DESARROLLO DEL PROYECTO



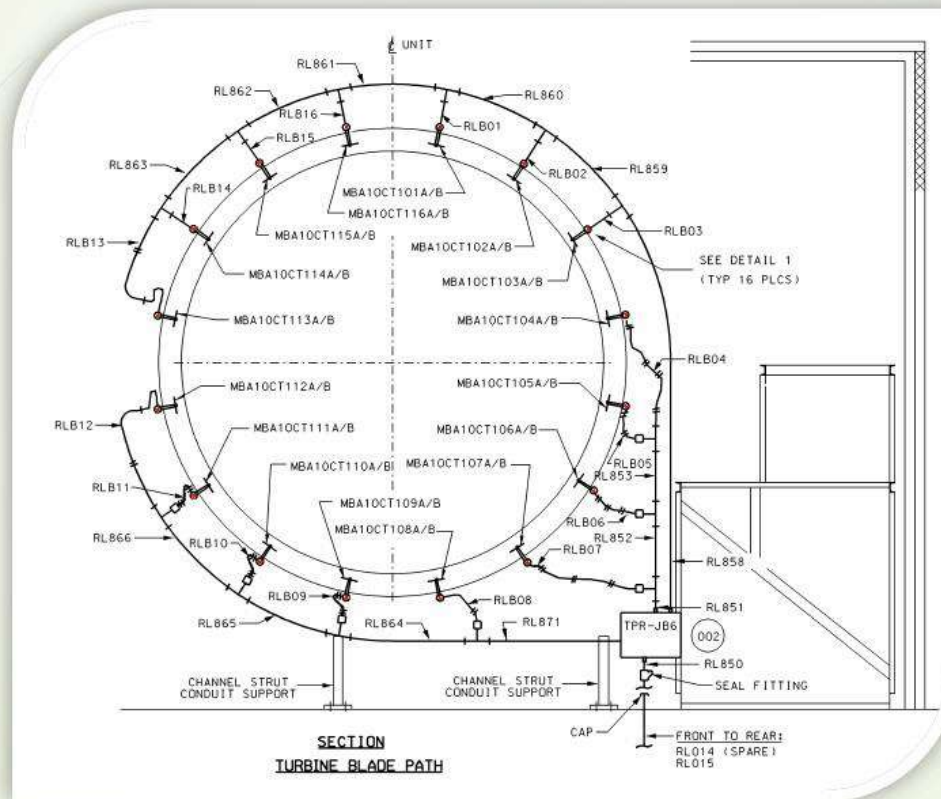
DESARROLLO DEL PROYECTO



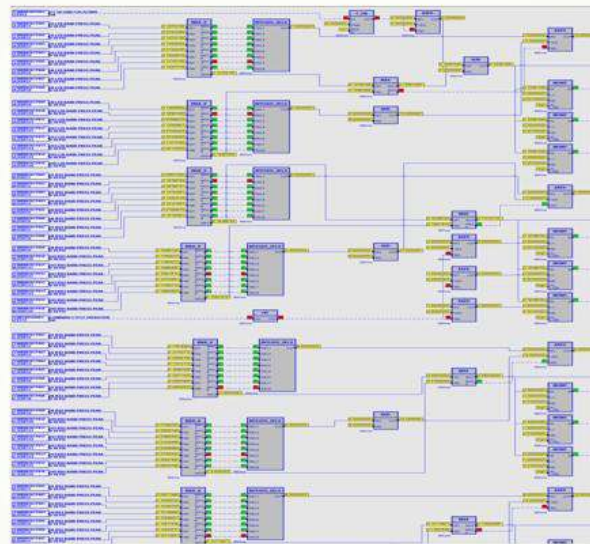
DESARROLLO DEL PROYECTO



DESARROLLO DEL PROYECTO

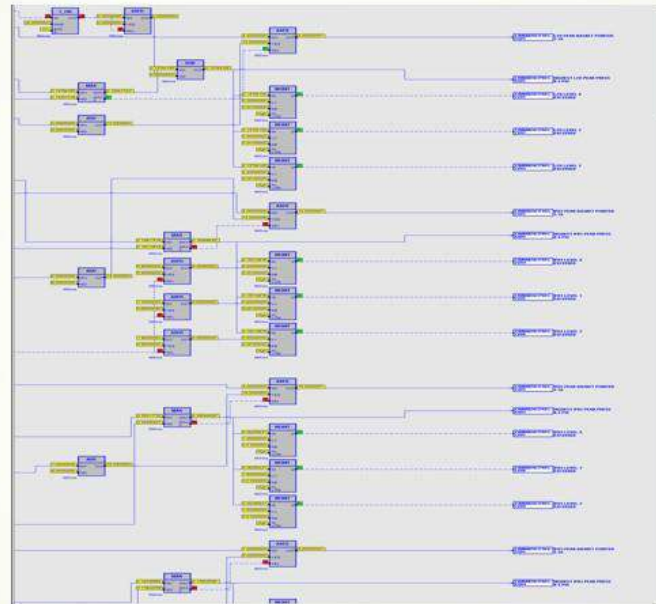


DESARROLLO DEL PROYECTO



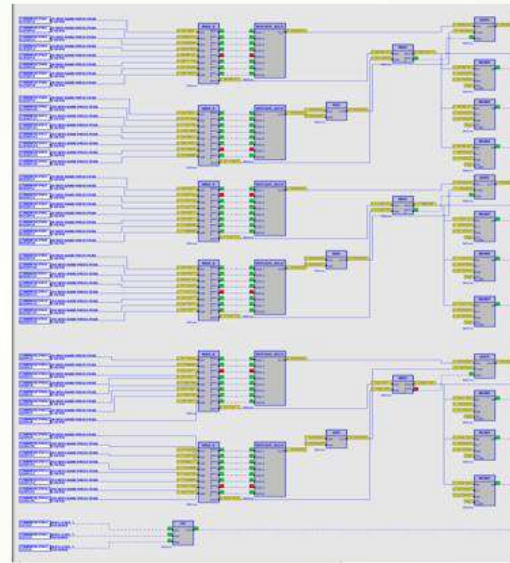
Lógica de Alarmas del monitoreo de LFD

