

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**AUTOMATIZACIÓN DE PREPARACIÓN PULPA PARA PROCESO
PAPELERO BASADO EN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS
PCS7**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIEROELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

ALEJANDRO VICTOR ANGULO TORRES

**PROMOCIÓN
2004 - I**

**LIMA – PERU
2009**

**AUTOMATIZACIÓN DE PREPARACIÓN PULPA PARA PROCESO PAPELERO
BASADO EN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PCS7**

SUMARIO

El presente documento es un informe de suficiencia realizado para la obtención del título profesional de ingeniero electrónico en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Para la elección del proyecto correspondiente al presente informe, la mayor motivación fue que además de las razones económicas y de atención al mercado que tienen de manera natural todas las empresas, hubo un interés muy grande en el aspecto medio ambiental, ya que al usar fibras recicladas, se evita la mayor tala de árboles y que continúe la degradación de nuestro medio ambiente.

En el informe se encuentran los conceptos teóricos básicos acerca del proceso de la elaboración de la pulpa a partir de la fibra reciclada (papel reciclado), de la plataforma de sistema de control distribuido para la automatización y de las principales herramientas de planeación, control y seguimiento empleadas para la gestión de proyectos

Así mismo, en el presente informe se encuentra la descripción del uso e interpretación de resultados de las herramientas de planeación, control y seguimiento empleadas durante la ejecución del proyecto, así como también la inversión referencial necesaria para la implementación del mismo.

ÍNDICE

SUMARIO	IV
ÍNDICE	V
PRÓLOGO	1
CAPITULO I	
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Empleo de fibras recicladas	3
1.2 Conceptos del proceso	4
1.2.1 Proceso de pulpeado	5
1.2.2 Proceso de depuración	5
1.2.3 Proceso de espesado.....	6
1.2.4 Proceso de dispersión.....	6
1.3 Conceptos tecnológicos	7
1.3.1 El sistema PCS7	7
1.3.2 El sistema de operador	8
1.3.3 El sistema de ingeniería	9
1.3.4 La estación de automatización	10
1.3.5 Periferia distribuida.....	12
1.3.6 Los protocolos de comunicación.....	13
1.4 Conceptos de gestión de proyectos.....	17
1.4.1 Definición de proyecto.....	17
1.4.2 Gestión de proyectos	18
1.4.3 El PMI	18
1.4.4 Herramientas de planificación, control y seguimiento.....	21
CAPITULO II	
PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	25
2.1 Descripción de la necesidad	25
2.2 Planteamiento de la solución	26
2.2.1 Planteamiento tecnológico	26
2.2.2 Planteamiento de gestión de proyecto	29
CAPITULO III	
EVALUACIÓN ECONÓMICA	37
3.1 Inversión requerida en equipamiento	37
3.2 Inversión requerida para implementación.....	37
3.3 Costos de capacitación	37
3.4 Costos de operación	39
3.5 Costos de mantenimiento	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
ANEXO A	
BROCHURE: PROFIBUS, EL BUS POLIVALENTE PARA LA COMUNICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS	42
ANEXO B	
BROCHURE: BENEFICIOS DEL PCS7	79
ANEXO C	
ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO (EDT) PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	100
BIBLIOGRAFÍA	103

PRÓLOGO

PROPÓSITO

El propósito del presente informe es proporcionar conocimientos tecnológicos de un Sistema de Control Distribuido y de la metodología de gestión de proyectos, basado en la experiencia adquirida durante la implementación de un proyecto en una empresa del rubro de fabricación de papel con la finalidad de que los conceptos y herramientas mostradas puedan servir de apoyo o guía para la implementación de futuros proyectos, no necesariamente del mismo rubro.

ALCANCE Y RESTRICCIONES

El alcance del presente informe, comprende dos componentes principales:

- La descripción de la solución tecnológica para el control y monitoreo del proceso de una planta preparación de pulpa a partir de fibras recicladas empleando un sistema de control distribuido. PCS7
- La descripción de la gestión del proyecto correspondiente a la implementación del sistema de control y monitoreo del proceso de una planta preparación de pasta a partir de fibras recicladas. Dicha descripción, se hará mostrando las principales herramientas de planeación, control y seguimiento empleadas en la implementación del proyecto.

Para un mejor entendimiento de la solución tecnológica, se ha incluido en el presente informe descripciones generales correspondientes al proceso de preparación de pulpa a partir de fibras recicladas. No es intención del presente informe, ahondar en los detalles correspondientes al proceso antes indicado, ya que estos son propios de otras materias, tales como la ingeniería mecánica y la ingeniería química.

De igual manera, no es intención del presente proyecto, ahondar en detalles en los lineamientos de las buenas prácticas para la gestión de proyectos mas allá del uso de las herramientas principales descritas en el acápite 1.4, ya que de lo contrario, el informe se volvería extremadamente extenso y perdería sentido.

Asi mismo, no se contempla la selección de la instrumentación de campo ni de los actuadores por no haber sido parte del alcance del proyecto implementado (ya que el dimensionamiento y montaje de los mismos fueron responsabilidad de otro contratista).

No obstante las exclusiones correspondientes al alcance del presente documento, si el lector desea ahondar en los detalles correspondientes a dichas exclusiones, dicho detalle

se puede encontrar en la bibliografía indicada en el presente documento.

Por motivos de confidencialidad de la empresa papelera y de la empresa que implementó el proyecto (Siemens), se ha tendido que guardar reserva acerca de los detalles de producción, proceso, lógica de control y presupuesto. Para lograr el propósito del presente informe teniendo en cuenta las restricciones antes mencionadas, se han hecho adaptaciones de la información real de la ejecución del proyecto.

El presente informe de suficiencia se ha dividido en tres capítulos. En el capítulo I, se proporcionan los conceptos teóricos básicos propios del proceso, de la plataforma del sistema de control distribuido y de la gestión de proyectos. En el capítulo II, se exponen las necesidades a satisfacer para la implementación del proyecto y las medidas tomadas para conseguir tal fin, tanto del punto de vista tecnológico como de la gestión del proyecto. Por último, en el capítulo III, se proporciona el nivel de inversión tanto de la adquisición de los suministros como de los servicios asociados a la implementación del proyecto.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es proporcionar los conceptos teóricos básicos para lograr un mejor entendimiento acerca del proyecto de estudio en el presente informe. Para fines de orden, este capítulo ha sido sub dividido en tres partes, las cuales proporcionan los conceptos básicos acerca del proceso, la tecnología y la gestión de proyectos.

1.1 Empleo de fibras recicladas

En el ámbito de tecnologías limpias, los países del primer mundo están a la vanguardia. El aumento de la capacidad industrial aunada al incesante crecimiento demográfico elevó los niveles de contaminación a un punto tal que obligó a los gobiernos a tomar medidas para detenerla. Si bien en los países del hemisferio norte las reglamentaciones existen hace tiempo, en Latinoamérica prácticamente brillan por su ausencia, ya que donde las hay no se aplican como debieran. Conocidos son los casos de industrias con casa matriz en países desarrollados que se han establecido en el continente latinoamericano aprovechando las ventajas económicas de la falta de reglamentaciones.

Sin embargo, hoy en día, la presión social ejercida sobre las autoridades respecto al control de los desechos industriales o urbanos ha tomado gran importancia y se ha transformado en un fenómeno mundial, de manera que los gobiernos se han visto forzados a empezar a exigir estándares mínimos de calidad, seguridad y medio ambiente a las empresas.

Hoy en día no se concibe, en ningún lugar del mundo, un proyecto industrial o comercial sin una evaluación de impacto ambiental que lo acompañe. En países desarrollados las industrias tratan sus desechos y fomentan campañas de reciclado porque la imagen de industria amigable con Destintado de desechos de papel para producción de pulpa de alta calidad. El medio ambiente es fundamental para poder competir en el mercado más allá de lo que indiquen las reglamentaciones vigentes.

Dentro del grupo de los residuos sólidos, el papel probablemente sea el que menos atención haya llamado en los últimos años. La evolución de los envases hacia los plásticos ha determinado que este material sea objetivo principal de todas las campañas de reciclado, dado que la no retornabilidad que los caracteriza es la razón primordial de

que se los vea diseminados por la ciudad y los cursos de agua. Sin embargo el papel, un residuo sólido no tan nuevo como el plástico y socialmente percibido en menor medida como residuo, cada día se consume más.

Acentuado por el desenvolvimiento de las tecnologías del empaque e impulsado por la publicidad invasiva de nuestros días, el consumo de papel y cartón per cápita en el mundo ha alcanzado cifras que llegan a ser un 25% superiores a las de hace 20 años. Consecuentemente los residuos de papel han aumentado así como también las tasas de reciclado, sobre todo en países europeos, aunque no al punto de poder dar cuenta de todo el papel desechado.

El papel recuperado puede seguir dos caminos, a saber:

- Reciclado convencional y posterior producción de papel de baja calidad
- Reciclado con destintado para producción de pulpa de alta calidad como sustituto de la pulpa virgen.

Del primero resultada un papel gris, mas áspero y de bajo valor agregado.

El segundo, hace años practicado en países como Japón, EEUU y Europa es mucho más complejo por la propia ingeniería necesaria para la remoción de los distintos tipos de tintas impresas que constituyen parte de la materia prima, y por ende requiere de equipamiento mas complejo e inversiones superiores. No obstante, desde un punto de vista del medio ambiente es definitivamente más provechoso, ya que no sólo absorbe un residuo sólido como lo es el papel de desecho convirtiéndolo en papel reciclado un producto de consumo masivo, sino que adicionalmente aporta de manera indirecta otros beneficios.

Por un lado, al ser un producto sustitutivo de la pulpa virgen, disminuye la tala de los árboles para la fabricación del papel. Por otro lado y ya entrando en beneficios económicos, evita el gran consumo de agua que la generación de pulpa a partir de madera requiere, además de no tener que tratar los efluentes de dicho procesos, conocido como licor negro, altamente contaminante dado su alto contenido de lignina.

Obviamente todo tiene sus desventajas y el destintado no es la excepción. Como ya se mencionó la heterogeneidad de las tintas es una de ellas la cual sumada a la diversidad de papeles hacen que la ingeniería del proceso se caracterice por su complejidad y difícil control.[1]

1.2 Conceptos del proceso

Existen diferentes formas de implementar el proceso de preparación de pulpa reciclada, pero todas estas formas tienen como base diagrama de flujo que se muestra en la figura 1.1.

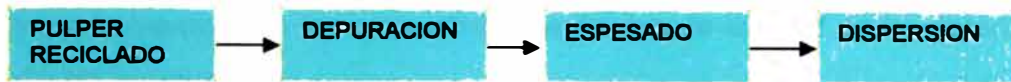


Figura 1.1.- Diagrama de flujo de proceso de preparación de pulpa a partir de fibras secundarias.

1.2.1 Proceso de pulpeado

Esta etapa es llevada a cabo en un equipo denominado pulper. En el mismo se desintegra el papel, se produce el hinchamiento de las fibras y comienza a producirse la separación de la tinta y demás contaminantes, como consecuencia del agregado de agua y productos químicos, del aumento de temperatura y de la fricción generada por el movimiento.

La operación de pulpeado se puede realizar en equipos continuos o del tipo de operación por lotes. Esta última modalidad permite mayor versatilidad para el manejo de los desechos de papel que comúnmente son muy variados en cuanto a su calidad.

La formulación química dentro del pulper depende del sistema de destintado empleado. De forma general, los principales agentes químicos agregados son: hidróxido de sodio, silicato de sodio, peróxido de hidrógeno y surfactantes.

Entre las variables involucradas en esta etapa se destacan las siguientes: tiempo de pulpeado, consistencia de la pasta³, concentración de reactivos, pH y temperatura.

Generalmente los pulpers utilizados contienen algún mecanismo para separar los contaminantes más gruesos en la descarga de la pasta.

1.2.2 Proceso de depuración

La limpieza por medios mecánicos de la pasta se realiza en una variedad de equipos diseñados específicamente para remover los distintos tipos de contaminantes que pueden estar presentes. De acuerdo al mecanismo que opera en la separación se pueden dividir entre aquellos que separan por diferencias de tamaño y los que separan por diferencia de densidad. Entre los primeros, se encuentran los tamices, ya sean de agujeros o ranuras, presurizados o no, de alta o baja consistencia, etc. En el segundo grupo están los limpiadores centrífugos o hidrociclones, de los cuales existe gran variedad de diseños. Por ejemplo limpiadores para eliminar contaminantes más livianos que la pasta o para contaminantes más pesados.

Normalmente, el sistema utilizado es una combinación de los tipos mencionados, y se puede decir que prácticamente todos los sistemas incorporan una secuencia de separación de contaminantes gruesos (coarsescreening) luego del pulpeado, seguida por una etapa de tamizado fino y finalmente una limpieza centrífuga. A su vez, cada uno de estos módulos puede estar formado por más de una etapa, y la complejidad del sistema

dependerá como siempre de los requerimientos finales, la calidad de la materia prima y consideraciones económicas.

Los parámetros principales que caracterizan la separación de este tipo de equipos son la eficiencia de remoción de contaminantes y la tasa de rechazo de sólidos. Cuanto mayor sea la tasa de rechazo mayor será la eficiencia de remoción, pero también lo será la pérdida de fibras. Por lo tanto ambos parámetros deben ser controlados. Es común emplear sistemas en cascada donde los rechazos de la primera separación son tratados posteriormente para recuperar las fibras perdidas. Existen sistemas que utilizan tres etapas, y en algunos casos hasta cuatro, con lo cual se mejora sustancialmente el rendimiento.

1.2.3 Proceso de espesado

El objetivo del espesado puede ser desde un aumento de la capacidad de almacenamiento, hasta llevar la suspensión fibrosa a la consistencia óptima para un determinado tratamiento, o incluso mejorar el rendimiento de un lavado.

Típicamente, un sistema espesador está constituido por una serie de bandejas inclinadas, las cuales tienen orificios muy pequeños; de manera que cuando la pulpa cae por dichas bandejas proveniente de un tanque de almacenamiento alto, el agua que contiene la pulpa se filtra por los orificios, obteniéndose una pulpa de mayor consistencia y extrayendo agua que se inyectará al sistema de recuperación de agua a tratar para reutilizarla como agua para el proceso.[2]

La pulpa con mayor consistencia es requerida para el sistema de dispersión, ya que se necesita que esta tenga la menor cantidad de agua posible y ocupe el menor volumen posible para conseguir la mayor eficiencia en el proceso.

1.2.4 Proceso de dispersión

En algunos casos la calidad requerida para el producto final no es alcanzada con las etapas ya descritas, especialmente en relación con las pintas de tinta visibles. Por lo tanto, se hace necesario incorporar una etapa que permita su reducción hasta niveles aceptables. Con este objetivo, se ha desarrollado un proceso consistente en la reducción del tamaño de las pintas por medio de esfuerzos de cizalla mecánicos a alta temperatura hasta hacerlas imperceptibles para el ojo humano. Los equipos utilizados son similares a los refinadores utilizados para la pasta, donde por medio de discos se somete a la misma a tales esfuerzos. Existen diversos diseños, distinguiéndose entre aquellos que trabajan a alta consistencia (aprox. 30%) y los que lo hacen a consistencias medias. Los primeros presentan la ventaja de requerir un menor consumo de vapor, medio por el cual se logra

el calentamiento, dado que el volumen tratado es mucho menor.

Dado que la tinta no es separada de la pasta por este mecanismo, si bien se logra eliminar o reducir la cantidad de pintas visibles, se reduce también el grado de blanco, lo cual puede no ser aceptable dependiendo nuevamente de la calidad de producto requerido. En ese caso, una solución utilizada últimamente es agregar una flotación posterior para eliminar las partículas de tinta resultantes que ahora tienen un tamaño conveniente.

Finalmente, como otra alternativa, es posible contrarrestar la disminución de grado de blanco resultante de la dispersión mediante un blanqueo final de la pasta[1], lo cual típicamente pertenece al proceso correspondiente a la máquina de papel.

1.3 Conceptos tecnológicos

La solución tecnológica de la automatización, está constituida por la integración de hardware, software y protocolos de comunicación para la interacción de los diferentes sub sistemas. La finalidad de este acápite es brindar la base teórica mínima necesaria para conseguir que el lector consiga una rápida comprensión de la solución implementada y descrita en el acápite 3.

1.3.1 El sistema PCS7

Es el sistema de control distribuido de procesos integrado de SIEMENS, diseñado para cubrir la automatización y supervisión de toda una planta de procesos.

Este sistema combina la flexibilidad del control basada en la utilización de PLC's, reduciendo el precio del hardware, con flexibilidad de escalonamiento, y un potente software que permite la fácil configuración de un sistema por medio de herramientas de ingeniería, programación funciones de operación y supervisión.

El objetivo principal de SIMATIC PCS7 consiste en automatizar los procesos primarios, mientras que los procesos secundarios (por ejemplo el envasado y empaquetado) o la logística de entrada y salida (por ejemplo la alimentación de materiales y el almacenamiento) se realizan frecuentemente con soluciones basadas en PLCs más SCADA. [3]

El PCS7 brinda una gestión de datos coherente, lo cual significa que todos los componentes de software acceden a una base de datos común. Con esto, los datos de un mismo proyecto se introducen y se modifican desde un único punto. Así, las labores de programación necesarias se reducen, al igual que el riesgo de cometer errores. Una vez implementadas las definiciones simbólicas, todos los componentes de software las "entienden". La consistencia de los datos queda asegurada incluso cuando varias

personas trabajan simultáneamente en un mismo proyecto. Los parámetros definidos en el sistema de ingeniería superan además sin problemas los límites de la red o del sistema, pudiéndose transmitir al nivel de campo, a los sensores, y a los actuadores o accionamientos.

La comunicación coherente desde el nivel de control empresarial hasta el nivel de campo está basada en estándares internacionales como Industrial Ethernet y/o PROFIBUS, y soporta además el flujo de informaciones por Internet en el ámbito internacional.

1.3.2 El sistema de operador

Es el conjunto de hardware y software que permite a uno o más operadores la visualización y operación de los procesos previamente automatizados con el sistema de control de procesos PCS7.

El sistema de operador (en adelante OS) del sistema de control de procesos SIMATIC PCS7 permite a los operadores conducir el proceso de forma cómoda y segura. El operador puede observar el desarrollo de los procesos por diferentes vistas e intervenir en el proceso en caso necesario.

La arquitectura del sistema de operador es sumamente variable y adaptable con gran flexibilidad a plantas de distintos tamaños y a las distintas necesidades. La base de este sistema la constituyen las estaciones de operador para sistemas monopuesto (OS Single Stations) y sistemas multipuesto con arquitectura cliente/servidor.

Una arquitectura monopuesto, es aquella en la que en un solo sistema reside la base de datos de los objetos de proceso (en adelante PO), se visualiza y opera el proceso.

Una arquitectura Cliente/Servidor, es aquella que está formada por lo menos por un Servidor OS en el cual reside la base de datos de PO y por un Cliente OS el cual accederá a la base de datos del Servidor OS para obtener la información de los PO. Esta arquitectura, permite tener hasta 12 Servidores OS (o 12 parejas redundantes de Servidores OS) y hasta 32 Clientes OS por cada Servidor OS (o parejas redundantes de Servidores OS).