DESARROLLO DEL PROYECTO



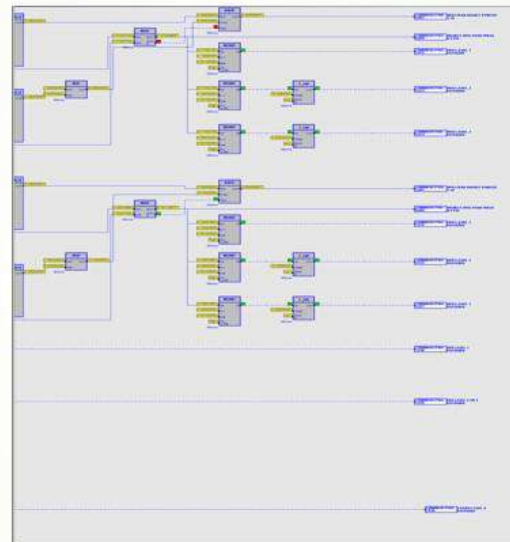
Lógica de Alarmas del monitoreo de IFD

DESARROLLO DEL PROYECTO



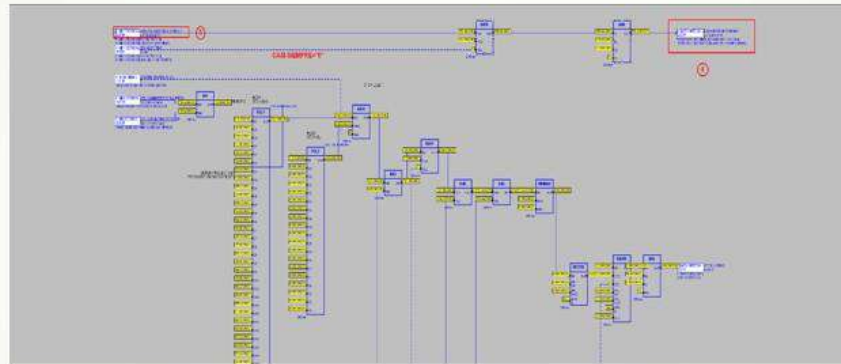
Lógica de Alarmas del monitoreo de HFD

DESARROLLO DEL PROYECTO



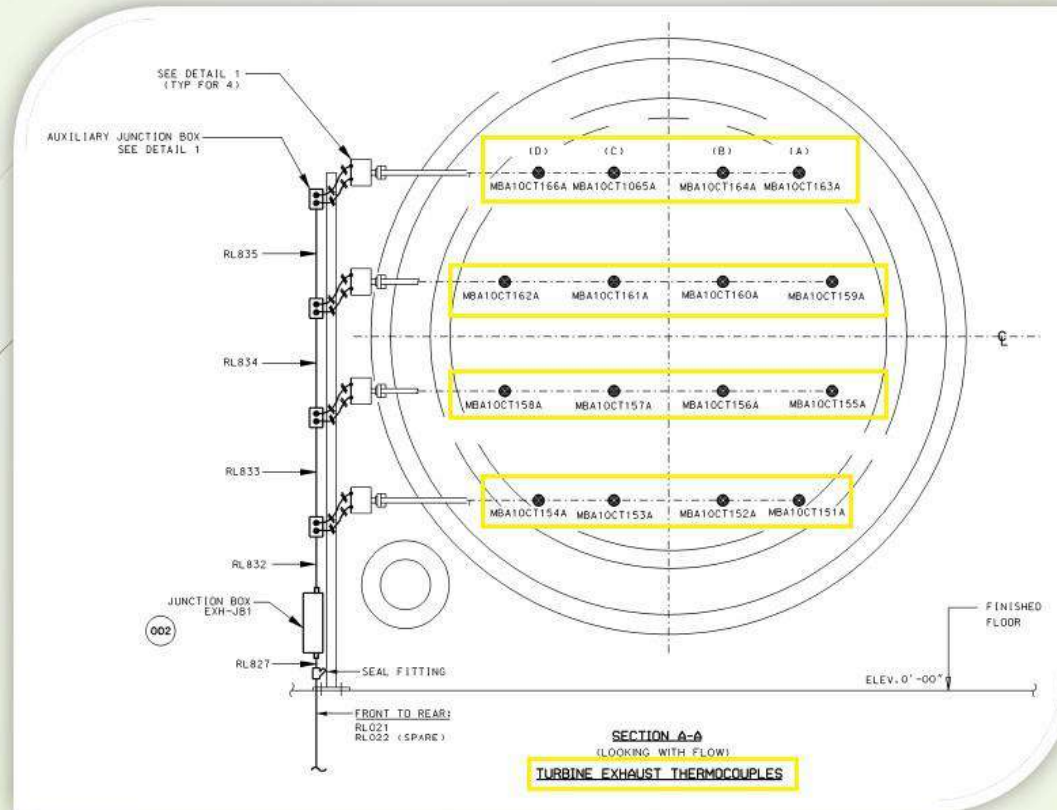
Lógica de control de temperatura del exhaust

DESARROLLO DEL PROYECTO

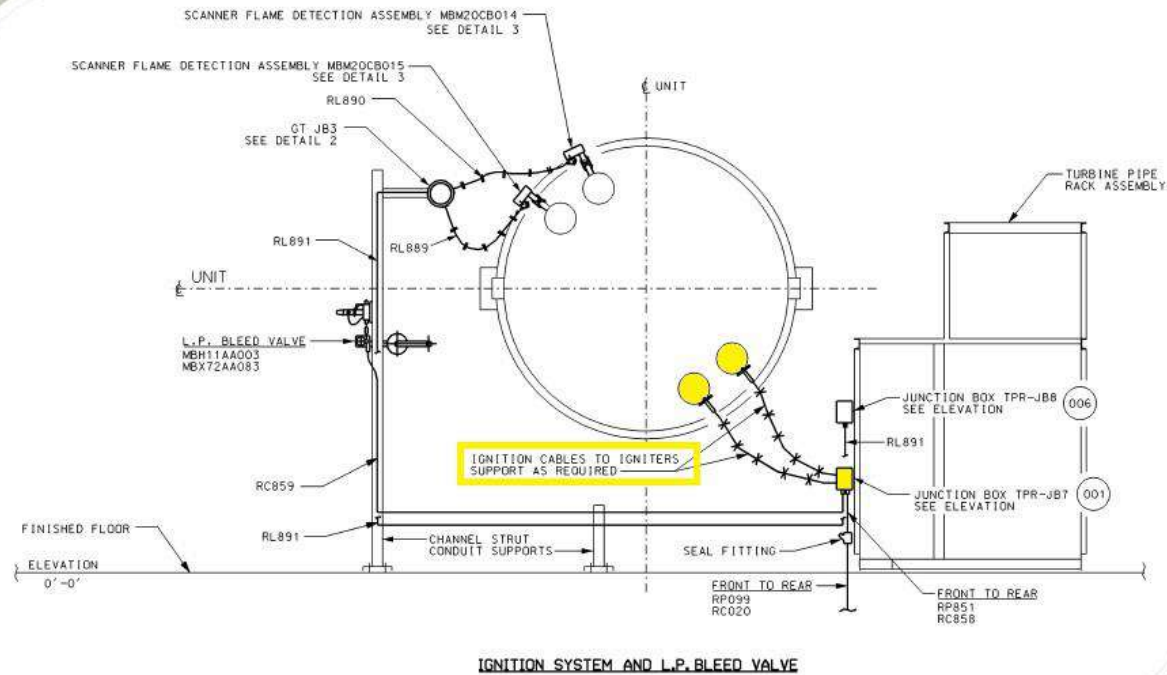


Lógica de control de presión en los combustores

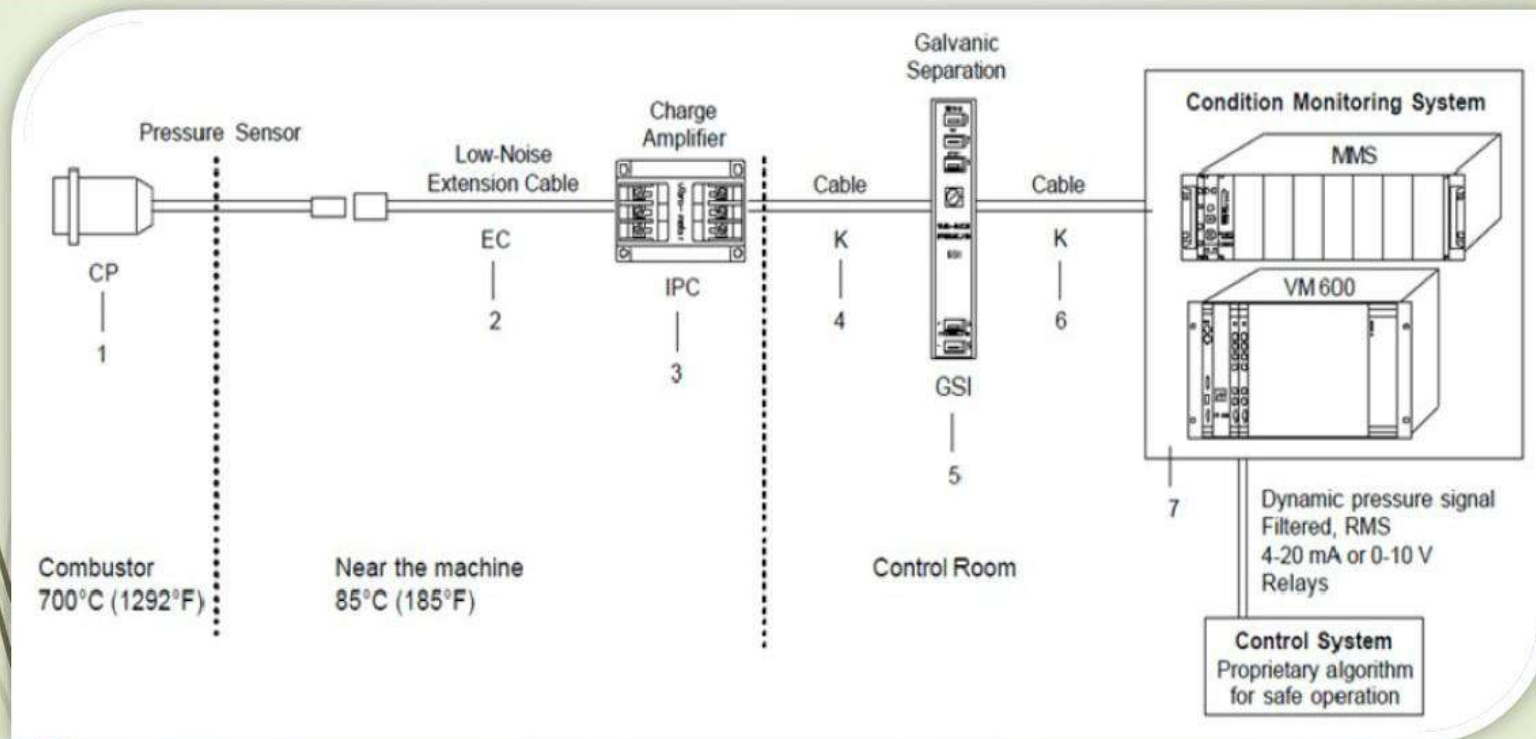
DESARROLLO DEL PROYECTO



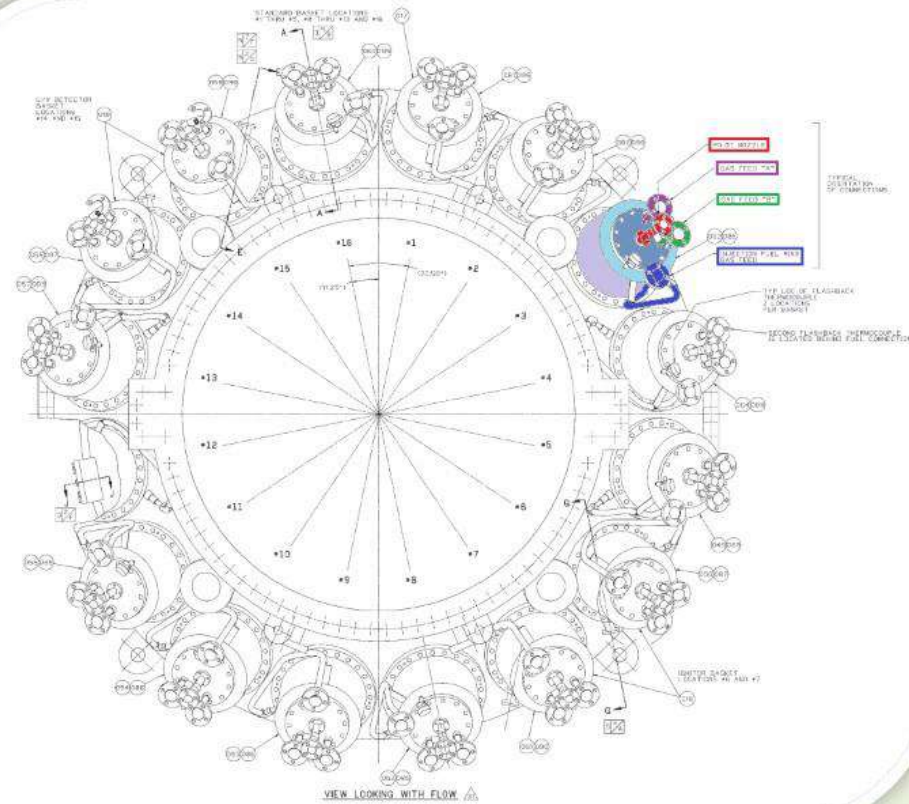