El software del sistema de las OS es escalable de la siguiente forma con distintas cantidades de objetos de proceso (PO):

- 250, 1.000, 2.000, 3.000 ó 5.000 PO por cada estación individual de OS.
- 250, 1.000, 2.000, 3.000, 5.000 ó 8.500 PO por cada servidor de OS (con arquitectura cliente/servidor).

El número de objetos de proceso (PO) de una estación de operador puede ampliarse en cualquier momento con ayuda de PowerPacks, conforme a las crecientes exigencias o ampliaciones de la planta, hasta el número de 5.000 PO (estación individual de OS) ó

8.500 PO (servidor de OS) en total.

Objeto de proceso (PO): Un objeto de proceso (PO) constituye un bloque manejable y visualizable con un número aproximado de variables comprendido entre 30 y 50 variables OS individuales (parámetros). Con él, los datos de las capacidades funcionales del sistema de ingeniería son comparables con los datos del sistema de operador.

Variable OS: Una variable OS ó un parámetro es un espacio definido en la memoria, necesario para el manejo y la visualización con el sistema de operador, facilitando la escritura y lectura de valores (por ejemplo valores teóricos, valores efectivos etc.). Un PO dispone normalmente de varias variables OS (manejables y visualizables).

Tabla 1.1.- Requerimiento mínimo de hardware de la PC.

	OS Single Station	OS Client
Processor, clock	Intel Pentium IV, 2 GHz	Intel Pentium IV, 2 GHz
Main memory (RAM)	1 GB	512 MB
Hard disk	120 GB	80 GB
Network adapter, Communications interfaces	RJ45 connection (Fast Ethernet) for terminal bus. RJ45 network card (Fast Ethernet) with BCE or CP1613 A2/ CP 1623 for plant bus	RJ45 connection (Fast Ethernet) for Terminal bus
Optical drive	DVD-ROM	DVD-ROM

Tabla 1.2.- Equivalencia entre cantidades de Objetos de Proceso y de variables OS.

Objetos de proceso	Variables OS (aprox.)
250	12.500
1.000	50.000
2.000	100.000
3.000	150.000
5.000	250.000
8.500	425.000

1.3.3 El sistema de ingeniería

Es el conjunto de hardware y software que permite a uno o más operadores la programación o modificación de programas existentes correspondientes a las OS y a las AS. Incluso, dependiendo de las licencias que se instalen en un Sistema de Ingeniería (en adelante ES), es posible realizar la parametrización de la instrumentación de campo, variadores de frecuencia, arrancadores de estado sólido y relés inteligentes desde la ES. El software de ingeniería que funciona en dichos sistemas se puede adaptar perfectamente a las funciones específicas necesarias.

El número máximo de ES en un sistema de control de procesos PCS7 es de 10.

Conforme al campo de aplicaciones, las licencias definen las siguientes variantes del sistema de ingeniería:

- Estación de ingeniería clásica y exclusiva: no adecuada para la operación productiva a modo de estación de operador.
- Estación de ingeniería/operador combinada para pequeñas aplicaciones; adecuada también para la operación productiva a modo de estación de operador.

El software básico de una ES incluye herramientas para la ingeniería eficiente de los siguientes componentes:

- Hardware del sistema de control incluyendo la periferia I/O distribuida y los aparatos de campo
- Redes de comunicación
- Funcionalidad de automatización para secuencias de procesos continuos y secuenciales (ingeniería AS)
- Funcionalidad de manejo y visualización (ingeniería OS)

Existen requerimientos mínimos para el hardware donde se instalará el software de ES y se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3.- Requerimiento mínimo de hardware de la PC.

	ES
Processor, clock	Intel Pentium IV, 2 GHz
Main memory (RAM)	1 GB
Hard disk	120 GB
Network adapter, Communications interfaces	RJ45 connection (Fast Ethernet) for terminal bus. RJ45 network card (Fast Ethernet) with BCE or CP1613 A2/ CP 1623 for plant bus
Optical drive	DVD-ROM

1.3.4 La estación de automatización

Un Sistema de Automatización (en adelante AS), es el sistema en donde se aloja y procesa la lógica sistema de control de procesos PCS7.

Un AS puede tener diferentes configuraciones, tal como se puede apreciar en la figura 1.2. De manera general un AS está conformado por la unión de los siguientes componentes:

- Una (01) Fuente de Poder (en adelante PS). Opcionalmente, se puede seleccionar una configuración con dos Fuentes de Poder en redundancia por cada controlador.

- Un (01) Controlador. Opcionalmente, se puede seleccionar una configuración con dos controladores en redundancia.
- Una (01) Procesador de comunicación (en adelante CP) Ethernet. Opcionalmente se puede seleccionar una configuración con hasta dos (02) CP Ethernet en redundancia por cada controlador.
- Una (01) CP Profibus DP. Opcionalmente se puede seleccionar una configuración con hasta dos (02) CP Profibus DP en redundancia por cada controlador.

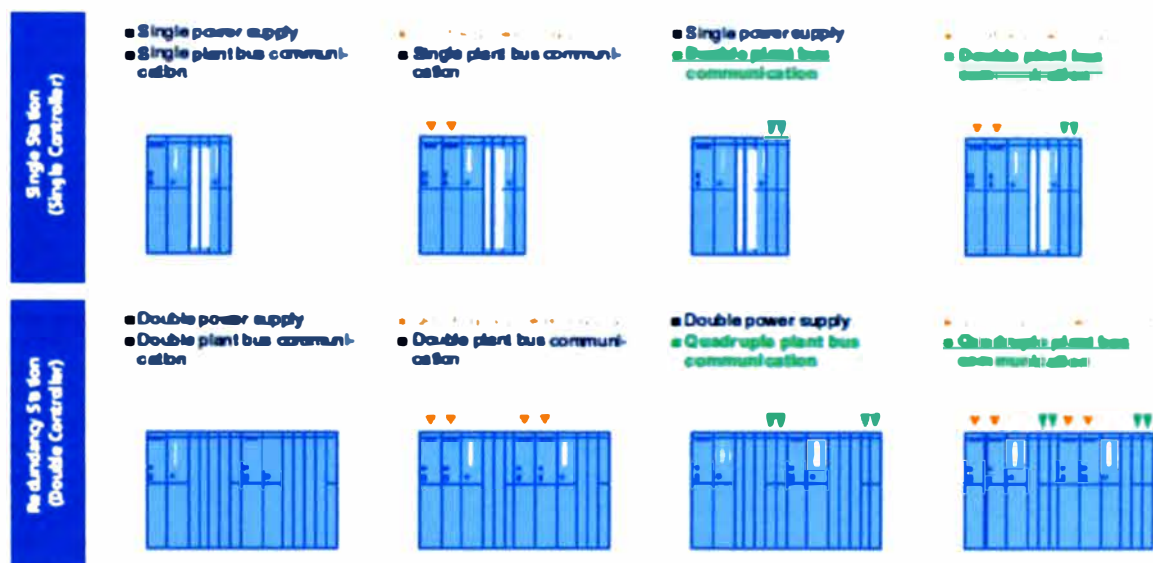


Figura 1.2.- Disponibilidad de configuraciones flexibles y escalables. [3]

Los principales beneficios de las AS son los siguientes:

- Diseño modular sin ventiladores
- Gran ampliabilidad y diseño robusto
- Construcción sencilla o redundante
- Multitud de posibilidades de comunicación
- Fácil conexión a la periferia I/O central o distribuida
- Gran capacidad de memoria de programa y alta velocidad de ejecución, tal como se ven en la tabla 1.5.

Para seleccionar una AS correspondiente a una aplicación, se debe hacer en función del número total de objetos que se van a emplear. De manera práctica se puede usar la tabla 1.6 para seleccionar el AS que se ajuste mejor a una aplicación.

Nota: Los valores mostrados en la tabla 1.6 no son los valores máximos específicos del sistema de automatización (AS) de la referencia correspondiente, sino que representan la distribución típica de la capacidad total de la que dispone el AS cuando funcionan mezcladas todas las referencias de un bloque coherente.

Tabla 1.5.- La memoria principal y el tiempo de ejecución de los sistemas de automatización S7-400 en comparación.

AS type	Integrated main memory in MB	Processing time in ns
AS 414-3/414-3IE	2.8	45
AS 416-2	5.6	30
AS 416-3/416-3IE	11.2	30
AS 417-4	30	18
AS 412HF/FH	0.768	75
AS 414HF/FH	2.8	45
AS 417HF/FH	30	18

Tabla 1.6.- Las típicas capacidades funcionales de mezcla para sistemas de automatización S7-400 de SIMATIC PCS 7

Technical specifications

	AS 412 HF/FH	AS 414-3IE	AS 414-3	AS 416 HF/FH	AS 416-2	AS 416-3	AS 416-3IE	AS 417-4	AS 417 HF/FH	AS 417-4	AS 417 HF/FH
Memory card (in MB)	2		2/4		4	8/16	16	4			16
Analog value measurements	10		35		125	200	200	150			700
Digital value measurements	15		110		350	450	450	400			1,200
PID controls	6		35		110	150	150	130			300
Motors	10		50		125	250	250	150			450
Valves	10		50		125	250	250	150			450
SFC	0		15		40	130	100	50			200
Steps	0		150		400	1,000	1,000	500			2,000
Dosing	0		3		15	25	25	15			45
Digital inputs (I)	50		220		800	1,200	1,200	850			2,000
Digital outputs (Q)	25		110		300	500	500	315			1,000
Analog inputs AI	20		80		250	400	400	275			800
Analog outputs AO	10		40		110	180	180	130			400
Process objects (PO)	50		283		890	1,400	1,400	995			3,145

1.3.5 Periferia distribuida

La periferia distribuida, como su nombre no lo indica, son Racks con tarjetas de entradas y salidas, discretas y analógicas, que se distribuyen en el campo, con la premisa de que se deben colocar en lugares que permitan concentrar la mayor cantidad de señales.

Hoy en día se utiliza en primer lugar la periferia del proceso distribuida: E/S remotas, combinadas con los clásicos aparatos de campo/proceso y aparatos de campo HART o con aparatos de campo/proceso inteligentes, conectados directamente al PROFIBUS.

Los factores decisivos para que sea así son características como:

- Modularidad y coherencia
- Adaptación flexible a la estructura de la planta
- Reducidas labores de ingeniería y de cableado
- Bajos costes de puesta en marcha, mantenimiento y durante el ciclo de vida útil
- Una gran amplitud y diversidad de posibilidades técnicas

Específicamente en la marca Siemens, existen diversos tipos de periféricas distribuidas, las cuales se diferencian entre ellas por la aplicación en las que son requeridas. Por ejemplo, distintos grados de protección (IP), con seguridad intrínseca (Exi), para aplicaciones de seguridad (Safety), para instalación en zonas explosivas, contienen pequeños procesadores para hacer lógicas simples, entre otras. El tipo de periférica distribuida más comercial en el mercado es la llamada ET200M, la cual tiene las siguientes características:

- Sistema de periférica modular en grado de protección IP20, especialmente adecuado para tareas de automatización complejas y personalizadas.
- Ampliable con los módulos de señales, de comunicación y de función del sistema de automatización S7-300.
- Los módulos instalables de entradas y salidas analógicas para atmósferas explosivas (Ex) con HART optimizan la ET 200M para aplicaciones de tecnología de procesos.
- Instalable con sistemas redundantes.
- Consta de un módulo de interfaz PROFIBUS DP IM 153, hasta 8 ó 12 módulos de periférica del sistema de automatización S7-300 (instalación con conectores de bus o con módulos de bus activos) y, dado el caso, una alimentación.
- Cambio de módulos durante el funcionamiento (hot swapping) para los módulos de bus activos.
- Opcionalmente con interfaz FO integrada.
- Velocidad de transferencia de hasta 12 Mbits/s.
- Homologación para atmósferas explosivas (Ex) cat. 3 para zona 2 según ATEX 100a.
- Entradas y salidas digitales y entradas analógicas de seguridad para el procesamiento de señales de seguridad según PROFIsafe.
- Compatibilidad con módulos con datos útiles ampliados, p. ej. módulos HART con variables secundarias HART.

1.3.6 Los protocolos de comunicación

a) Profibus DP

Profibus es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras PROcess Field BUS.

Fue desarrollada en el año 1987 por las empresas alemanas Bosch, Klöckner Möller y Siemens. En 1989 la adoptó la norma alemana DIN19245 y fue confirmada como norma

Europea en 1996 como EN50170 [4].

La versión más utilizada es Profibus DP (Periferia Distribuida; Decentralized Peripherals), y fue desarrollada en 1993.

Profibus tiene, conforme al estándar, cinco diferentes tecnologías de transmisión, que son identificadas como:

- RS-485. Utiliza un par de cobre trenzado apantallado, y permite velocidades entre 9.6 kbps y 12 Mbps. Hasta 32 estaciones, o más si se utilizan repetidores.
- MBP. Manchester Coding y Bus Powered, es transmisión sincrónica con una velocidad fija de 31.25 Kbps.
- RS-485 IS. Las versiones IS son intrínsecamente seguras, utilizadas en zonas clasificadas.
- MBP IS
- Fibra óptica. Incluye versiones de fibra de vidrio multimodo y monomodo, fibra plástica y fibra HCS.

Profibus DP está actualmente disponible en tres versiones:

- DP-V0. Provee las funcionalidades básicas incluyendo transferencia cíclica de datos, diagnóstico de estaciones, módulos y canales, y soporte de interrupciones
- DP-V1. Agrega comunicación acíclica de datos, orientada a transferencia de parámetros, operación y visualización
- DP-V2. Permite comunicaciones entre esclavos. Está orientada a tecnología de drives, permitiendo alta velocidad para sincronización entre ejes en aplicaciones complejas

Desde el punto de vista del control de las comunicaciones, el protocolo Profibus es maestro esclavo, pero permite:

- Aplicaciones mono maestro. Un sólo maestro está activo en el bus, usualmente un PLC. Los demás dispositivos son esclavos. Este esquema es el que permite los ciclos de lectura más cortos
- Aplicaciones multi maestro. Permite más de un maestro. Pueden ser aplicaciones de sistemas independientes, en que cada maestro tenga sus propios esclavos. U otro tipo de configuraciones con dispositivos de diagnóstico y otros

En un ambiente multimaestro, pueden haber dos tipos de maestros:

- DPM1. DP Master Class 1. Es un controlador central que intercambia información con sus esclavos en forma cíclica. Típicamente un PLC.
- DPM2. DP Master Class 2. Son estaciones de operación, configuración o ingeniería. Tienen acceso activo al bus, pero su conexión no es necesariamente permanente

Junto con las especificaciones de otros buses de campo se recoge en las normas internacionales IEC61158 e IEC61784.

Características:

- Velocidades de transmisión: 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500, 1500, 3000, 6000 y 12000 Kbps.
- Número máximo de estaciones: 127 (32 sin utilizar repetidores).
- Distancias máximas alcanzables (cable de 0.22 mm de diámetro): hasta 93.75 KBaudios: 1200 metros 187.5 KBaudios: 600 metros 500 KBaudios: 200 metros
- Estaciones pueden ser activas (maestros) o pasivas (esclavos).
- Conexiones de tipo bidireccionales, multicast o broadcast.

b) Profibus PA

PROFIBUS-PA usa las funciones básicas del PROFIBUS-DP para la transmisión de valores de medida y de estado, y las funciones extendidas del mismo para la parametrización y operación de los dispositivos de campo.[5]

Para la transmisión se usa la tecnología de dos cables en concordancia con la norma IEC 1158-2.

c) Industrial Ethernet

Es la variante apta para uso industrial de Ethernet, la cual brinda grandes beneficios tales como la capacidad de intercambiar gran cantidad de datos, alta disponibilidad, alta fiabilidad, capacidad de trabajar en tiempo real, un sistema de conexión robusto y un manejo sencillo que no exige conocimiento de TI especiales; razones por las cuales se ha convertido en un estándar apto para la industria.

Con Industrial Ethernet, el ámbito industrial dispone de una potente red de áreas y células según el estándar IEEE 802.3 (Ethernet). Así está asegurado que los distintos ámbitos de aplicación, como la oficina y la fabricación, se pueden interconectar entre sí. Las múltiples posibilidades de los estándares de TI, conocidos por el ámbito de oficina, también pueden usarse así en la automatización de la fabricación y de procesos. [6]

Industrial Ethernet utiliza, allí donde es necesario, tecnología Ethernet innovadora y la perfecciona para su aplicación en el ámbito industrial.

- Componentes de red concebidos para el uso en entornos industriales rudos (polvo, humedad, temperaturas extremas, resistencia a golpes, vibraciones)
- Sistema de conexión de seguridad y sencillo in situ
- Sistema de cableado FastConnect con conectores RJ45
- Confección de cables de fibra óptica POF y PCF

Ver referencia bibliográfica [5]

Ver referencia bibliográfica [6]

- Redes no volátiles gracias a una redundancia rápida y a una alimentación redundante
- Conexión de componentes de automatización (controladores y aparatos de campo) entre sí y con PC y estaciones de trabajo
- Comunicación optimizada entre componentes de automatización y comunicación abierta simultánea según estándar TCP/IP
- Conexión sencilla a redes inalámbricas Wireless LAN (WLAN) e Industrial Wireless LAN (IWLAN) según IEEE 802.11
- Una solución de seguridad especial para la automatización industrial mediante el sistema Industrial Security Industrial Ethernet es el estándar de la industria, probado y aceptado en el mundo entero.

d) Modbus

Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las ventajas del Modbus respecto a otros protocolos son:

- Es público
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Existen dos variantes, con diferentes representaciones numéricas de los datos y detalles del protocolo ligeramente desiguales. Modbus RTU es una representación binaria compacta de los datos. Modbus ASCII es una representación legible del protocolo pero menos eficiente. Ambas implementaciones del protocolo son serie. El formato RTU finaliza la trama con un suma de control de redundancia cíclica (CRC), mientras que el formato ASCII utiliza una suma de control de redundancia longitudinal (LRC). La versión Modbus/TCP es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo la transmisión mediante paquetes TCP/IP.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo

puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero sólo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast"). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

1.4 Conceptos de gestión de proyectos

Desde siempre han existido proyectos, personas que han participado en estos y algunos otros que los han dirigido. Por mencionar algunos ejemplos, tenemos en la antigüedad las megas-construcciones tales como las pirámides de Egipto, el Partenón, la Torre Eiffel, entre otras, y por dar otros ejemplos más recientes podemos mencionar la implementación de algún ERP en alguna empresa (proyecto de TI), la construcción de una supervía o tal vez de un tren de última generación.

En 1969 se fundó el Project Management Institute, una organización sin fines de lucro con el único fin de crear una guía compuesta por las buenas prácticas obtenidas de la experiencia de sus integrantes, lo cual dio como resultado el PMBOK.

Hoy en día, esta es la metodología más usada en el mundo y a su vez fue la que se empleó para la gestión del proyecto correspondiente al presente informe.