DESARROLLO DEL PROYECTO



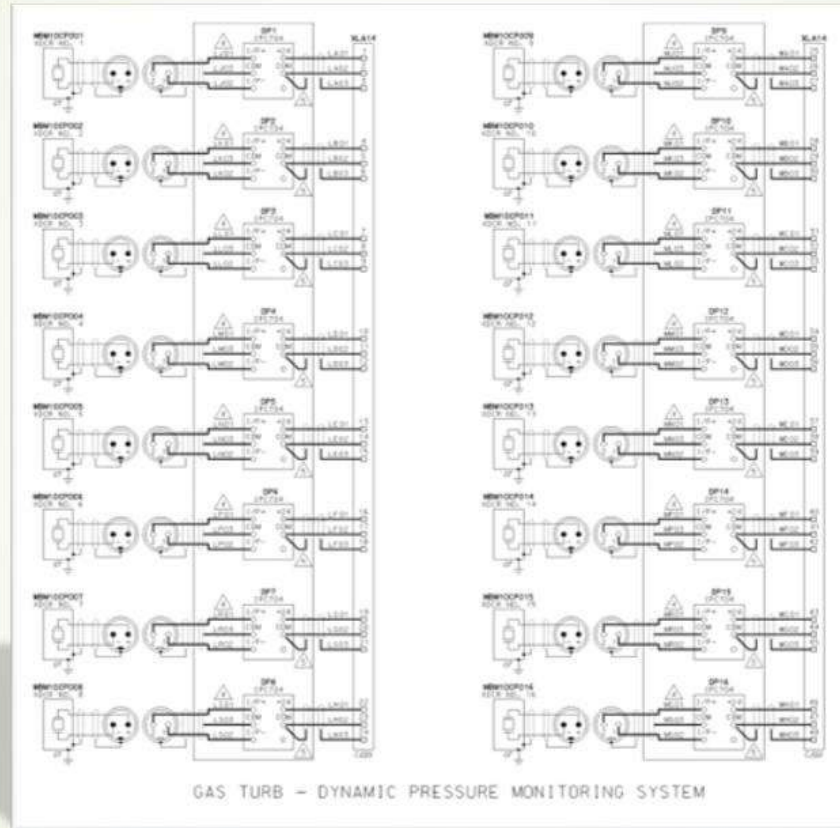
DESARROLLO DEL PROYECTO



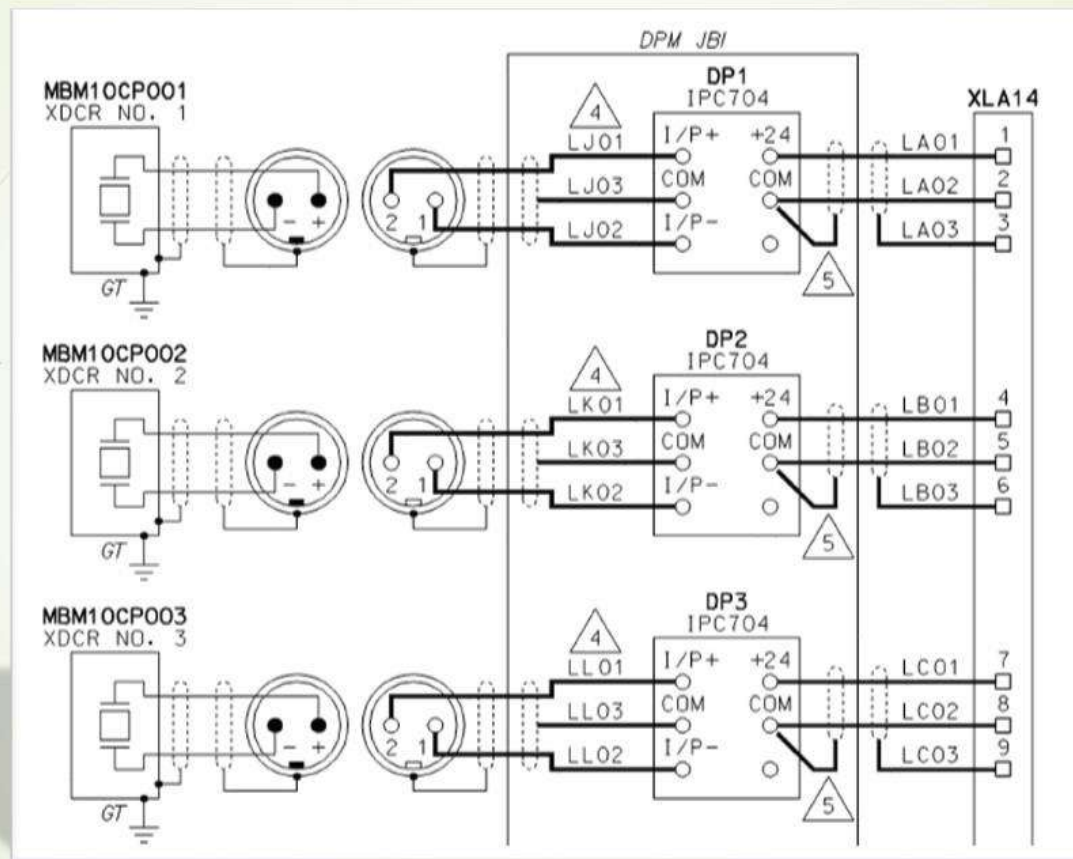
DESARROLLO DEL PROYECTO



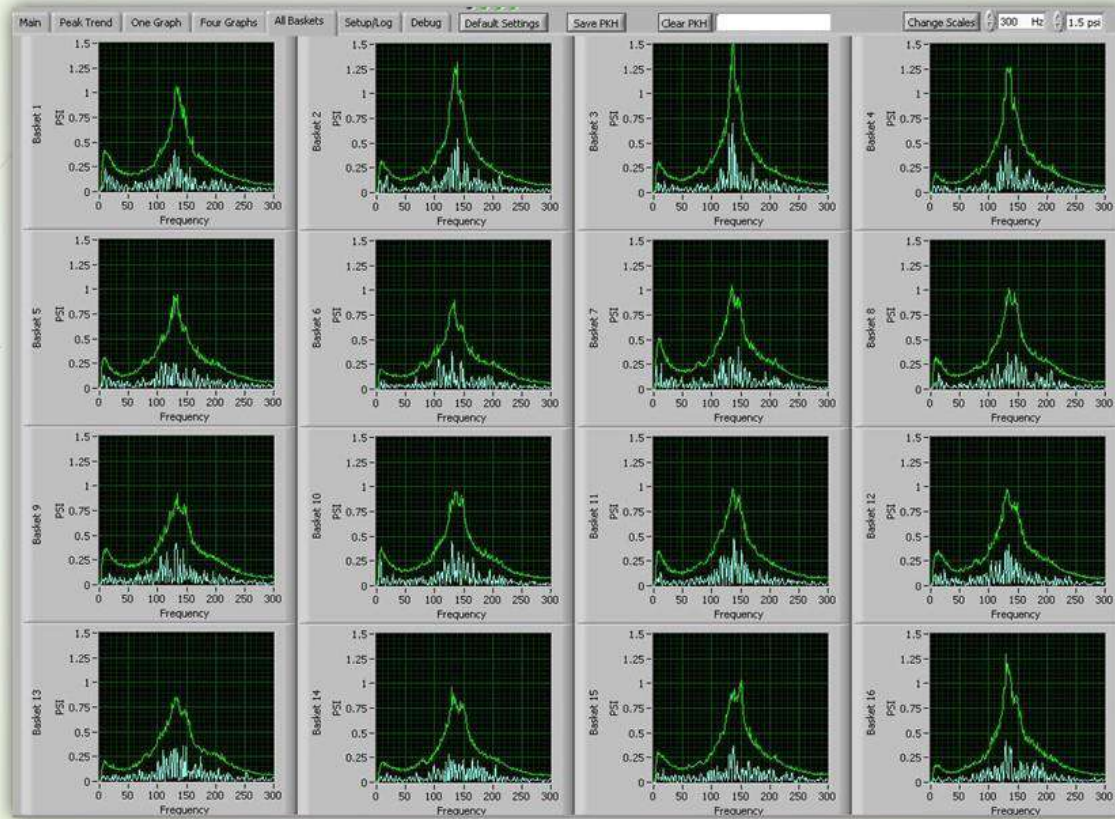