1.4.1 Definición de proyecto

"Un proyecto es un esfuerzo *temporal* que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado *único*." [7]

Las características principales de todo proyecto son:

- **Temporal**
 - Cada proyecto tiene comienzo y final definidos.
 - Final: Cuando se alcancen de los objetivos, cuando es claro que no se van a alcanzar los objetivos, cuando no exista la necesidad del proyecto, o cuando éste sea cancelado
 - Finito, limitado, no es un esfuerzo CONTINUO
- **Unico**
 - Producto o servicio resultado del proyecto es diferente de alguna manera que lo distingue de otros productos o servicios existentes
- **Se emprenden a todo nivel dentro de la organización**
 - Puede involucrar a una o a miles de personas

- Duración puede variar de acuerdo con el objetivo y complejidad del mismo
- Puede involucrar a una sola división o varias, e incluso puede traspasar las fronteras de la propia organización y resultar asociado con un tercero
- **Pueden ser similares a otros proyectos en algunos aspectos**
 - Como resultado de lecciones aprendidas se pueden generar ahorros por:
 - Mejora en tiempos
 - Ahorro en costos
 - Mejora en procesos
 - Minimización de riesgos
 - Optimización de estructura

1.4.2 Gestión de proyectos

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos, los cuales son: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.

La dirección de un proyecto incluye:

- Identificar los requisitos
- Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costes
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados.

Los directores del proyecto a menudo hablan de una "triple restricción" —alcance, tiempos y costes del proyecto— a la hora de gestionar los requisitos concurrentes de un proyecto. La calidad del proyecto se ve afectada por el equilibrio de estos tres factores. Los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado requerido con el alcance solicitado, puntualmente y dentro del presupuesto. La relación entre estos tres factores es tal que si cambia cualquiera de ellos, se ve afectado por lo menos otro de los factores. Los directores de proyectos también gestionan los proyectos en respuesta a la incertidumbre. El riesgo de un proyecto es un evento o condición inciertos que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo al menos en uno de los objetivos de dicho proyecto

1.4.3 El PMI

El Project Management Institute (PMI®) está actualmente considerado la asociación

profesional para la gestión de proyectos sin fines de lucro más grande del mundo, formada por más 260.000 miembros alrededor de 171 países. La oficina central se encuentra en la localidad de Newtown Square, en la periferia de la ciudad de Filadelfia en Pennsylvania, Estados Unidos. Sus principales objetivos son: 1) Formular estándares profesionales, 2) Generar conocimiento a través de la investigación y 3) Promover la Gestión de Proyectos como profesión a través de sus programas de certificación.

EL PMI desarrolló el Project Management Body of Knowledge, a partir de un esfuerzo por documentar y estandarizar información y prácticas generalmente aceptadas en la gestión de proyectos.

Hoy en día el El PMBOK es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003) que provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos.

El PMI reconoce 9 áreas de conocimiento en la gestión de proyectos. A las clásicas incluidas en la triple limitación, alcance, tiempo y costo se le agregan calidad y riesgo, disciplinas ya arraigadas en el Project Management y de alta influencia sobre las tres anteriores. A estas áreas les suma las de comunicaciones, abastecimiento, recursos humanos e integración, todas ellas siempre presentes e importantes en los proyectos, pero no siempre explícitamente tratadas.

a) Gestión de la Integración del Proyecto

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y las actividades necesarias para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y actividades de dirección de proyectos dentro de los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos. En el contexto de la dirección de proyectos, la integración incluye características de unificación, consolidación, articulación y acciones de integración que son cruciales para concluir el proyecto y, al mismo tiempo, cumplir satisfactoriamente con los requisitos de los clientes y los interesados y gestionar las expectativas.

b) Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. La Gestión del Alcance del Proyecto se encarga principalmente de la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto.

c) Gestión del Tiempo del Proyecto

La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos necesarios para lograr la

conclusión del proyecto a tiempo.

d) Gestión de los Costes del Proyecto

La Gestión de los Costes del Proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes para que el proyecto pueda ser completado dentro del presupuesto aprobado.

e) Gestión de la Calidad del Proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y las actividades de la organización ejecutante que determinan las políticas, los objetivos y las responsabilidades relativos a la calidad, de modo que el proyecto satisfaga las necesidades que motivaron su creación. Implementa el sistema de gestión de calidad a través de políticas y procedimientos, con actividades continuas de mejora de procesos realizadas a lo largo de todo el proyecto, según corresponda.

f) Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a quienes se han asignado roles y responsabilidades para concluir el proyecto. Si bien es común hablar de la asignación de roles y responsabilidades, los miembros del equipo deberían participar en gran parte de la planificación y toma de decisiones del proyecto. La participación temprana de los miembros del equipo aporta experiencia durante el proceso de planificación y fortalece el compromiso con el proyecto. El tipo y el número de miembros del equipo del proyecto a menudo pueden cambiar, a medida que avanza el proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden denominarse "personal del proyecto".

g) Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar la generación, recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final oportuna y apropiada de la información del proyecto. Los procesos de Gestión de las Comunicaciones del Proyecto proporcionan los enlaces cruciales entre las personas y la información que son necesarios para que las comunicaciones sean exitosas. Los directores del proyecto pueden dedicar una cantidad de tiempo excesiva a la comunicación con el equipo del proyecto, los interesados, el cliente y el patrocinador. Todas las personas involucradas en el proyecto deben comprender cómo afectan las

comunicaciones al proyecto en su conjunto.

h) Gestión de los Riesgos del Proyecto

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de los riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos adversos para los objetivos del proyecto.]

i) Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos para comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios fuera del equipo del proyecto para realizar el trabajo. Este capítulo presenta dos perspectivas de adquisición. La organización puede ser la compradora o la vendedora del producto, el servicio o los resultados bajo un contrato.

La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios necesarios para administrar contratos u órdenes de compra emitidas por miembros autorizados del equipo del proyecto. La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto también implica administrar todos los contratos emitidos por una organización externa (el comprador) que está adquiriendo el proyecto a la organización ejecutante (el vendedor), y administrar las obligaciones contractuales que corresponden al equipo del proyecto en virtud del contrato.

Cada capítulo del PMBOK trata cada una de estas áreas, desglosando cada capítulo por procesos, y cada proceso en tres partes (entradas, herramientas y salidas).

1.4.4 Herramientas de planificación, control y seguimiento

En la fase de planificación, se emplean diferentes herramientas, todas ellas con una finalidad en común: planificar la ejecución del proyecto en costo, tiempo y alcance.

Las mismas herramientas empleadas en la fase de planificación, son las que se emplean para el control y seguimiento durante la ejecución de un proyecto, pero ahora con la finalidad de comparar lo planificado contra los resultados que se obtienen durante la ejecución, para así detectar tempranamente las desviaciones que pudieran ocurrir y tomar las medidas correctivas correspondientes. Así mismo, en la fase de cierre del proyecto, se compara y analiza lo planificado con el resultado final, de manera que se puedan obtener lecciones aprendidas y mejorar la gestión de futuros proyectos.

a) Estructura de Descomposición del Trabajo

La EDT es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto. La EDT subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. El trabajo planificado comprendido dentro de los componentes de la EDT del nivel más bajo, denominados paquetes de trabajo, puede programarse, supervisarse, controlarse y estimarse sus costos.

La EDT representa el trabajo especificado en el actual enunciado del alcance del proyecto aprobado. Los componentes que comprenden la EDT ayudan a los interesados a ver los productos entregables del proyecto.

b) Diagrama de Gantt

Es la representación gráfica de la información relacionada con el cronograma. En un diagrama de barras típico, las actividades del cronograma o componentes de la estructura de desglose del trabajo se enumeran de forma descendente en el lado izquierdo del diagrama, las fechas aparecen a lo largo de la parte superior, y la duración de las actividades se muestran como barras horizontales ordenadas por fecha.

c) Organigrama

Existen diversos formatos para documentar los roles y las responsabilidades de los miembros del equipo del proyecto. La mayoría de los formatos corresponde a uno de estos tres tipos: jerárquico, matricial u orientado al texto. Adicionalmente, algunas asignaciones del proyecto se enumeran en los planes subsidiarios del proyecto, tales como los planes de riesgos, de calidad o de comunicación. Cualquiera que sea la combinación de métodos usada, el objetivo es asegurar que cada paquete de trabajo tenga un propietario no ambiguo y que todos los miembros del equipo comprendan claramente cuáles son sus roles y responsabilidades.

La estructura de organigrama tradicional se emplea para mostrar los cargos y las relaciones en un formato gráfico descendente.

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura organizativa de una empresa u organización. Representa las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen. hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas y competenciales de vigor en la organización



Figura 1.3.- Formatos de Definición de Roles y Responsabilidades.

El organigrama es un modelo abstracto y sistemático, que permite obtener una idea uniforme acerca de la estructura formal de una organización.

Tiene una doble finalidad:

- Desempeña un papel informativo, al permitir que los integrantes de la organización y de las personas vinculadas a ellas que conozcan, a nivel global, sus características generales.
- Es un instrumento para realizar análisis estructurales al poner de relieve, con la eficacia propia de las representaciones gráficas, las particularidades esenciales de la organización representada.

En el organigrama no se tiene que encontrar toda la información, para conocer como es la estructura total de la empresa.

Todo organigrama tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- Obtener todos los elementos de autoridad, los diferentes niveles de jerarquía, y la relación entre ellos.
- Tiene que ser fácil de entender y sencillo de utilizar.
- Debe contener únicamente los elementos indispensables.

d) Curva S

Representación gráfica de los costes acumulativos, las horas de mano de obra, el porcentaje de trabajo y otras cantidades, trazados en relación con el tiempo. El nombre proviene de la forma en S de la curva (más uniforme al principio y al final, más pronunciada en el medio) producida en un proyecto que comienza despacio, se acelera y disminuye al final. Término que también se utiliza para la distribución acumulada de probabilidad, que consiste en el resultado de una simulación, una herramienta de análisis cuantitativo de riesgos.

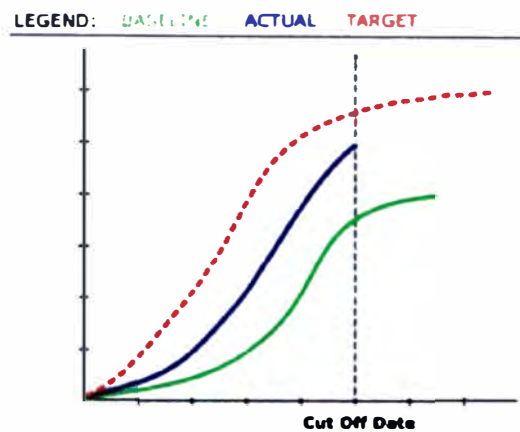


Figura 1.4.- Curva S

Al finalizar este capítulo se han proporcionado los conceptos teórico básicos correspondiente al proceso de preparación de pulpa reciclada, el sistema de automatización basado en la plataforma DCS PCS7 de Siemens y los fundamentos básicos y herramientas de planificación, control y seguimiento de un proyecto.

Con estos conceptos adquiridos, será posible el fácil entendimiento de la implementación del proyecto de los puntos de vista tanto tecnológico como de gestión de proyecto.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

El presente capítulo tiene por finalidad exponer las necesidades por satisfacer con la implementación de este proyecto y explicar la solución tecnológica implementada y las herramientas de planificación, control y seguimiento empleadas en el proyecto de estudio correspondiente al presente informe.

2.1 Descripción de la necesidad

A mediados del año 2007 se apreció una tendencia alcista en el precio de la tonelada del papel (en todas sus variedades), pronosticando que dicha tendencia se mantendría durante los años 2008 y 2009, pero con una menor pendiente. [8]

Dicha tendencia alcista, se debió al incremento de los costos de producción en los Estados Unidos, tales como el alza en el costo de la madera, de la energía, del transporte y de la fibra secundaria (papel que se recicla y cuya fibra sirve de base para hacer un papel nuevo), la cual aumentó entre 50% y 60%.

Vale la pena recalcar que un factor muy importante en la producción de papel es el costo de la energía eléctrica, ya que esta puede representar entre el 35% y el 50% de los costos totales de producción.

No obstante la tendencia alcista que ocurría en el año 2007, se apreciaba a la vez que el consumo per cápita de la región iba en crecimiento, aunque aún era bajo.

Por otro lado, cabe recordar que en el año 2007 el Perú era (y aún lo es) un país muy atractivo para la inversión extranjera, debido no solamente a la estabilidad que mostraban todos los indicadores macroeconómicos, sino también por tener uno de las menores tarifas eléctricas de la región.

En resumen, en el año 2007 se presentaron tres factores muy importantes para el mercado del papel en el Perú:

- Tendencia alcista de los precios internacionales del papel.
- El Perú brindaba tarifas competitivas de energía eléctrica dentro de la región.
- Incremento de consumo per cápita del papel en la región. Dicho consumo per cápita era considerado aún bajo, por lo que se tenía la seguridad de tener un mercado que seguiría en crecimiento.

Es por las razones expuestas en los párrafos anteriores y las restricciones por el cuidado del medio ambiente explicadas anteriormente, que una empresa transnacional del sector paplero tomo la decisión de invertir en implementar una nueva línea de preparación de pulpa a partir de fibras recicladas en su sucursal de Perú.

Específicamente en lo que corresponde a la automatización, las necesidades de las áreas técnicas del cliente fueron las siguientes:

- Ingeniería: que la solución sea escalable.
- Ingeniería: que permita la programación y diagnóstico de los instrumentos de campo correspondiente a la red Profibus PA.
- Mantenimiento: que sea fácil y rápido de programar.
- Mantenimiento: que permita modificar la programación en caliente.
- Mantenimiento: que permita el reemplazo de módulos en caliente.
- Mantenimiento/Ingeniería: tener por lo menos un sistema para ingeniería.
- Operadores: que los sistemas de operadores y de ingeniería estén separados.

2.2 Planteamiento de la solución

Para satisfacer la necesidad del cliente, no fue suficiente ofrecer solo la solución tecnológica, ya que el requerimiento fue la implementación de la solución, es decir, desde la conceptualización tecnológica, pasando por el desarrollo de las aplicaciones, suministro de equipos tecnológicos, pruebas, puesta en servicio y capacitaciones.

El alcance descrito en el párrafo anterior, muestra claramente que el requerimiento del cliente cumplía con las características de un proyecto, de acuerdo al acápite 2.3.1., por lo que se decidió tratarlo con la metodología de gestión correspondiente.

Para un mejor entendimiento de la solución planteada, he visto conveniente dividir la solución en dos partes: tecnológico y gestión del proyecto.

2.2.1 Planteamiento tecnológico

Tecnológicamente, en el mercado existían dos posibles soluciones a implementar que podían satisfacer las necesidades básicas del cliente:

- PLC más SCADA. Este tipo de solución, implica inicialmente realizar programaciones separada entre el PLC y el SCADA y posteriormente interrelacionar las variables. Esto conlleva a un mayor trabajo de programación durante la implementación de un proyecto y durante posibles ampliaciones.

Tipicamente, esta solución se utiliza para aplicaciones manufactura automatizada, donde la mayoría de señales son discretas y se donde la prioridad es la velocidad de respuesta. Ej.: industria automotriz, fabricas de envasado, etc

- Distributed Control System (DCS). DCS es un acrónimo que en resumen quiere decir que el control está centralizado y que la periferia está distribuida. La programación de esta solución, es centralizada en una sola base de datos, de manera que se asegura la coherencia y menores tiempos de programación.

Típicamente esta solución se emplea para aplicaciones de proceso, donde no solo existen señales analógicas, sino que se intervienen el control de un gran número de lazos.

De manera práctica, la solución a implementar podría hacerse con cualquiera de las dos opciones antes mencionada, pero las razones expuestas la recomendación fue la implementación de un DCS y la evaluación técnica del cliente avaló dicha recomendación.

La solución fue implementada con un PCS7, el cual de manera natural cumple con las necesidades de ser escalable, de tener una programación fácil y rápida y de permitir modificaciones en caliente a los programas tal como se indicó en el acápite 2.2.1.

La arquitectura fue diseñada para satisfacer las necesidades tecnológicas planteadas en el acápite 3.1, tal como se puede ver en la figura 2.1.

Los sistemas principales de la arquitectura implementada se pueden describir de la siguiente manera:

- Un (01) sistema OS monopuesto. De esta manera que cumple la necesidad de tener un sistema de operador independiente del de ingeniería.
- Un (01) sistema OS/ES monopuesto. De esta manera se cumple con la necesidad de tener por lo menos una estación de ingeniería. A su vez, este sistema tiene instalado la licencia de PDM, la cual permite programar y tener diagnósticos de los instrumentos inteligentes (entiéndase por instrumentos inteligentes aquellos que manejan protocolos de comunicación).
- Un tablero de control principal. Dicho tablero contó con las siguientes partes:
 - Un (01) sistema AS sin redundancia. Dicha estación estuvo con formada por una fuente de poder PS407, un CPU416, una tarjeta Profibus DP CP332-5 y una tarjeta industrial Ethernet CP443-1.
Los módulos de la AS permiten de manera natural el reemplazo de las tarjetas en caliente
 - Cuatro (03) Racks de periferia distribuida con tarjetas de entradas y salidas discretas de 24Vdc y entradas y salidas analógicas de 4-20mA
Se hicieron los arreglos de hardware respectivos para que los Racks soporten la funcionalidad de reemplazar las tarjetas en caliente
 - Un (01) rack con (02) dos pasarelas DP/PA Link para la comunicación con las

redes Profibus PA.

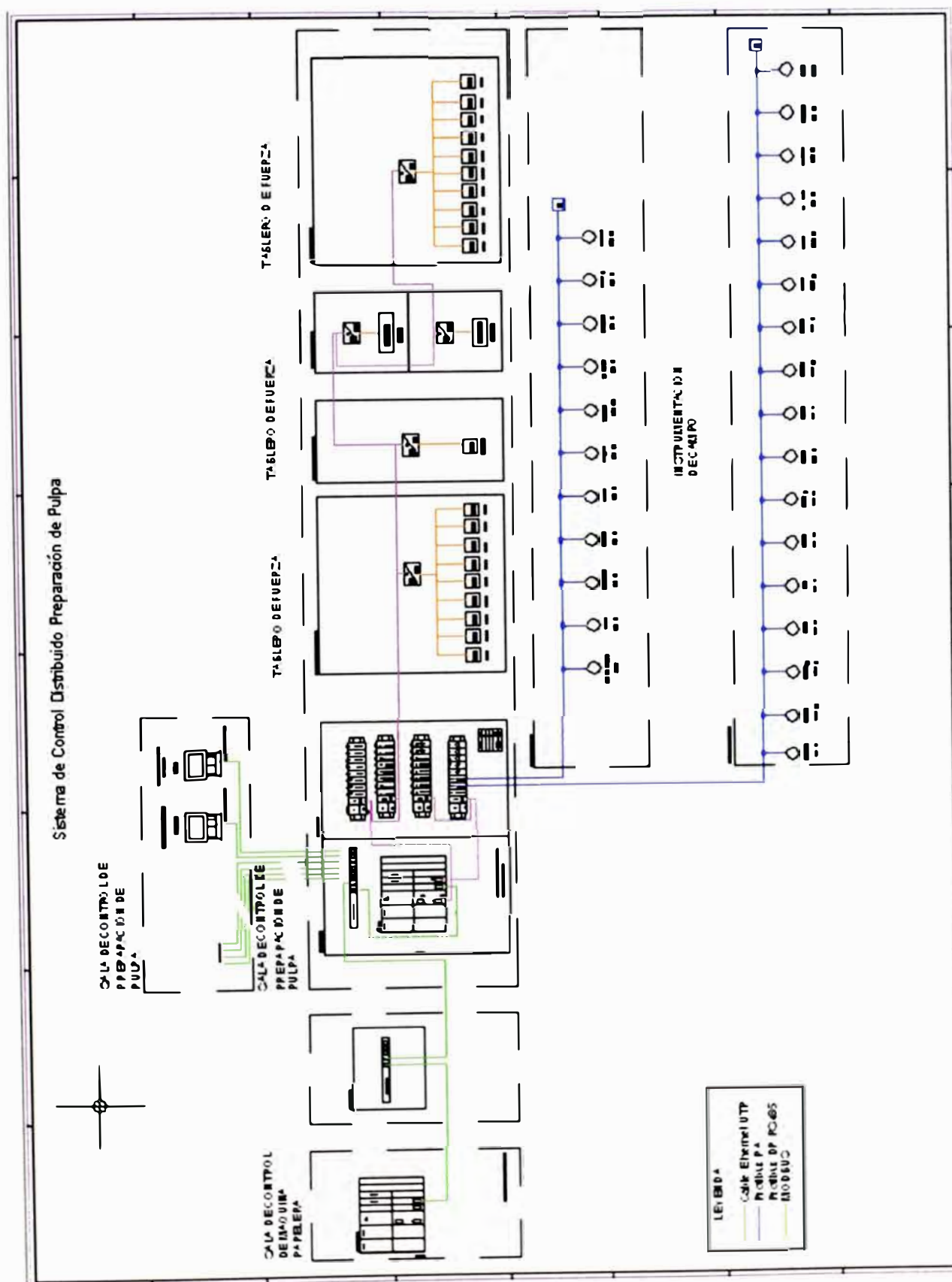


Figura 2.1.- Arquitectura de redes de comunicaciones del sistema de automatización.

Se hicieron los arreglos de hardware respectivos para que el Rack soporte la funcionalidad de reemplazar las tarjetas en caliente.

- Un switch industrial Scalance X108 para la conexión entre las computadoras y la AS.

Además de cumplir con las necesidades solicitadas por las áreas técnicas, la arquitectura implementada brindó los siguientes valores agregados:

- En lugar de implementar en el diseño una OS y una ES, se implementaron una OS y una OS/ES. De esta manera se consiguió un sistema de operador adicional al mínimo solicitado, el cual sería empleado como ES solo cuando personal de los departamentos de ingeniería o mantenimiento lo requirieran.
- Se implementó un enlace entre la OS y la OS/ES que permitió la redundancia de las bases de datos, de manera que los sistemas siempre estaban sincronizados.

2.2.2 Planteamiento de gestión de proyecto

Para afrontar correctamente este proyecto se tomo en cuenta la metodología implantada por el PMI, siguiendo las buenas prácticas descritas en el PMBOK.

De esta manera, se nombró a un Gerente del Proyecto, quien sería el responsable de coordinar con el cliente y de velar por que se controlen las tres variables principales de todo proyecto: tiempo, alcance y costo.

Tal como se mencionó en el alcance de este informe, no es intención del mismo hacer un curso de gestión de proyectos, si no más bien, mostrar el uso de las herramientas de planificación, control y seguimiento.

a) Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

Como resultado del análisis de las tareas que se debían realizar para la correcta implementación del proyecto, se dio origen al EDT del mismo, empleando la herramienta WBS Chart Pro, la cual interactúa con el MS Project.

Es en el EDT que se analiza la cantidad y tipos de recursos que se debe emplear por cada paquete de trabajo y la duración de los mismos.

El EDT que correspondiente al proyecto de estudios del presente informe es el que se muestra en la figura 2.2.

b) Diagrama de Gantt

Tomando como base los paquetes de trabajo del EDT, se elabora un diagrama de Gantt considerando el orden en que deben ser ejecutados los paquetes de trabajo y las restricciones de fechas

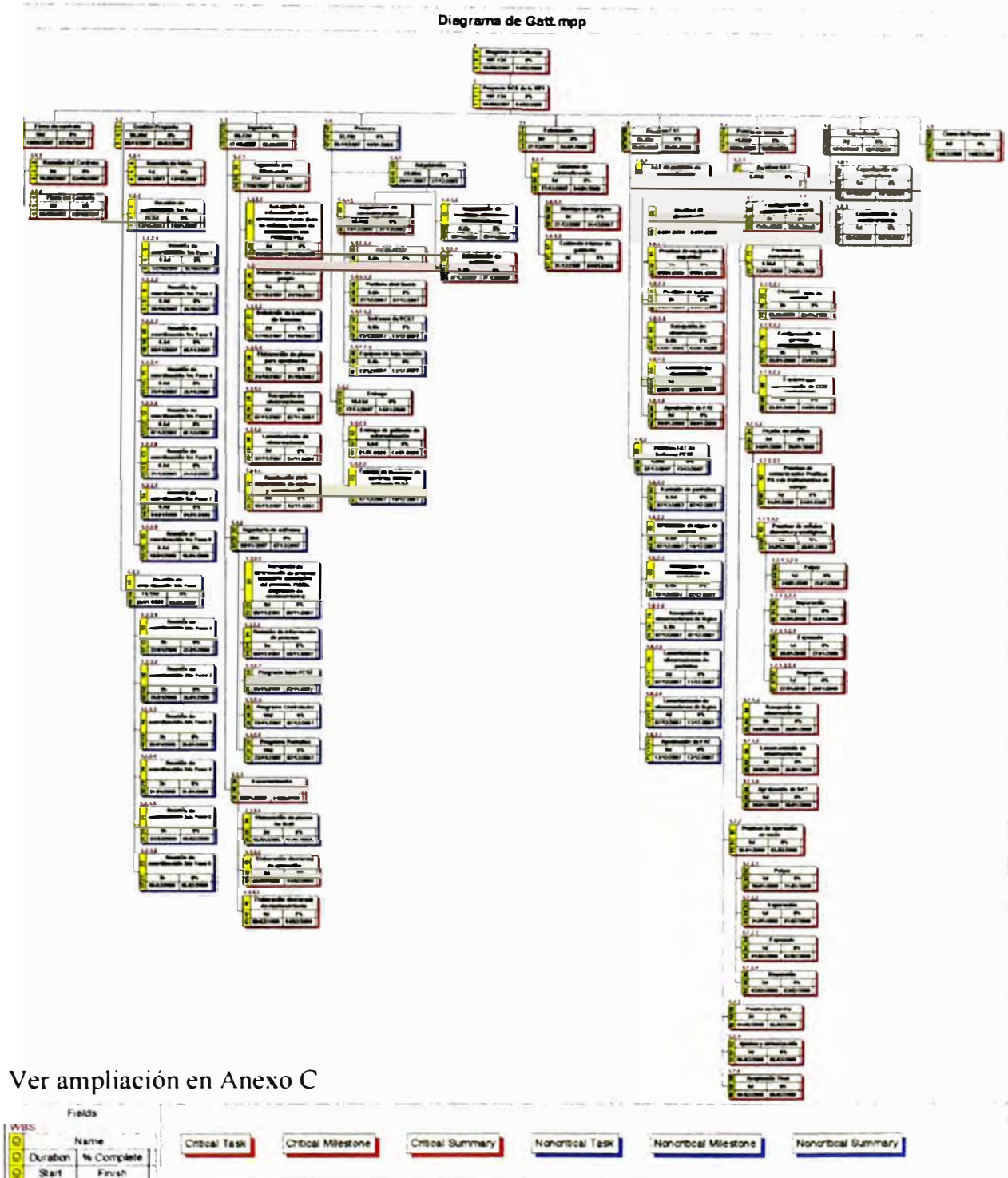


Figura 2.2.- Estructura de descomposición del trabajo (EDT) para la implementación del proyecto

Para elaborar el diagrama de Gantt, se empleó la herramienta MS Project, en la cual se ingresaron los datos de duración, secuencia y asignación de recursos a los paquetes de trabajo.

Empleando la herramienta MS Project se detectaron los problemas de sub y sobre

asignación de recursos y se tomaron las medidas correctivas correspondientes.

El diagrama de Gantt que correspondiente al proyecto de estudios del presente informe es el que se muestra en las figura 2.3, 3.4 y 3.5.

c) Organigrama

Se elaboró un organigrama inicial basado el cual fue corregido en cantidad y tipo de recursos después del análisis realizado con el MS Project.

El organigrama que correspondiente al proyecto de estudio del presente informe es el que se muestra en la figura 2.6, y está compuesto por:

- ◆ 01 Gerente del Proyecto. El responsable de controlar el costo, tiempo y alcance del proyecto, basado en las áreas del conocimiento fundamentadas en el PMBOK.
- ◆ 01 Gerente Comercial del Proyecto. El responsable brindar soporte al Gerente del Proyecto en lo referente a la gestión de costos, cuidando que las compras y los pagos correspondientes al proyecto estén de acuerdo a lo planeado en tiempo y monto.
- ◆ 01 Ingeniero de Calidad. El responsable por asegurar que tanto cada etapa del proyecto como el entregable final del mismo.
- ◆ 01 Asistente. Responsable de realizar coordinaciones y labores de soporte administrativo para los miembros del proyecto.
- ◆ 01 Equipo de Ingeniería, conformado por: un (01) líder del equipo, un (01) ingeniero de diseño, dos (02) programadores y un (01) dibujante. El equipo fue el responsable de realizar la ingeniería para fabricación del tablero de automatización y la programación del PCS7.
- ◆ 01 Ingeniero supervisor. Responsable de la supervisión de la fabricación del tablero de automatización, ya que esta fue realizada por un subcontratista.
- ◆ 01 Equipo de comisionamiento, conformado por un (01) líder del equipo y dos programadores. El equipo fue el responsable la configuración de los equipos en la planta, realizar las pruebas de aceptación en campo y la puesta en marcha.
- ◆ 01 Personal de procura. Responsable de adquirir los bienes o servicios necesarios para el desarrollo del proyecto y entregar en las instalaciones del cliente los productos finales.

d) Curvas S

Como se mencionó en el acápite 1.4.4 las llamadas curvas S, son curvas que muestran variables acumuladas vs tiempo. Las curvas S más empleadas son las de "horas-hombre vs tiempo" y la de "costos vs tiempo".

Al inicio del proyecto se elaboró la curva S de "costos vs tiempo" y se comparó con la curva S de seguimiento, es decir con la curva S generada a partir del ingreso de datos actualizados en el MS Project.

El análisis que se realiza con las curvas S es de la siguiente manera:

- Si la curva S de seguimiento está por encima de la curva S base, quiere decir que se ha realizado un mayor empleo de recursos en comparación a lo planeado. Esto se puede deber a que aparecieron problemas no previstos y se tuvieron que tomar medidas correctivas con costos adicionales o a algún evento especial que hiciera que el Project Manager decidiera adelantar la ejecución de algún o algunos paquetes de trabajo.
- Si la curva S de seguimiento está por debajo de la curva S base, quiere decir que se ha realizado un menor empleo de los recursos en comparación a lo planeado. Esto se puede deber a que se optimizaron costos en la implementación o a que se hayan retrasado la ejecución de algún o algunos paquetes de trabajo, lo cual podría representar que nuestro proyecto esté fuera de tiempo.

Para la elaboración de la curva S base y de seguimiento se utilizó la herramienta MyPM SCG, la cual interactúa con el MS Project.

La curva S de %Costo vs Tiempo correspondiente al proyecto de estudio del presente informe es la que se muestra en la figura 2.7.

Este capítulo ha mostrado un ejemplo de cómo plantear una solución tecnológica empleando la plataforma de automatización DCS PCS7, partiendo desde la necesidad del cliente. Así mismo, se han mostrado las herramientas de planificación, control y seguimiento empleadas en la implementación del proyecto del caso de estudio. Con los conocimientos aplicados mostrados en este capítulo, se espera brindar un apoyo o guía para el planteamiento e implementación de futuros proyectos.

Figura 2.3.- Diagrama de Gantt para implementación del proyecto (Parte 1)

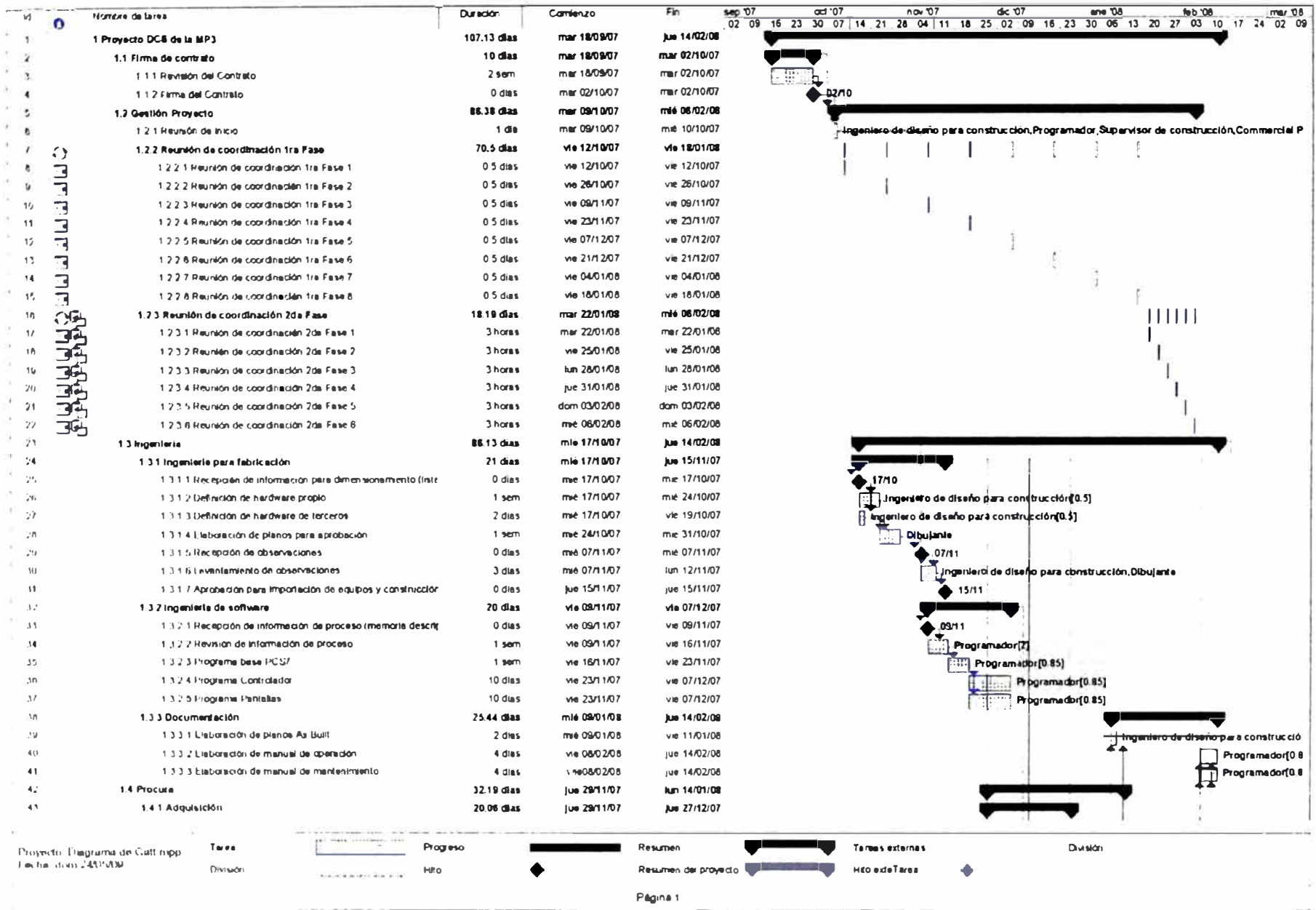


Figura 2.4.- Diagrama de Gantt para implementación del proyecto (Parte 2)

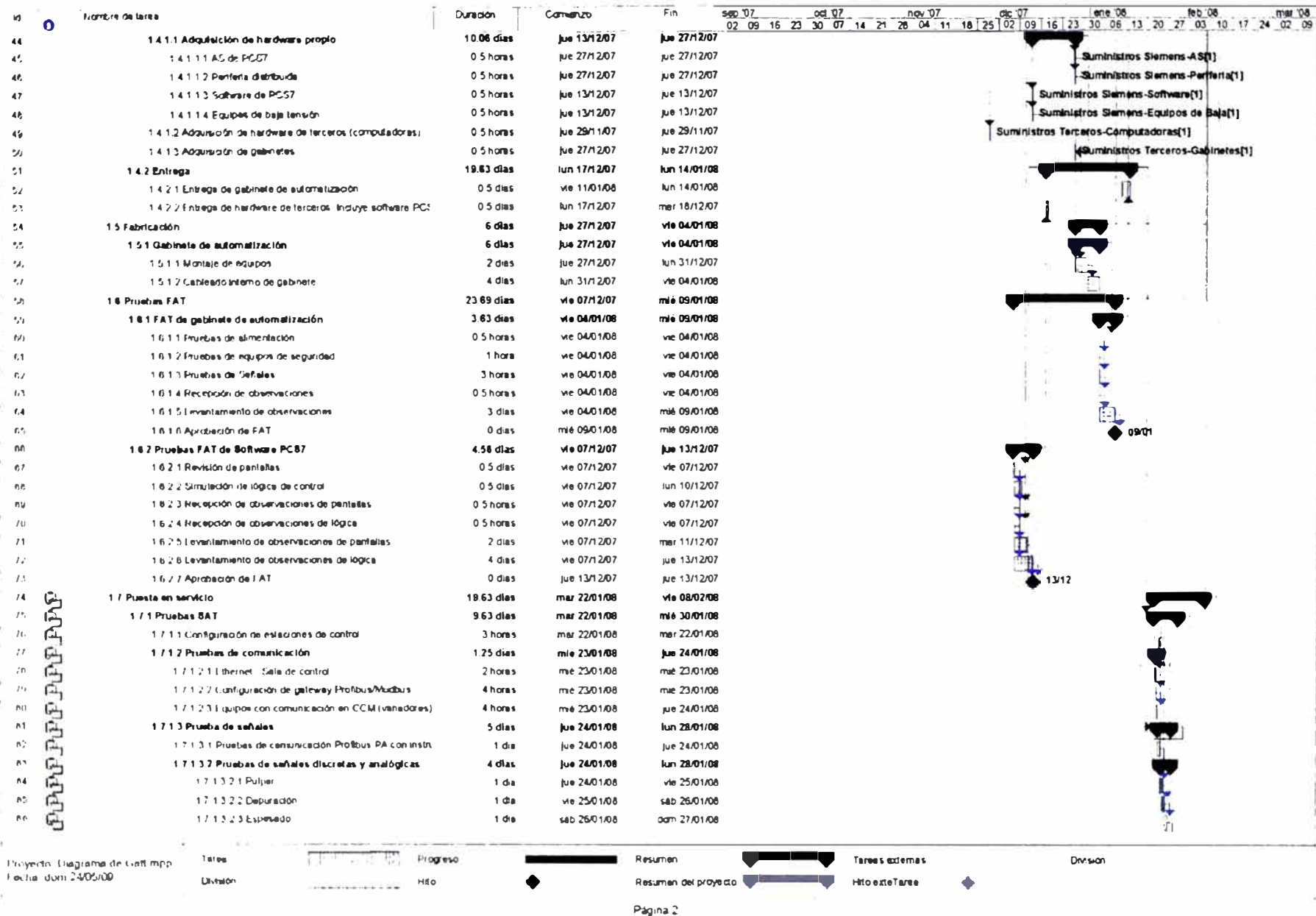
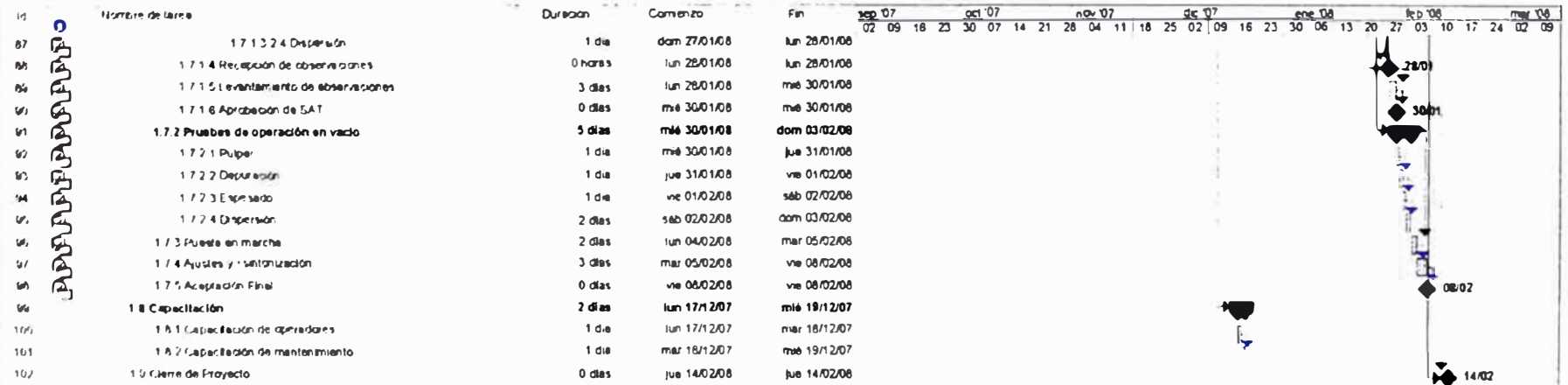
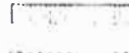