DESARROLLO DEL PROYECTO



DESARROLLO DEL PROYECTO

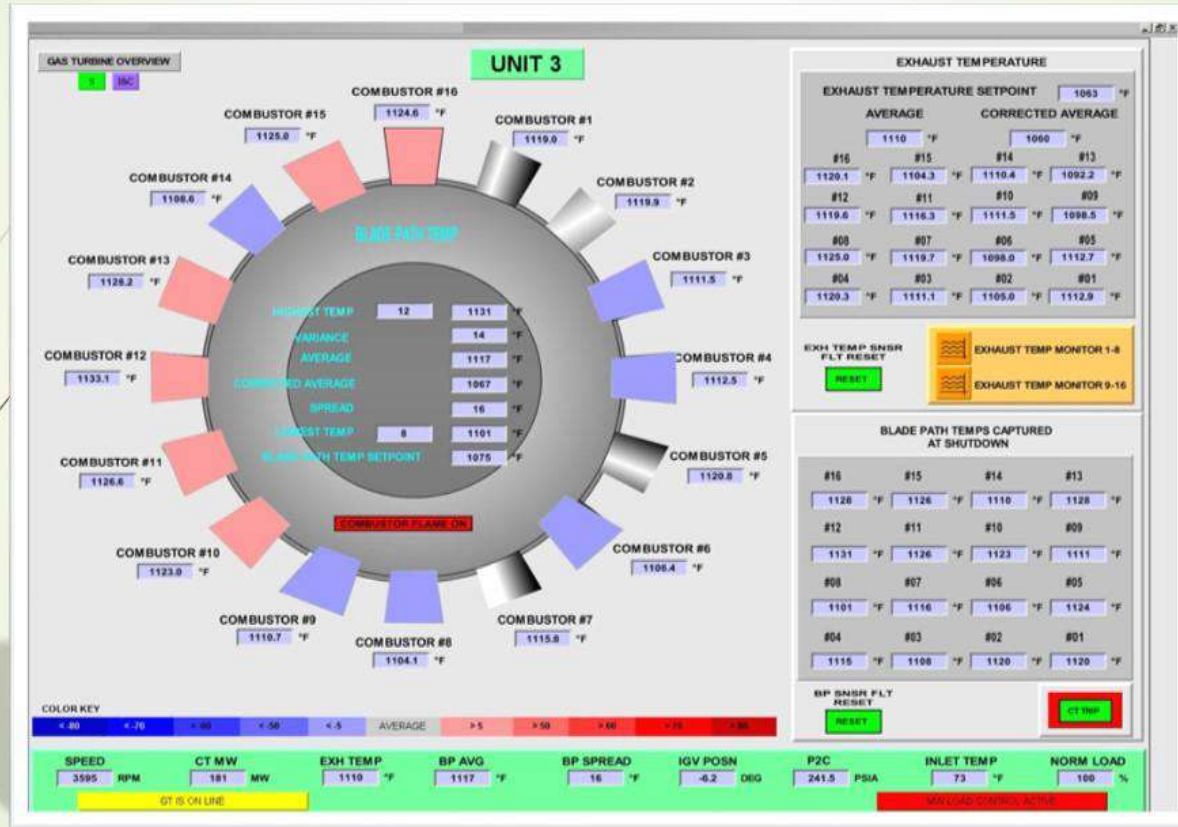


DESARROLLO DEL PROYECTO

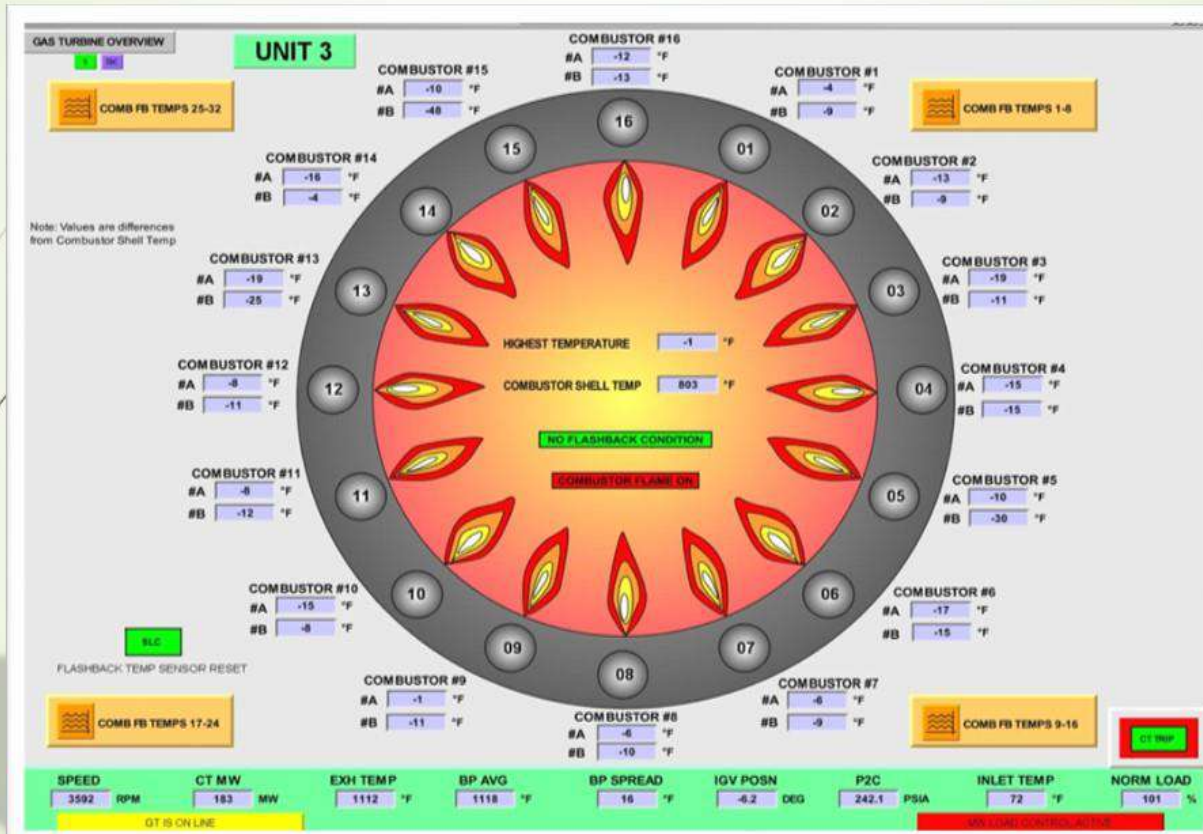


xls

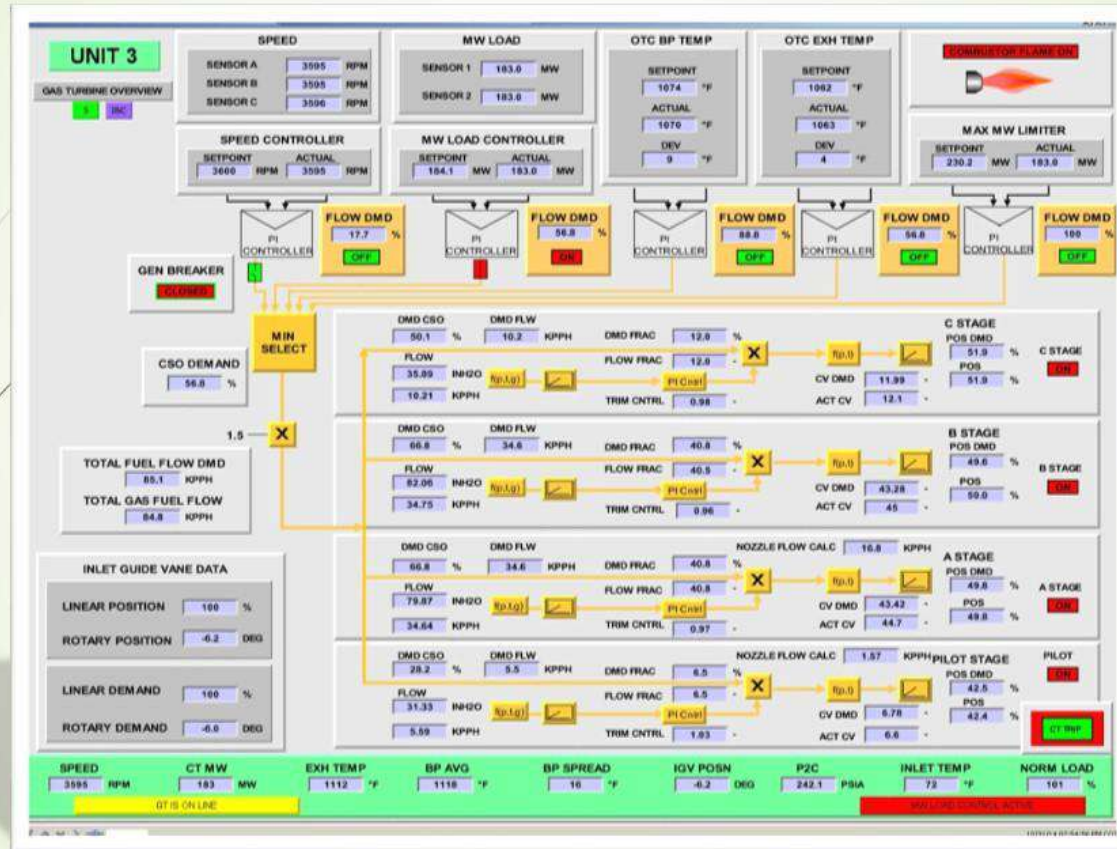