Figura 2.5.- Diagrama de Gantt para implementación del proyecto (Parte 3)



Proyecto: Diagrama de Gantt.mpp
 Fecha: dom 24/03/09

Tarea
 División



Progreso
 Hito



Resumen
 Resumen del proyecto



Tareas externas
 Hitos de Tarea



División

PROYECTO DE PREPARACIÓN PULPA MP3 – PCS7

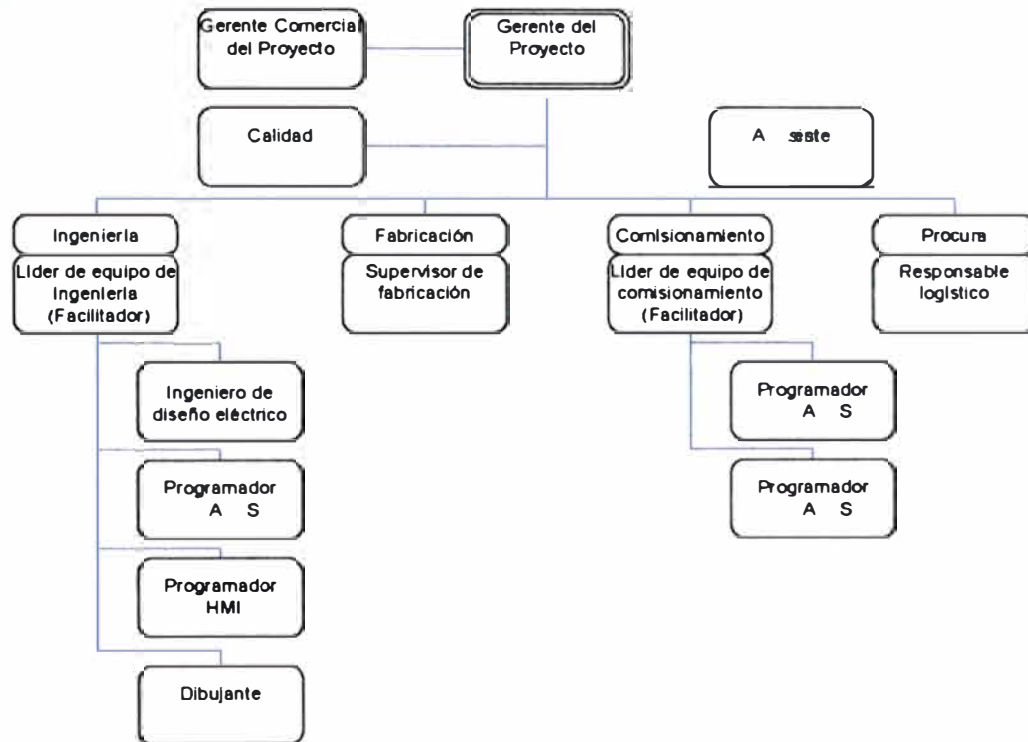


Figura 2.6.- Organigrama para la implementación del proyecto

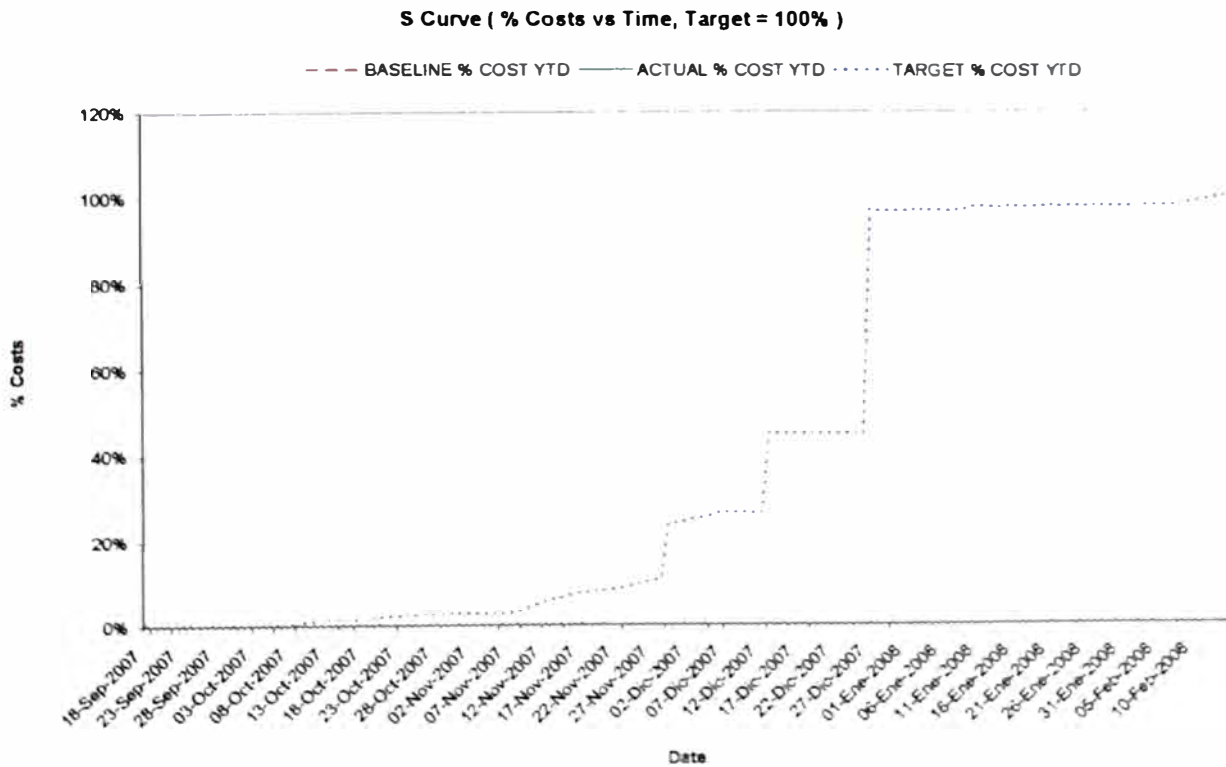


Figura 2.7.- Curva S - %Costo vs. Tiempo

CAPITULO III EVALUACIÓN ECONÓMICA

El presente capítulo proporciona el nivel referencial de inversión que el cliente invirtió para la adquisición e implementación de la plataforma de automatización correspondiente al proyecto de estudio del presente informe. La intención de proporcionar precios referenciales, es brindar una herramienta a utilizar en área de conocimiento Gestión de Costos, para estimar por analogía los niveles de inversión que podrían ser necesarios para otros proyectos de automatización. Se debe tomar en cuenta, que al momento de licitar un proyecto, los precios finales los termina regulando el mercado por la ley de la oferta y la demanda.

3.1 Inversión requerida en equipamiento

Por motivos de confidencialidad, no es posible revelar los precios exactos que se brindaron en este proyecto, razón por la cual, se han tenido que calcular los precios de mercado promedio en la fecha en que se ejecutó el proyecto. Para realizar este cálculo, por cada tipo de equipo se promedió los precios de lista de equipos similares de tres marcas diferentes y al resultado se le aplicó un 15% de descuento, que es un factor mínimo de descuento en cualquier marca.

Los resultados del cálculo antes indicado se muestran en la tabla 3.1.

3.2 Inversión requerida para implementación

Por motivos de confidencialidad, no es posible revelar los precios exactos correspondientes a los servicios que se brindaron en este proyecto, razón por la cual, se ha tenido que realizar un cálculo en función a las horas-hombres calculadas con las herramientas de planeación descritas en el acápite 2.3.4 y considerar costos de horas-hombre correspondiente a los niveles del mercado en la fecha en que se ejecutó el proyecto.

Los resultados del cálculo antes indicado se muestran en la tabla 3.2.

3.3 Costos de capacitación

Para proyectos de automatización, se recomienda incluir una capacitación para

operadores, otra para ingeniería y otra para mantenimiento como parte del alcance del proyecto, ya que de esta manera el personal calificado que realizó la programación y ejecutó la puesta en marcha del proyecto es el mismo que brinda las capacitaciones y pueden absolver consultas específicas acerca de la solución implementada.

Al seguir esta recomendación, también se consigue un beneficio económico, ya que se optimizan costos en comparación a un servicio de capacitación independiente del proyecto.

Tabla 3.1.- Precios referenciales de suministros necesarios para la implementación del proyecto.

Descripción	Cant. (Und.)	P. Unit. (USD)	P. Total (USD)
4.1.1. Sistema de Operador monopuesto.			
a) Hardware.	01	2,300	2,300
b) Software.	01	6,600	6,600
4.1.2. Sistema de Operador e ingeniería monopuesto.			
a) Hardware.	01	2,700	2,700
b) Software.	01	19,100	19,100
4.1.3. Tablero de automatización.			
a) Hardware Siemens:			
o AS	01	13,600	13,600
o Rack de periferia distribuida (incluye un (01) perfil 530mm. para buses activos, un (01) bus activo para una (01) PS y una (01) IM, y una (01) IM.	04	600	2400
o Fuente de poder PS307 de 24Vdc / 05 Amp.	04	140	560
o Bus para funcionalidad de insertar/remove en tarjetas en caliente. Capacidad para dos módulos de 40mm.	11	110	1,210
o Tarjeta de 32 entrada discretas de 24Vdc.	08	410	3,300
o Tarjeta de 32 salidas discretas de 24Vdc.	04	480	1,920
o Tarjeta de 08 entradas analógicas de 4-20mA.	05	1,050	5,250
o Tarjeta de 08 salidas analógicas de 4-20mA.	01	1,350	1,350
o DP/PA Coupler.	02	1,160	2,320
o Switch industrial (incluye fuente de poder)	01	480	480
o Conectores Profibus, conectores Ethernet industriales, Interruptores automáticos, ventiladores, rejillas, termostato y otros equipos menores.	01	800	800
b) Hardware de terceros:			
o Gabinete autosoportado de 2200X(800+1200)X600mm.	01	4,300	4,300
o Borneras, canaletas, rieles DIN, cables, terminales y otros materiales menores.	01	450	450
Mano de obra de ensamblado de partes en el gabinete.	01	2000	2000
INVERSIÓN TOTAL EN ADQUISICIÓN SUMINISTROS (USD)			70,640
Sin incluir el Impuesto General a las Ventas.			

Tabla 3.2.- Precios referenciales de servicios necesarios para la implementación del proyecto.

Descripción	Cant. (HH)	P. Unit. (USD)	P. Total (USD)
Ingeniero de diseño para construcción.	114	25	2.850
Programadores.	595	35	20.825
Supervisor de fabricación.	61	15	915
Dibujante.	80	8	640
Logística.	34	25	850
Responsable de Calidad.	165	35	5.775
Asistente.	57	10	570
Gerente de Proyecto.	172	35	6.020
Gerente Comercial de Proyecto.	48	35	1.680
INVERSIÓN TOTAL EN ADQUISICIÓN SUMINISTROS (USD)			40,125
Sin incluir el Impuesto General a las Ventas.			

3.4 Costos de operación

El costo de operación de la solución implementada, depende de diversos factores, tales como son la remuneración y cantidad de operadores del cliente, la facturación por el consumo de energía eléctrica y por un posible costo por alquiler correspondiente al espacio físico de la sala de control. Todos estos costos mencionados anteriormente, dependen de directamente del cliente y de sus políticas internas, tales como:

- ◆ Políticas de recursos humanos, para la definición de la remuneración de sus empleados.
- ◆ Políticas de personal de áreas técnicas, para la definición de la cantidad de personal necesario para las labores de operación del sistema implementado.
- ◆ Políticas de áreas contables, para la repartición de gastos entre las distintas áreas de la empresa.
- ◆ Tipo de contratos de facturación con empresa eléctrica.

En el mercado existen servicios que tienen un costo de operación, que puede ser por tiempo de uso, por transacción u por otros criterios definidos por la empresa prestadora del servicio. Un ejemplo de estos servicios son el ERP SAP, el cual tiene diferentes formas de cobrar su servicio, tales como por transacción, número de "clicks" realizados o número de licencias. Otro ejemplo de las empresas que originan un costo de operación por el empleo de sus servicios, son las empresas que brindan servicios de comunicación GPRS, las cuales cobran por el alquiler de los radiomodems GPRS y por el tráfico de paquetes de comunicación.

La solución implementada en el proyecto del presente caso de estudio, no tiene costos de operación propios del funcionamiento de la tecnología o de algún tipo de servicio

3.5 Costos de mantenimiento

El costo de mantenimiento de la solución implementada, depende de diversos factores, tales como son la remuneración y cantidad de personal de mantenimiento del cliente, la adquisición de herramientas y el reemplazo de partes averiadas. Cada factor que influye en el costo del mantenimiento, se debe analizar de manera independiente, ya que tienen orígenes diferentes.

- ◆ Las políticas de recursos humanos, serán las que definan la remuneración de sus empleados.
- ◆ Las políticas de personal de áreas técnicas, serán las que definan la cantidad de personal necesario para las labores de mantenimiento del sistema implementado.
- ◆ La adquisición de herramientas para el mantenimiento del sistema, es una decisión que corresponde estrictamente al cliente, mas vale recalcar que siempre es recomendable que se adquiera el equipamiento básico, el cual consta de una caja de perilleros y alicates y de una computadora industrial portátil con el software de programación correspondiente. La inversión necesaria para adquirir las herramientas antes mencionadas, es de aproximadamente 4,000.00 dólares americanos.
- ◆ Los costos de adquisición correspondientes al reemplazo de equipos averiados, es una variable que depende también de diversos factores, tales como que se haya realizado una correcta instalación eléctrica, que se realice el mantenimiento preventivo de la manera y frecuencia indicadas en el manual de mantenimiento que se entrega al finalizar el proyecto y de una posible (remotamente) falla de fabricación. Una buena práctica es que al finalizar un proyecto, se entregue una lista de equipos sugerida para la operación por dos años.

Adicionalmente a los factores mencionados anteriormente que influyen en el costo de mantenimiento, también es posible, que en casos de emergencia se subcontrate los servicios de una empresa especializada para corregir algún estado de falla o problema en el sistema que el personal de mantenimiento del cliente no haya podido solucionar. Se debe estar atento a la aparición de estas situaciones y tomar la medida lo antes posible, ya que una demora en la toma de decisión, podría conllevar a pérdidas económicas debido a las horas que la planta deja de producir.

Este capítulo brindó las tablas de precios referenciales correspondientes al suministro y servicios necesarios para la implementación del proyecto del caso de estudio, con la finalidad de que dichos precios referenciales sean empleados como patrones para la estimación de presupuestos de futuros proyectos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estas conclusiones y recomendaciones, están orientadas a las personas que tengan a bien tomar este documento como una guía o apoyo para la ejecución de sus propios proyectos en el campo de automatización de procesos industriales.

CONCLUSIONES

- 1 La solución tecnológica se pudo implementar de otra manera, como con PLC más SCADA, pero por las características solicitadas por el cliente la implementación de un DCS brindó muchas más ventajas a nivel de programación en la implementación como de mantenimiento hasta el día de hoy.
- 2 Al definir la solución técnica basándonos en las necesidades de las diferentes áreas que serían los responsables de manejar la nueva planta, se obtuvo un resultado exitoso.
- 3 Gracias a la metodología de gestión de proyectos empleada, el proyecto terminó con resultados positivos tanto para la empresa responsable de implementar el proyecto como para el cliente, en costos, tiempo y alcance.

RECOMENDACIONES

- 1 En todo proyecto se debe identificar las necesidades de los diferentes involucrados por parte del cliente u otros posibles "afectados", para definir la mejor solución técnico-económica.
- 2 Se debe informar al cliente acerca de los resultados obtenidos con las herramientas de planeación, control y seguimiento, de manera que esté totalmente enterado de las fechas y plazos correspondiente a cada paquete de trabajo y la cantidad y tipo de recursos que se emplearán por cada uno de los mismos. Esta es una muy buena manera de concientizar al cliente de que los retrasos causados por él, tendrán impactos en tiempo y costos.
- 3 Documentar toda solicitud de cambio en el alcance (órdenes de cambio-change orders) antes de proceder a realizarla, ya que el no hacerse así, puede conllevar a malos entendidos o incluso al no reconocimiento de un trabajo ya realizado.

ANEXO A

**BROCHURE: PROFIBUS, EL BUS POLIVALENTE PARA LA COMUNICACIÓN EN LA
INDUSTRIA DE PROCESOS**

PROFIBUS

El bus polivalente para la comunicación en la industria de procesos

Folleto · Abril 2008



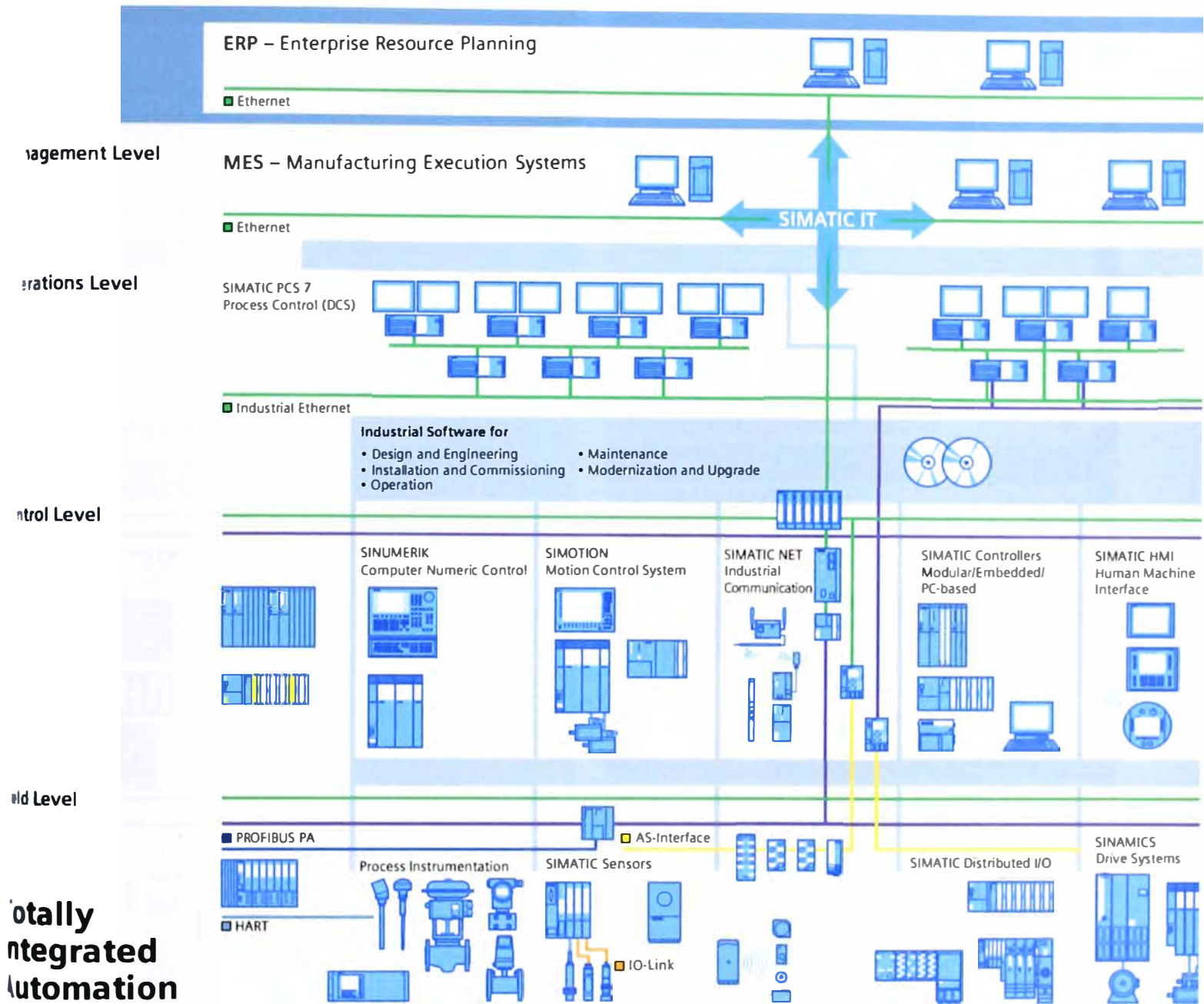
PROFIBUS

www.siemens.com/profibus

SIEMENS



Totally Integrated Automation



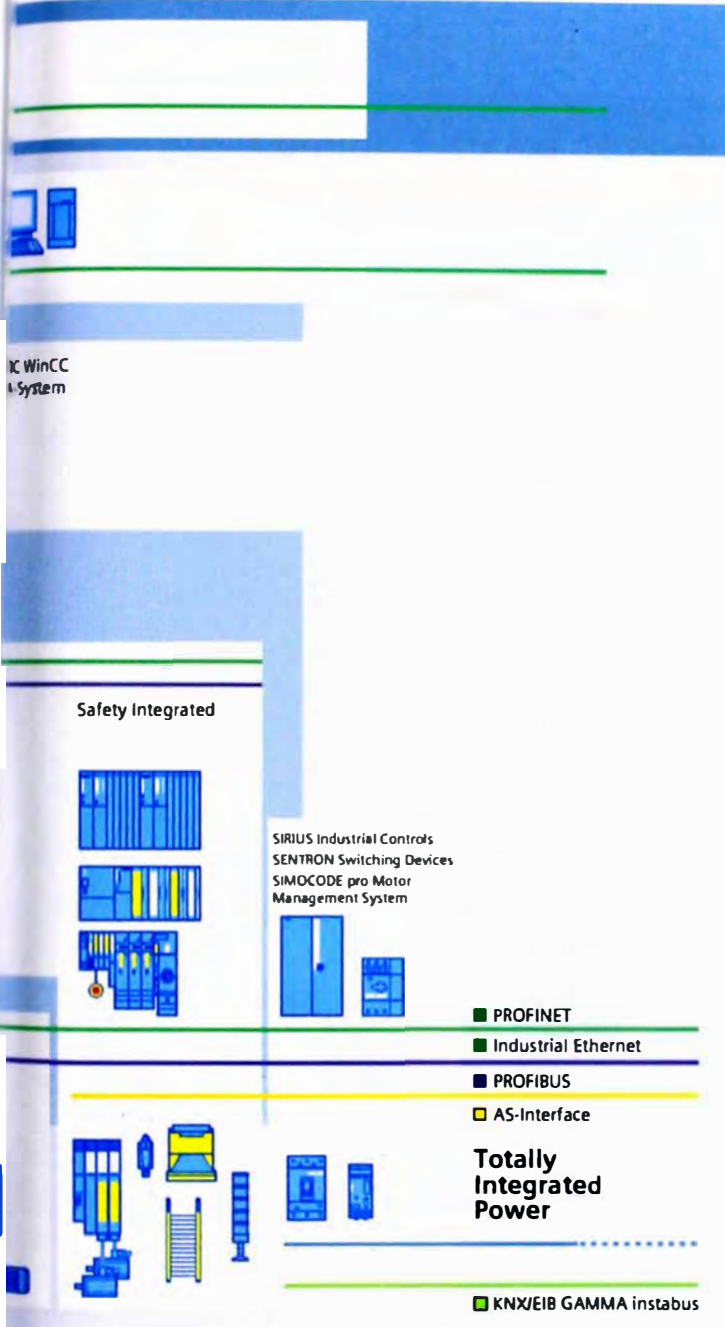
Con Totally Integrated Automation (TIA) Siemens, como único fabricante, ofrece una base homogénea para la creación de soluciones de automatización personalizadas para cada cliente en todos los sectores, desde la entrada de mercancías hasta la salida de productos terminados.

TIA se caracteriza por su continuidad única.

Con un gasto de interfaz reducido garantiza la mayor transparencia en todos los niveles: desde el nivel de campo pasando por el nivel de control de producción hasta el nivel de control de empresa.

aturalmente usted se beneficia también durante todo el ciclo de vida útil de su instalación, desde los primeros pasos de la planificación, pasando por el funcionamiento hasta la modernización, en la que nosotros, con un desarrollo continuo de nuestros productos y sistemas, le ofrecemos un elevado grado de seguridad de inversión evitando interfaces innecesarias.

Índice



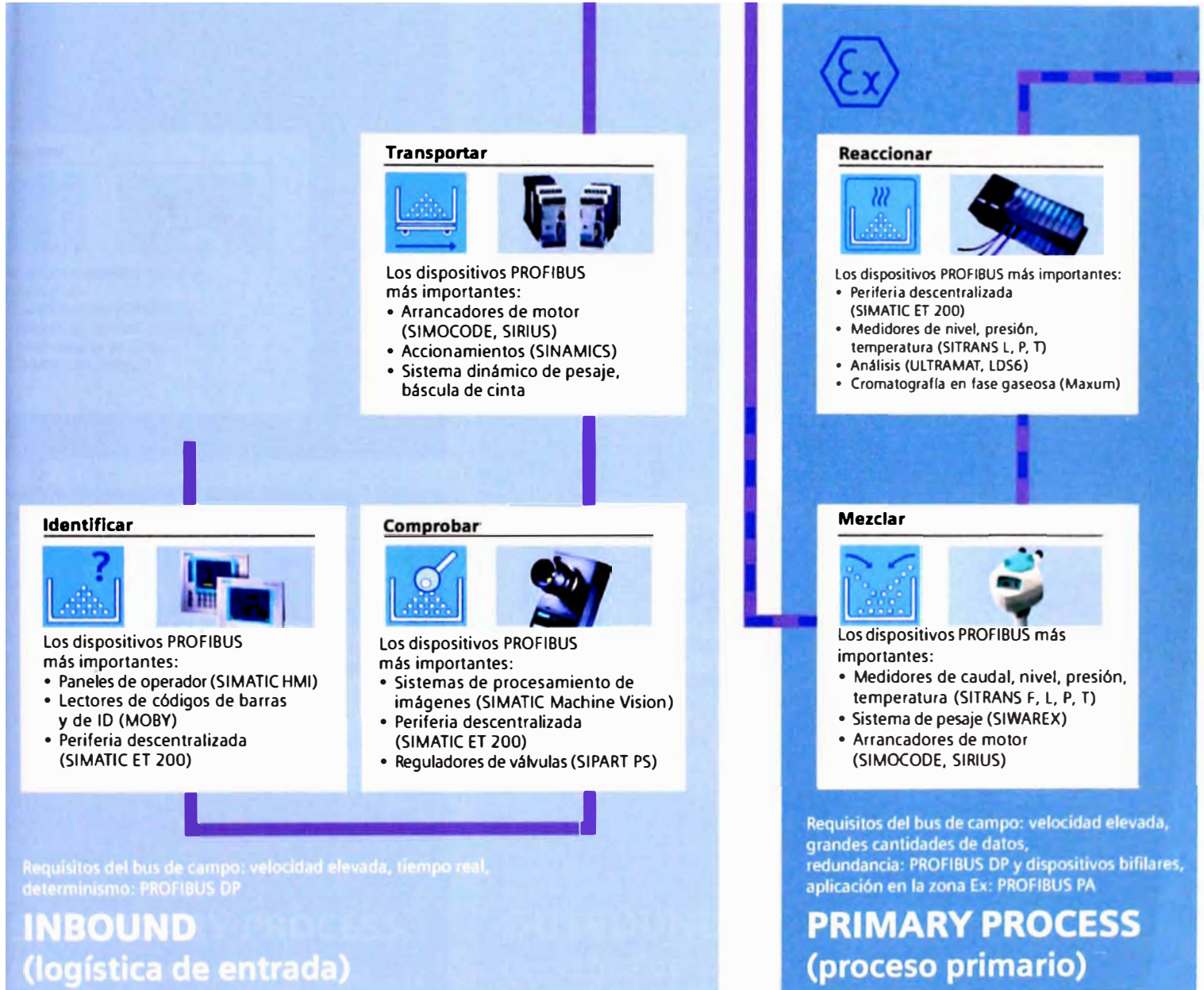
Ya en el desarrollo de nuestros productos y sistemas, la continuidad única constituye una característica definida. El resultado: la mejor combinación de todos los componentes, desde el controlador, pasando por manejo y visualización, los accionamientos hasta el sistema de control del proceso. De este modo se reduce la complejidad de la solución de automatización de su instalación. Puede descubrir esto por ejemplo ya en la ingeniería de la solución de automatización, en la reducción de gasto de tiempo y de costes, así como en el funcionamiento con posibilidades homogéneas de diagnóstico de Totally Integrated Automation para aumentar la disponibilidad de su instalación.

PROFIBUS	
PROFIBUS: un bus de campo homogéneo para la automatización completa del proceso	4
Sus ventajas con PROFIBUS	7
PROFIBUS, eficacia probada y con futuro asegurado.	8
Fundamentos técnicos	
Características y normas generales	9
Variantes de PROFIBUS DP y PROFIBUS PA	10
PROFIBUS en zonas con atmósferas explosivas	12
Comunicación de seguridad.	13
Gestión de dispositivos con GSD y EDD	14
Interoperabilidad e intercambiabilidad	15
Arquitectura de bus	
Arquitectura PROFIBUS DP	16
Arquitectura PROFIBUS PA	17
Datos técnicos.	21
Configuración y diagnóstico	
Configuración	22
Diagnóstico.	23
Tiempos de ciclo PROFIBUS y su cálculo	24
Ejemplos de aplicación	
Norsk Hydro Energy – Plataforma de petróleo y de gas, Noruega	25
Cervecería Bitburger, Alemania	26
Periferia del proceso Siemens para PROFIBUS	
Dispositivos periféricos descentralizados.	27
Accionamientos	28
Instrumentos de medida	31
Reguladores de proceso	34
Posicionadores	34
Supervisión del proceso	34
Sistemas de pesaje y dosificación	34
Analizadores de gases	35

PROFIBUS

Un bus de campo homogéneo para la automatización completa del proceso



Control · Sistema de control del proceso



Control de proceso

- DCS: SIMATIC PCS 7
- PLC: SIMATIC S7-300, S7-400
- Parametrización, gestión de instalaciones (SIMATIC PDM)

Realizado con:

-  PROFIBUS DP
-  PROFIBUS PA

Separar



- Los dispositivos PROFIBUS más importantes:
- Caudalímetros (SITRANS L)
 - Medidores de nivel (SITRANS L)
 - Arranadores de motor (SIMOCODE, SIRIUS)

Almacenar



- Los dispositivos PROFIBUS más importantes:
- Medidores de presión, temperatura (SITRANS P, T)
 - Medidores de nivel (SITRANS L)
 - Periferia descentralizada (SIMATIC ET 200)

Empaquetar/envasar



- Los dispositivos PROFIBUS más importantes:
- Accionamientos (SINAMICS, tecnología SIMATIC, SIMOTION)
 - Sistemas de seguridad (sistemas F SIMATIC)
 - Periferia descentralizada (SIMATIC ET 200)

Transportar



- Los dispositivos PROFIBUS más importantes:
- Accionamientos (SINAMICS)
 - Arranadores de motor (SIMOCODE, SIRIUS)
 - Periferia descentralizada (SIMATIC ET 200)

Identificar



- Los dispositivos PROFIBUS más importantes:
- Lectores de códigos de barras y de ID (MOBY)
 - Paneles de operador (SIMATIC HMI)
 - Periferia descentralizada (SIMATIC ET 200)

Requisitos de bus de campo:
velocidad elevada, tiempo real,
determinismo: PROFIBUS DP

SECONDARY PROCESS
(proceso secundario)

Requisitos del bus de campo:
velocidad elevada, tiempo real,
determinismo: PROFIBUS DP

OUTBOUND
(logística de salida)

Reduzca su Total Cost of Ownership (coste total de propiedad) con el bus de campo flexible para todos los requisitos de la industria de procesos

"Los usuarios en los sectores híbridos como las industrias química, farmacéutica o alimentaria, se benefician de la capacidad única de un sistema PROFIBUS para crear una integración continua entre dispositivos de proceso (p. ej. transmisores de presión, caudalímetros) y dispositivos en el área de aplicación discreta (p. ej. accionamientos y sensores)."

Estudio de ARC

"The Value Proposition of PROFIBUS in the Hybrid Industries"
(La propuesta de valor de PROFIBUS en las industrias híbridas)
ARC Advisory Group, Dedham/MA, EE.UU.

En la industria de procesos, los procesos de producción a menudo son "híbridos". Los procesos primarios industriales (Primary Processes) caracterizados por actividades como la reacción, la mezcla o la separación, se combinan con aplicaciones discretas de los procesos secundarios (Secondary Processes) de la logística de entrada (Inbound) o la logística de salida (Outbound). Para estas aplicaciones industriales son características una serie de actividades, como identificar, transportar, comprobar, empaquetar, envasar o almacenar diversas materias.

Los requisitos para el bus de campo son muy variados. Para la automatización de los procesos industriales que se desarrollan generalmente en entornos agresivos, con peligro para la salud o de explosión, tienen gran importancia la conexión directa de dispositivos con seguridad intrínseca y su alimentación a través del medio de comunicación, así como el elevado contenido informativo de la comunicación. En comparación, en las aplicaciones de la industria de fabricación tienen prioridad la velocidad y el determinismo.

El PROFIBUS es actualmente el único bus de campo del mundo que cumple estos requisitos. Este bus de campo es el único capacitado para interconectar áreas de producción industriales de forma homogénea, gracias a las tecnologías de transmisión complementarias, a un perfil de comunicación unificado y a los perfiles aditivos de aplicación para funcionalidades típicas de dispositivos, como p. ej. PA Devices, PROFIdrive o PROFIsafe. Otros perfiles de aplicación ofrecen la posibilidad de integrar las instalaciones existentes de forma continua, incluyendo una tecnología de 4 a 20 mA e dispositivos HART y, de este modo, se aseguran a largo plazo las inversiones relacionadas.

Una arquitectura de bus de campo con una homogeneidad de este tipo presenta ventajas enormes en lo que a los gastos se refiere. Principalmente se trata de una reducción de gastos para el diseño, el montaje y el cableado, pero también para la planificación, la ingeniería, la puesta en marcha y la prueba, así como la documentación y la formación.

Pero la ventaja más valorada es el ahorro de gastos a largo plazo, que se puede obtener mediante la gestión eficiente de activos en el mantenimiento y en el funcionamiento a largo plazo.



PROFIBUS – sus ventajas

Reducción de costes

reducción al mínimo del Total Cost of Ownership (coste total de propiedad) a través de la comunicación homogénea por bus de campo:

- para todos los sectores de la industria de producción, la industria de procesos y la industria híbrida
- en todos los ámbitos del proceso de producción
- cubriendo todo el ciclo de vida de la instalación

menores gastos de planificación y de ingeniería, así como gastos de puesta en marcha más reducidos en comparación con la transmisión convencional de señales a través de conexiones punto a punto en paralelo

- la conexión directa de dispositivos de proceso, especialmente en la zona Ex, permite ahorrar en cableado y componentes mecánicos para la interconexión, la distribución, la alimentación y el montaje
- Safety Integrated System (sistema de seguridad integrado) con comunicación de seguridad vía PROFIBUS como alternativa económica a los sistemas de seguridad separados
- configuraciones de instalación de coste optimizado para una elevada disponibilidad y seguridad mediante Flexible Modular Redundancy
- gestión eficiente de activos con previsión de vidas residuales y planificación del mantenimiento preventivo

Disponibilidad y rendimiento aumentados

- redundancia y amplio diagnóstico online
- parametrización central y mantenimiento proactivo con sistemas / herramientas de gestión eficientes

sin necesidad de realizar una calibración regular de los dispositivos de campo

comunicación rápida y segura, así como precisión de medición elevada

Flexibilidad y seguridad de inversión

la base de mayor tamaño instalada mundialmente con más de 23 millones de nodos PROFIBUS, de ellos más de 3,3 millones en la industria de procesos

interoperabilidad e intercambiabilidad con una gama de más de 2 500 dispositivos de más de 1 400 proveedores internacionales

coexistencia de dispositivos simples y complejos a través de un protocolo de comunicación unificado y unos perfiles aditivos de aplicación para funciones específicas de dispositivos (p. ej. PROFIdrive para accionamientos, identificación para lectores de códigos de barras o PA Devices para dispositivos de proceso)

- capacidad de ampliación y compatibilidad garantizada de todos los perfeccionamientos
- los dispositivos HART de 4 ... 20 mA y convencionales instalados se pueden integrar de forma continuada
- aceptación internacional a través de tecnologías adaptadas a las normas IEC e ISO
- asistencia internacional a través de PROFIBUS International con
 - 25 organizaciones regionales
 - 36 Competence Centers
 - 10 laboratorios de ensayo
 - 12 centros de formación

Protección de personas y máquinas

integración continuada de la comunicación de seguridad con PROFIsafe en lugar de un bus de seguridad separado

alto contenido informativo y comunicación bidireccional para funciones avanzadas de diagnóstico para la detección y la eliminación más rápida y precisa de fallos

Instalación sencilla

los dispositivos con certificación FISCO permiten la conexión "Plug and Play" en la zona Ex. No es necesario realizar cálculos complicados para determinar la seguridad intrínseca.