DESARROLLO DEL PROYECTO



DESARROLLO DEL PROYECTO



DESARROLLO DEL PROYECTO



**FLUJO DE GAS EN VALVULAS DE CONTROL CON
TURBINA DE GAS ARRANCANDO :**

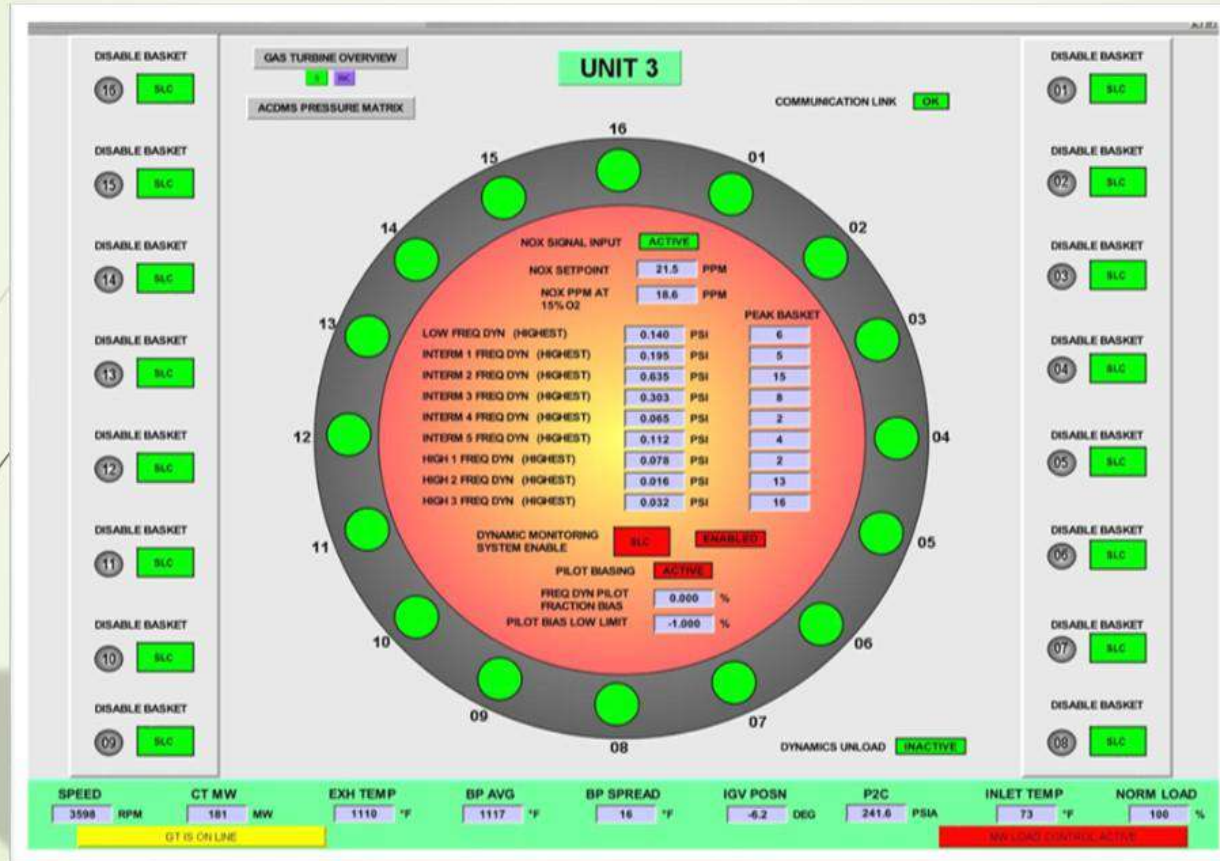
VELOCIDAD [RPM]	PILOTO [%]	A [%]	B [%]	C [%]	FLUJO TOTAL [%]
0	55	45	0	0	100
1,200	55	45	0	0	100
1,400	55	45	0	0	100
2,380	55	45	0	0	100
2,400	55	45	0	0	100
3,000	55	45	0	0	100
3,600	55	45	0	0	100