PROFIBUS, eficacia probada y con futuro asegurado

Gracias a su tecnología avanzada y asentada en normas internacionales, PROFIBUS se ha transformado en el líder mundial del mercado de los buses de campo. Esta tecnología se caracteriza por

- el uso de estándares abiertos
- compatibilidad
- aplicación universal
- alta capacidad de ampliación
- gran fiabilidad

Esto lo demuestra la mayor base instalada en todo el mundo con más de 23 millones de nodos PROFIBUS instalados, de los cuales más de 3,3 millones están en la industria de procesos, lo que supone aprox. 630 000 nodos PROFIBUS PA instalados (a finales de 2007).

PROFIsafe, que permite transferir datos de seguridad y de control a través de un único cable de bus, se ha impuesto en el mercado y ha conquistado una posición líder en la automatización de los procesos industriales y de la industria de producción. Desde la introducción de la tecnología PROFIsafe en el año 1999 y hasta finales de 2006 se han suministrado más de 230 000 nodos PROFIsafe.

Todos los fabricantes importantes apoyan el estándar PROFIBUS con más de 2 500 productos y servicios disponibles en el mercado.

Más de 1 400 fabricantes y usuarios, entre los que figuran los proveedores líderes mundiales de productos y sistemas, se han agrupado en la PROFIBUS International (PI), la mayor organización internacional de usuarios de bus de campo. Esta organización global de enorme entidad promueve la divulgación así como el continuo perfeccionamiento de PROFIBUS y asiste a sus miembros en todos los continentes a través de una red de:

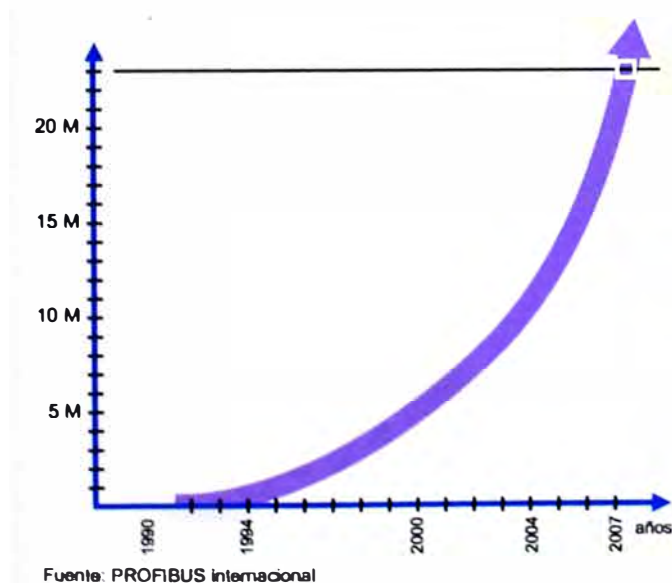
- 25 organizaciones PROFIBUS regionales en 24 países
- 36 Competence Centers PROFIBUS en 21 países
- 10 laboratorios de ensayo
- 12 centros de formación en 8 países

Para consultar información más detallada sobre PROFIBUS International, visite en Internet la página web: www.profibus.com.

Totally Integrated Automation con PROFIBUS

Como medio de comunicación para el nivel de campo, PROFIBUS representa una parte esencial de Totally Integrated Automation (TIA), la base única en su género que Siemens ofrece para la automatización homogénea y personalizada en todos los sectores de la industria manufacturera, la industria de procesos o la industria híbrida y que se encarga desde la entrada de mercancías hasta la salida de productos terminados, incluyendo todo el ciclo de vida de una planta.

Gracias a la compatibilidad de todos los perfeccionamientos dentro de TIA se garantiza la expansibilidad y la seguridad de las inversiones.



Nodos PROFIBUS instalados



Comunicación de campo a través de PROFIBUS

Fundamentos técnicos

Características y normas generales

Clasificación y características

En la industria de procesos la transmisión convencional de señales entre los sensores/actuadores instalados en el campo y los módulos de E/S del sistema de control se realizan mediante conexiones de cable de cobre punto a punto en paralelo. Por regla general las señales analógicas se transmiten con un nivel de 4 a 20 mA.

En contraposición, los sistemas de bus de campo como PROFIBUS permiten establecer la comunicación entre el sistema de automatización (controlador) y los dispositivos instalados en campo a través de un único cable con comunicación serie. Esta comunicación se caracteriza por regla general por la transferencia cíclica de datos de proceso y la transmisión acíclica de alarmas, parámetros y datos de diagnóstico.

La reducción de gastos en cuanto al cableado y al hardware de E/S representa un potencial enorme de ahorro. La transmisión digital de datos ofrece un contenido informativo considerablemente mayor que redundando en ventajas significativas de costes tanto en el servicio como en el mantenimiento de las plantas:

- comunicación direccional (especificación de consignas y respuesta de la posición actual de una válvula)
- información amplia de diagnóstico para la gestión de activos
- alta precisión (resolución de 32 bits)

El PROFIBUS presenta una estructura simple, robusta y fiable, puede ampliarse online y es aplicable tanto en entornos no críticos como en zonas con atmósferas explosivas.

Además de estas propiedades, para la automatización del proceso son importantes las siguientes funciones PROFIBUS:

- integración de dispositivos HART ya instalados
- redundancia
- comunicación de seguridad con PROFIsafe
- sincronización horaria
- etiquetado con fecha/hora

El PROFIBUS es un bus de campo abierto y universal que permite

- la comunicación rápida con los dispositivos periféricos descentralizados inteligentes (PROFIBUS con física DP)
- la comunicación y alimentación simultánea de transmisores y actuadores (PROFIBUS PA)

Gracias a su concepción modular con tecnologías de transmisión complementarias, un protocolo de comunicación unificado y múltiples perfiles de aplicación (p. ej. PA Devices, PROFIsafe, PROFIdrive, E/S remotas para PA, sistemas de identificación o dosificación/pesaje), PROFIBUS es el único bus de campo que puede aplicarse tanto en la industria manufacturera como en la industria de procesos.

Normalización internacional

La estandarización de PROFIBUS comenzó en 1991 con la norma nacional DIN 19245 y continuó en 1996 con la norma europea EN 50170. Desde 1999, PROFIBUS está incluido en las normativas internacionales IEC 61158 y IEC 61784.

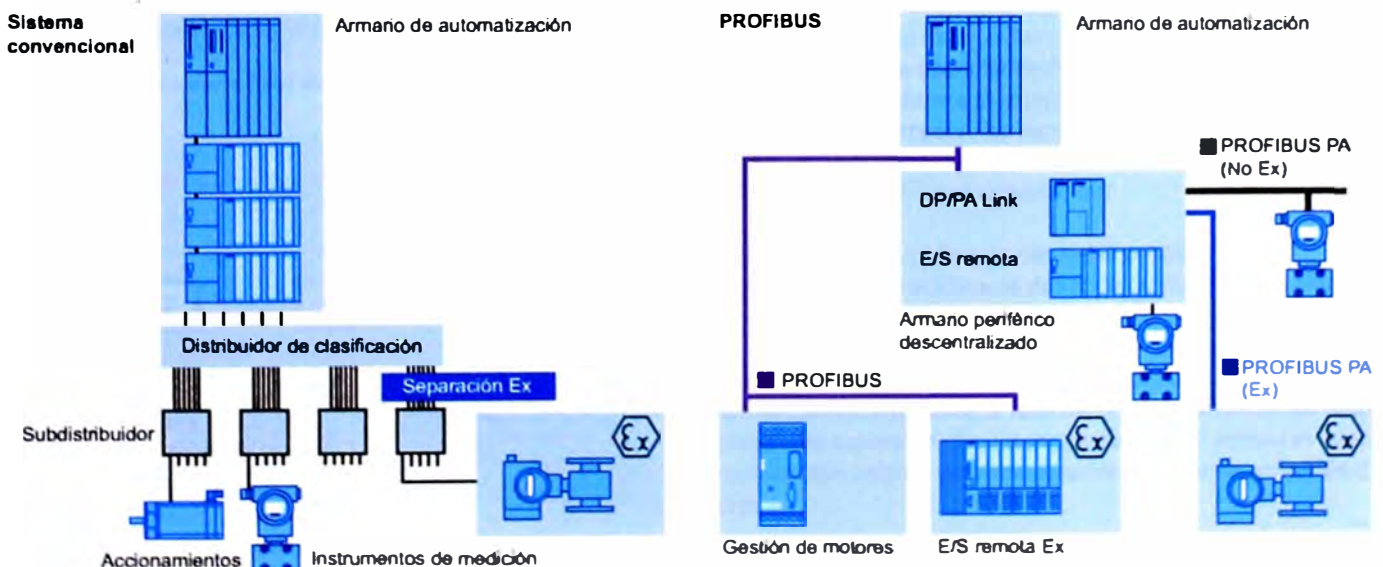


Diagrama de comparación de PROFIBUS con la transmisión convencional de señales

Variantes de PROFIBUS DP y PROFIBUS PA

PROFIBUS DP

Esta variante dimensionada para altas velocidades de transmisión de datos (hasta 12 Mbits/s) y tiempos de reacción reducidos (hasta 1 ms) es una solución excelente para el control directo de

- dispositivos inteligentes de campo, p. ej. arrancadores de motor, accionamientos, analizadores, reguladores de proceso o paneles
- dispositivos periféricos descentralizados: E/S remotas tales como ET 200M, ET 200iSP o ET 200S

Mediante combinación de los mecanismos estándar de comunicación de PROFIBUS y un perfil HART especial para mapear en PROFIBUS el modelo cliente-maestro-servidor de HART es posible integrar en redes PROFIBUS DP existentes o nuevas también el gran número de dispositivos HART ya instalados en el campo.

La gran ventaja es que para la comunicación PROFIBUS propiamente dicha así como la comunicación HART con los dispositivos periféricos descentralizados se utiliza un único cable de bus.

Tecnologías de transmisión

El PROFIBUS DP puede ejecutarse según IEC 61158 e IEC 61784 con las tecnologías de transmisión siguientes:

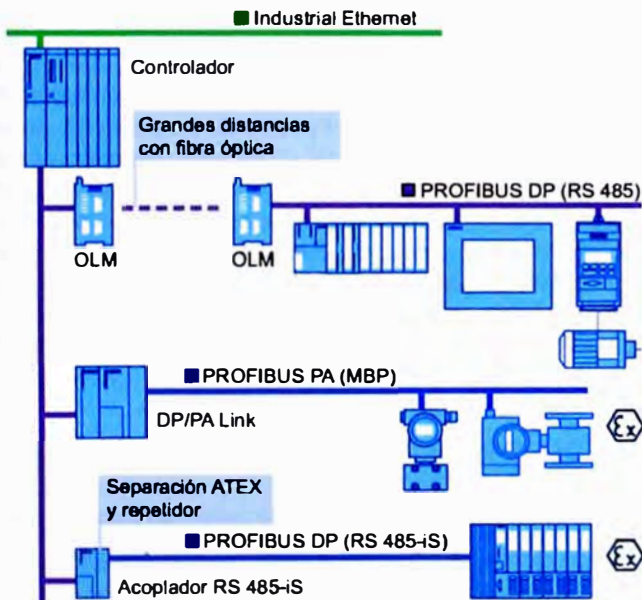
- **RS 485**
Tecnología de transmisión eléctrica simple y económica en base a un cable bifilar apantallado. Una red eléctrica PROFIBUS puede configurarse con topología en línea o en árbol.
- **RS 485-iS**
Tecnología de transmisión eléctrica de seguridad intrínseca en base a un cable bifilar apantallado que permite una velocidad de 1,5 Mbits/s para zonas con atmósferas explosivas, hasta la zona 1. Los segmentos RS 485 y RS 485-iS se separan mediante un aislador galvánico (acoplador RS 485-iS).
- **Fibra óptica**
tecnología óptica de transmisión con fibras ópticas de vidrio o plástico que permite la transmisión rápida de grandes cantidades de datos en entornos con altas perturbaciones electromagnéticas o para puentear grandes distancias. Los Optical Link Modules (OLM) permiten configurar redes ópticas con topología en línea, anillo o estrella. La topología en anillo garantiza automáticamente tolerancia a fallos si se produce una rotura de hilo. Dos módulos OLM pueden estar separados hasta 15 km. La extensión total de la red sólo está limitada por los tiempos de propagación ya que la transmisión óptica carece prácticamente de pérdidas.

Comunicación por bus determinista

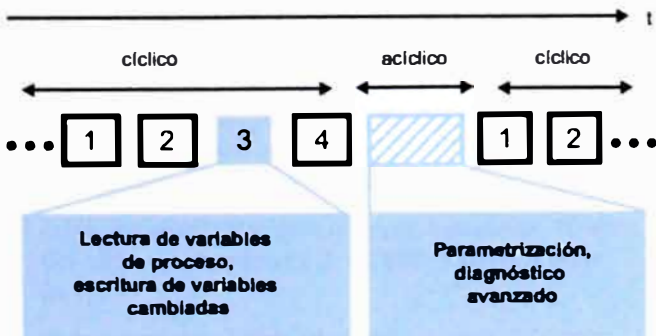
Una característica esencial de PROFIBUS es la comunicación determinista conforme al principio maestro-esclavo que garantiza el comportamiento temporal configurado del bus así como los tiempos de reacción definidos en las estaciones o nodos del mismo. Se caracteriza por

- la transmisión cíclica de datos del proceso
- la transmisión acíclica de datos de configuración, alarma y diagnóstico

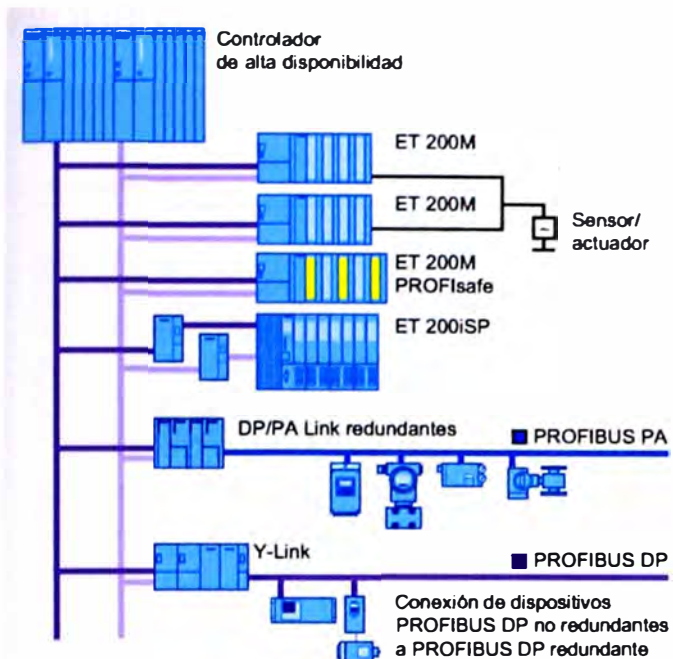
Los intervalos para la comunicación acíclica se consideran automáticamente durante la fase de configuración. Si los datos presentes superan dicho intervalo de tiempo entonces la comunicación acíclica con una estación se reparte en varios ciclos.



Tecnologías de transmisión PROFIBUS



Comunicación por bus determinista de PROFIBUS



Versión redundante de PROFIBUS DP

Redundancia

PROFIBUS DP puede también configurarse de forma redundante. En este caso los dispositivos periféricos descentralizados se conectan, a través de los módulos de interfaz, a dos líneas PROFIBUS DP redundantes de un sistema de automatización de alta disponibilidad; los dispositivos inteligentes de campo conectados a PROFIBUS PA a través de un módulo DP/PA Link redundante con dos módulos de interfaz. El componente denominado Y-Link permite operar dispositivos PROFIBUS DP no redundantes conectados a un PROFIBUS DP redundante.

Puntos destacados del PROFIBUS DP

- protocolo de comunicación PROFIBUS DP
- variante de PROFIBUS para altas velocidades de transmisión de datos (hasta 12 Mbits/s) y breves tiempos de reacción
- apto para control directo
 - dispositivos inteligentes de campo, p. ej. accionamientos, arrancadores de motor, analizadores, reguladores de proceso o paneles
 - E/S remotas tales como ET 200M, ET 200iSP, ET 200S
- configuración redundante a elección
- cable de cobre bifilar para redes de hasta máx. 10 km (RS 485 hasta la zona Ex 2, RS 485-iS hasta la zona Ex 1)
- fibra óptica para redes insensibles a perturbaciones electromagnéticas salvando grandes distancias (15 km), hasta zona Ex 1

PROFIBUS PA

El PROFIBUS PA, que permite transmitir por el mismo cable los datos digitales y alimentar el sistema con energía, utilizando cables bifilares y aplicando la tecnología de transmisión MBP (Manchester Coded; Bus Powered) de seguridad intrínseca según IEC 61158, es la solución óptima para integrar dispositivos directamente en aplicaciones de la industria de procesos, p. ej. actuadores neumáticos, electroválvulas o sensores para tareas de medición y análisis, en áreas clasificadas hasta la zona Ex 0 ó 1.