SIN CARGA

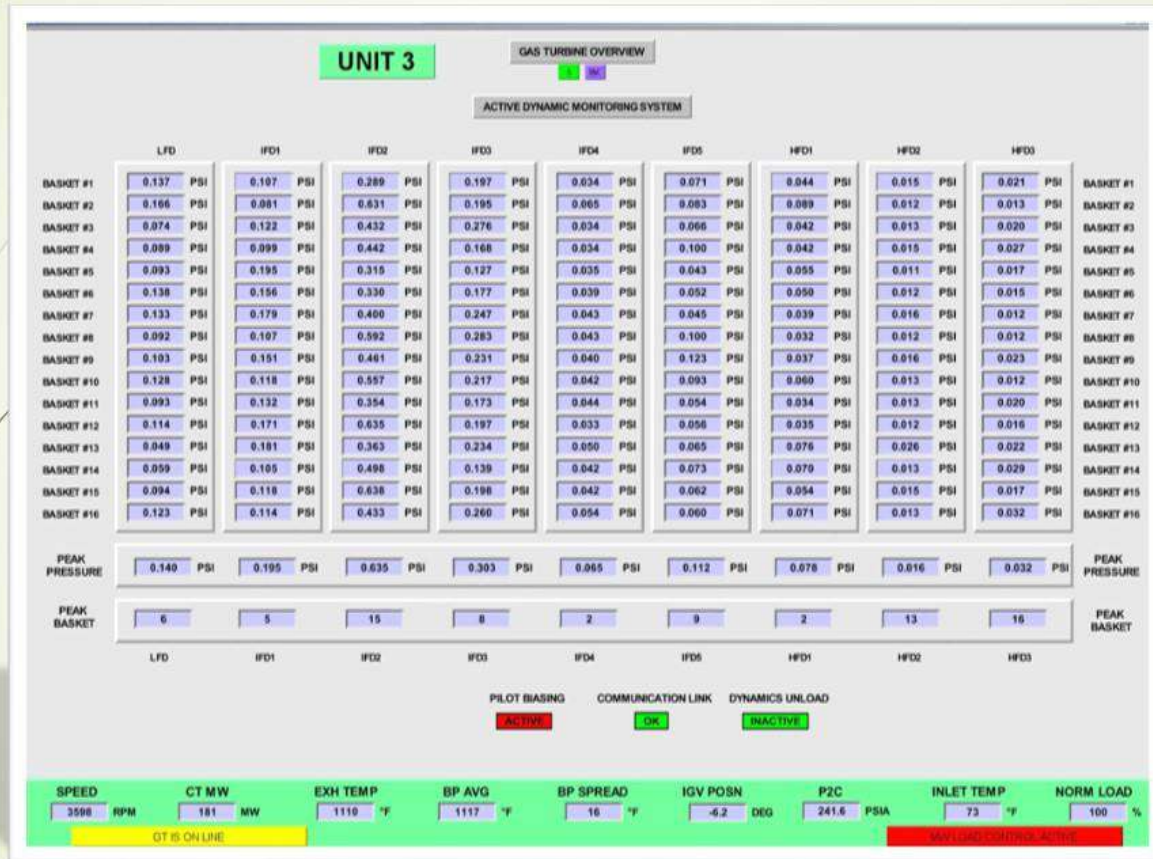
TURBINA DE GAS CON CARGA :

CARGA NORMALIZADA [%]	PILOTO [%]	A [%]	B [%]	C [%]	FLUJO TOTAL [%]	
0	55.0	45.0	0.0	0.0	100.0	3,600 RPM
10	53.5	46.5	0.0	0.0	100.0	
20	45.7	54.3	0.0	0.0	100.0	
25	35.0	65.0	0.0	0.0	100.0	
30	35.0	32.5	32.5	0.0	100.0	ABRE "B"
35	33.2	33.4	33.4	0.0	100.0	
42	28.0	36.0	36.0	0.0	100.0	
50	21.0	37.0	37.0	5.0	100.0	ABRE "C"
60	15.0	38.4	38.4	8.2	100.0	
70	9.6	40.1	40.3	10.0	100.0	
80	8.3	39.9	41.8	10.0	100.0	
90	8.0	41.1	44.9	6.0	100.0	
100	5.4	42.3	48.3	4.0	100.0	

DESARROLLO DEL PROYECTO



DESARROLLO DEL PROYECTO



CONCLUSIONES

Al implementar este sistema se corregirán:

- Se realizó la implementación del sistema de acelerómetros basado en la instalación, interconexión, configuración, programación y puesta en marcha de todo el equipamiento, para la corrección y eliminación de los dinámicos de combustión evitando de esta manera las emisiones de NOx elevadas, temperaturas controladas, bajas pulsaciones de presión, llama estable, entre otros efectos favorables.
- Se aseguró una corriente de gases continua hacia la turbina, ya que ante un evento de dinámicos elevado en la turbina, automáticamente corregirá la estabilidad incrementando el flujo por la etapa Piloto de GN, y en caso permanezca elevado la dinámica de combustión se rechazará carga (5MW) hasta que la dinámica haya bajado, incluso puede seguir descargando varias veces hasta salir de paralelo si esta Dinámica permanece elevada.
- Se logró mantener una temperatura constante de los gases de combustión que ingresan a la misma según el proceso de potencia de trabajo controlada por el equipamiento.
- Se logró la máxima eficiencia de combustión, es decir producir la menor cantidad de inquemados de CO, CH y MP (material particulado). Cuando se encuentran con dinámicas inaceptables hay una serie de acciones que se pueden tomar para aliviar la situación. Típicamente, el principio general es éste: cuanto más caliente es la zona de la llama, más estable es la llama. Una llama más estable se traduce en una dinámica más baja.
- Como resultado se logró minimizar la caída de presión dentro de la cámara a fin de minimizar las caídas de presión entre el compresor axial y la turbina, según lo expuesto anteriormente en el resto de conclusiones.

RECOMENDACIONES

- No cambiar un sensor en línea.
- Drenar los top hat inferiores para evitar lecturas altas, erróneas al sistema de control antes de arrancar la unidad.
- Cuando se realice el cambio de algún sensor y acondicionador, debe hacerlo con unos guantes especiales.
- Usar las herramientas apropiadas
- Realizar un comissioning de pruebas desde el enclosure a la PCC, cuando se realicen cambios de algún equipo.
- Inspeccione el orificio y Helicoil ante cualquier cambio del sensor.
- Torquear el apreté del sensor.
- Realizar el trabajo personas calificadas
- Desconectar las borneras seccionables.
- Rotular los cables y ajustar bien los bornes de conexiones.



GRACIAS