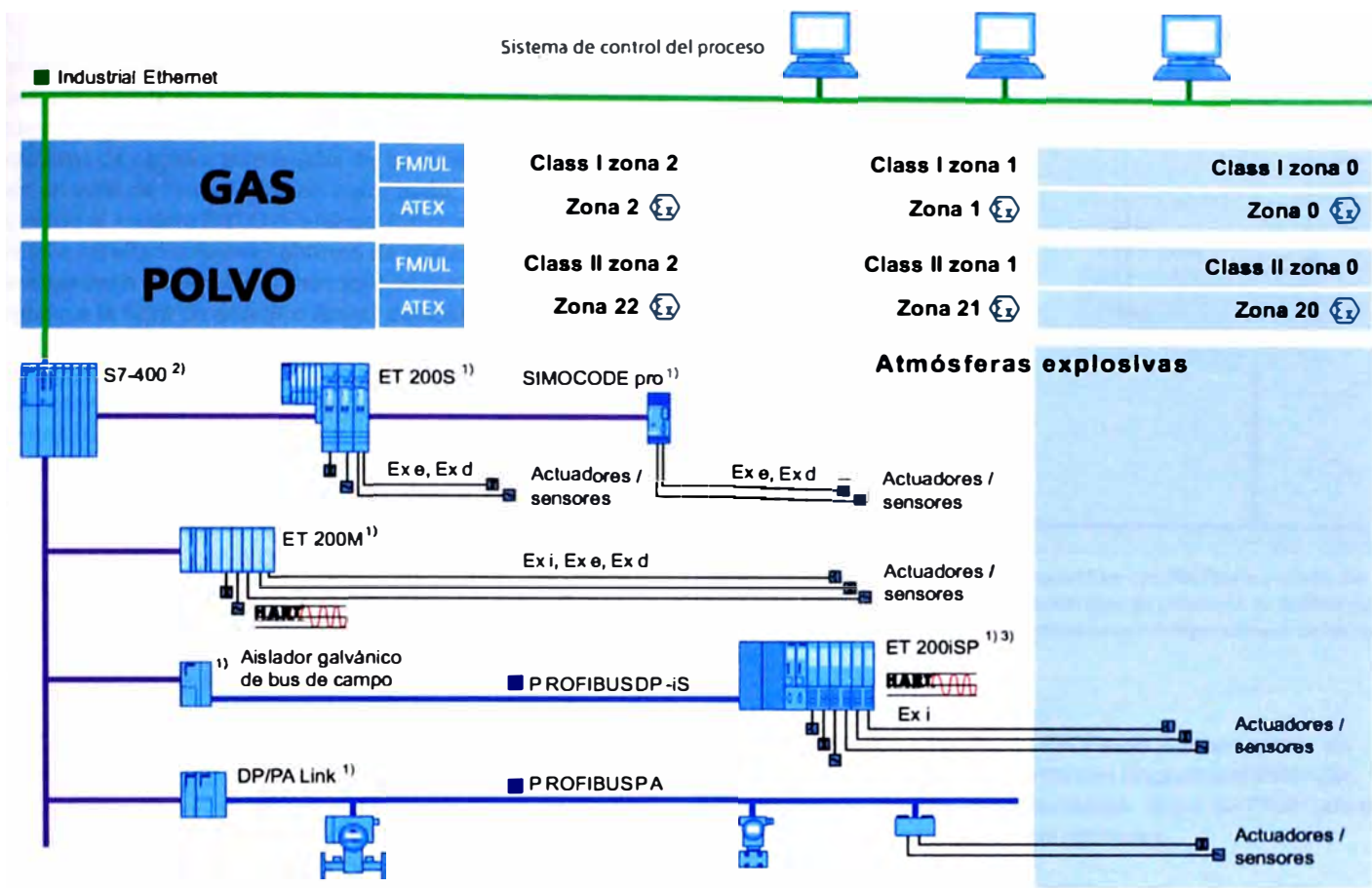
A pesar de la velocidad de transmisión de 31,25 kbits/s relativamente reducida el tiempo típico de comunicación de un transmisor es de aprox. 10 ms. Esto permite implementar prácticamente todas las aplicaciones típicas en la industria de procesos, incluso con grandes extensiones superficiales.

El PROFIBUS PA puede ejecutarse con topología en línea o árbol y grandes longitudes de cables derivados (hasta 120 m), o con topología en anillo. Para fines de alimentación y adaptación de la velocidad de transmisión entre PROFIBUS DP y PROFIBUS PA se utilizan los módulos denominados acoplador DP/PA o DP/PA Link.

Puntos destacados del PROFIBUS PA

- protocolo de comunicación PROFIBUS DP
- permite transmitir a la vez datos digitales y alimentar los dispositivos de campo por un cable bifilar con tecnología de transmisión MBP
- solución óptima para integrar directamente actuadores neumáticos, electroválvulas y sensores para tareas de medición y análisis en áreas clasificadas hasta zona Ex 0 ó 1
- disponibles con topología en línea, en árbol o en anillo con cables con longitudes de hasta 1 900 m por segmento
- las topologías en anillo permiten modificaciones durante el funcionamiento, así como un aislamiento automático de segmentos parciales defectuosos
- breves tiempos de comunicación (valor típico para transmisores, aprox. 10 ms)
- gracias a la aplicabilidad de componentes certificados conforme al modelo FISCO:
 - configuración enormemente simplificada
 - no son necesarios los cálculos del circuito Ex
 - aumento al máximo del número de dispositivos operables
- intercambiabilidad de dispositivos de campo sin importar su origen
- las barreras de campo permiten incrementar sensiblemente el número de dispositivos conectables por cada segmento de bus en la zona Ex, y además emplear cables más largos

PROFIBUS en zonas con atmósferas explosivas



Visión general de PROFIBUS en atmósferas explosivas de gas y polvo

- ¹⁾ Atmósfera de polvo: instalación de los componentes siempre en una carcasa del grado de protección IP6x
- ²⁾ Con suministro de corriente estándar 10 A DC
- ³⁾ Cumple también las normas FM/UL según Class I Division 2

PROFIBUS en zonas Ex

Para poder operar PROFIBUS en atmósferas explosivas es preciso realizar adaptaciones físicas. En cambio, el protocolo de PROFIBUS es idéntico en todos los entornos. Utilizando tecnología eléctrica RS 485 u óptica el PROFIBUS DP puede llevarse de forma estándar hasta la zona Ex 2. Utilizando un aislador galvánico (acoplador RS 485-iS) y tecnología de transmisión RS 485-iS es posible llevar el PROFIBUS DP hasta la zona Ex 1 en calidad de bus de campo de seguridad intrínseca. El PROFIBUS DP de seguridad intrínseca está especificado para el modo de protección EEx(ib).

El DP/PA Link en versión Ex permite desacoplar el PROFIBUS PA del PROFIBUS DP. Con ello, el PROFIBUS PA a la salida del acoplador DP/PA puede emplearse para sensores y actuadores en atmósferas explosivas de las zonas 0 ó 1. Con ello se cumplen los requisitos de los modos de protección EEx(ia) yEEx(ib).

Comparativa entre Zonas y Classes/Divisions

Normas	NEC 505	NEC 500
Gases, vapores	Zona 0	Class I, Division 1
	Zona 1	
	Zona 2	Class I, Division 2
Polvos	Zona 20	Class II, Division 1
	Zona 21	
	Zona 22	Class II, Division 2

Fundamentos técnicos

Comunicación de seguridad

Modelo FISCO

En caso de nuevo diseño o modificación del PROFIBUS PA en zona clasificada no se precisan complejos cálculos de circuitos si los componentes que intervienen (acoplador Ex, cable, dispositivos de campo, terminador de bus) han sido certificados por un ente de homologación autorizado, p. ej. PTB o UL, de acuerdo al modelo FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept). De ello resultan enormes ahorros de costes durante las fases de ingeniería y operación. Tampoco es preciso realizar cálculo alguno a la hora de añadir o retirar dispositivos.

De acuerdo al modelo FISCO una red se considera de seguridad intrínseca si los componentes mencionados cumplen los límites especificados de tensión, intensidad, potencia, inductancia y capacitancia. La aplicación de componentes homologados conforme a FISCO, p. ej. acopladores Ex-DP/PA y dispositivos de campo PA de Siemens, permite maximizar el número de dispositivos conectables a una línea al igual que aumentar la variabilidad a la hora de intercambiar o ampliar utilizando productos de varios fabricantes.

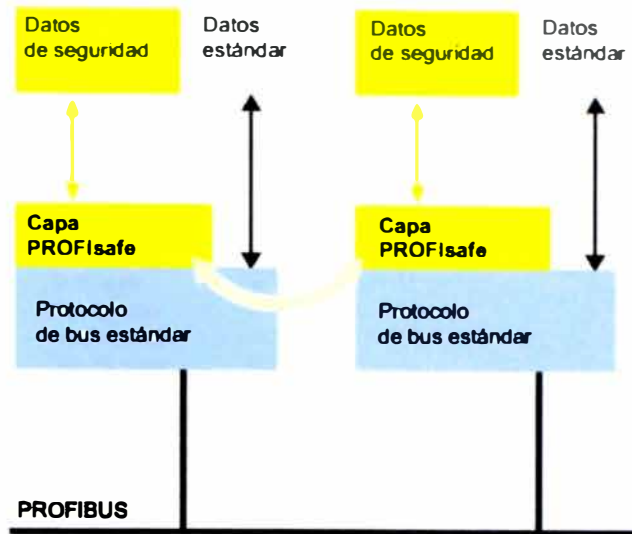
Comunicación de seguridad con PROFIsafe

PROFIsafe es un perfil que realiza la comunicación PROFIBUS segura entre

- los dispositivos de seguridad instalados en el campo y
- las aplicaciones de seguridad que se implementan en los sistemas de automatización para los más elevados requisitos hasta
 - cat. 4 según EN954
 - AK6 ó SIL3 según IEC 61508.

El perfil PROFIsafe se implementa en calidad de capa software adicional en los dispositivos/sistemas sin modificar para ello los mecanismos estándar de comunicación de PROFIBUS.

Esto permite aplicar sin modificar los componentes estándar que participan en la comunicación de ambas estaciones PROFIsafe, p. ej. módulos de comunicación, conectores o cables.



Datos estándar y de seguridad se transmiten con PROFIsafe a través del mismo cable de bus. Una comunicación libre de colisiones es posible mediante un sistema de bus con elementos de red independientes de los medios.

Por otro lado, los dispositivos PROFIsafe pueden operar en PROFIBUS sin restricciones junto con dispositivos estándar, también en configuración redundante. El uso de PROFIsafe es también posible con seguridad intrínseca.

PROFIsafe detecta numerosos fallos posibles durante la comunicación serie por el bus, p. ej.

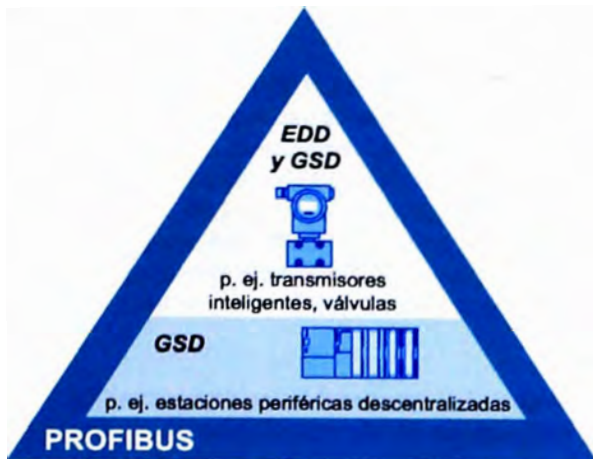
- retardo
- pérdida
- repetición o falsificación de datos
- secuencia errónea
- direccionamiento incorrecto

Para solucionar estos errores, PROFIsafe cuenta con las siguientes medidas:

- numera consecutivamente los telegramas (tramas) de seguridad
- define intervalos para telegramas entrantes y su confirmación o acuse de recibo
- identifica emisores y receptores
- aplica protección adicional de los datos (Cyclic Redundancy Check)

El protocolo de PROFIsafe V2 asiste la comunicación segura para los buses estándares abiertos, ya sea el probado PROFIBUS DP o el PROFINET IO.

Gestión de dispositivos con GSD y EDD



Ingeniería con GSD y EDD

Ingeniería eficiente con GSD y EDD

La inteligencia de los dispositivos de campo y los componentes de periferia descentralizada ha crecido enormemente. Hoy en día tales dispositivos ofrecen funciones e informaciones hasta ahora reservadas a los controladores.

Para poder comunicarse entre sí, las herramientas de ingeniería, parametrización, puesta en marcha, diagnóstico, gestión de activos y mantenimiento (p. ej. SIMATIC PDM) y los controladores necesitan una descripción exacta y completa de datos y funciones específicos de los dispositivos como p. ej.

- tipo de función de aplicación
- parámetros de configuración
- unidades de medida
- valores límite y valores predeterminados
- rangos de valores

El fabricante del dispositivo ofrece esta descripción de la forma siguiente:

- archivo de datos maestros de dispositivo (GSD) para el intercambio cíclico de datos entre el maestro y los esclavos PROFIBUS
- Electronic Device Description (EDD) con propiedades normalizadas y no propietarias para fines de parametrización, diagnóstico y observación de valores medidos acíclicos.

```
; Unit-Definition-List:
GSD_Revision      = 2
Vendor_Name       = "SIEMENS"
Model_Name        = "DP/PA"
Revision          = "V1.6"
Ident_Number      = 0x8052
Protocol_Ident    = 0
Station_Type      = 0
Hardware_Release  = "V2.2"
Software_Release  = "V3.5"
9.6_supp          = 1
19.2_supp         = 1
45.45_supp        = 1
93.75_supp        = 1
187.5_supp        = 1
*****
```

Ejemplo de archivo de datos maestros de dispositivo

Archivo de datos maestro de dispositivo GSD

El GSD es un archivo de textos ASCII que describe las características de comunicación generales y específicas de un dispositivo PROFIBUS con ayuda de palabras clave obligatorias y opcionales. Números de identificación de fabricante y perfil incrementan la seguridad de configuración y simplifican la intercambiabilidad de los dispositivos.

El archivo GSD describe todos los parámetros importantes para la comunicación cíclica.

Electronic Device Description EDD

Para las tareas típicas de comunicación acíclica, el EDD entregado por el fabricante del dispositivo en base al potente lenguaje descriptivo EDDL (Electronic Device Description Language) ofrece las informaciones necesarias. El EDD es aplicable tanto para dispositivos simples como complejos. Estas tareas son, entre otras:

- ingeniería
- puesta en marcha
- diagnóstico
- observación de valores medidos
- gestión de activos
- documentación

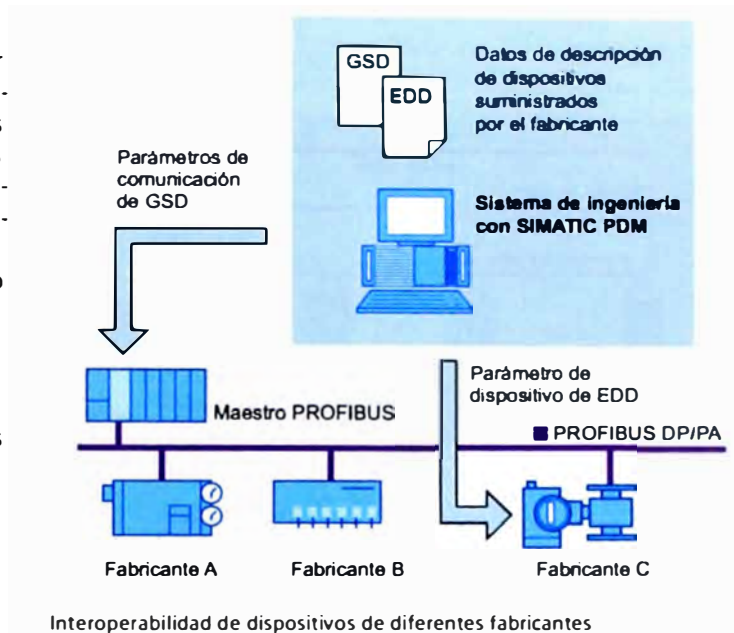
Asociado al potente Process Device Manager SIMATIC PDM unifica la interfaz de usuario y la guía interactiva. Su creación es muy cómoda y no requiere conocimientos especiales. Para crear un nuevo EDD es posible recurrir a EDDs existentes, descripciones de perfiles y librerías de textos.

Interoperabilidad e intercambiabilidad

Interoperabilidad

La interoperabilidad de PROFIBUS permite al usuario conectar a un controlador dispositivos de campo de diferentes fabricantes y operarlos de forma coexistente. La base para ello son las descripciones de dispositivos GSD y EDD. Al configurar el bus utilizando el sistema de ingeniería los parámetros de comunicación para el maestro PROFIBUS se generan en base al archivo GSD. Dichos parámetros determinan las propiedades y el repertorio funcional de la comunicación cíclica entre maestro y esclavo.

En base al EDD entregado por el fabricante del dispositivo es posible, con ayuda de una herramienta de ingeniería adecuada como SIMATIC PDM, definir los parámetros específicos del dispositivo para la comunicación acíclica, p. ej. para las funciones de parametrización, diagnóstico y observación de valores medidos.

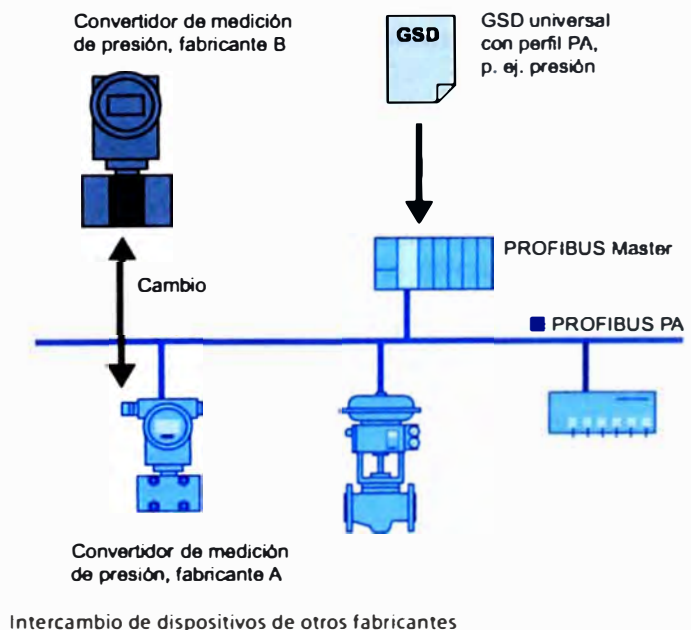


Intercambiabilidad

El maestro PROFIBUS reconoce el fabricante y el perfil PA de los dispositivos conectados a PROFIBUS así como su número de identificación GSD. El "perfil PA" no propietario permite reemplazar dispositivos PROFIBUS pertenecientes a una familia de perfil simplemente por dispositivos comparables de otros fabricantes.

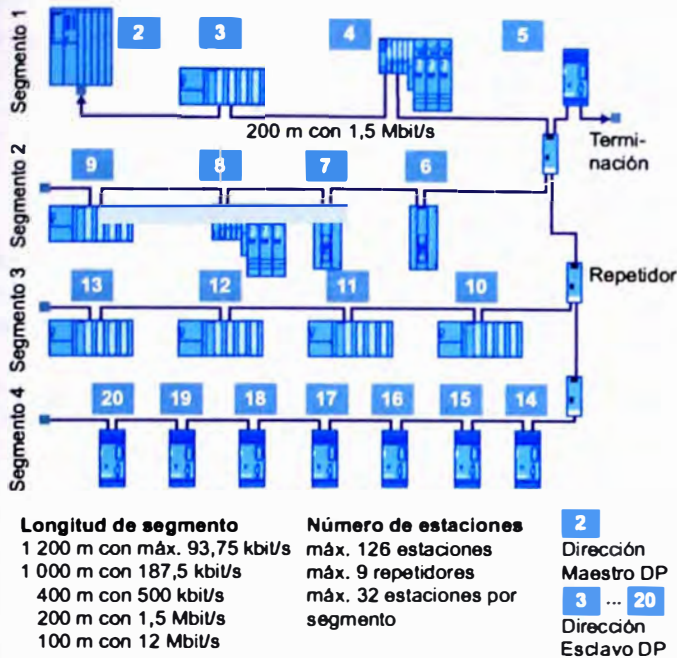
Tales perfiles PA universales están disponibles p. ej. para

- dispositivos contadores
- dispositivos para medir presiones, caudales o niveles
- posicionadores
- analizadores
- dispositivos de E/S digitales
- dispositivos multivariable



Arquitectura de bus

Arquitectura PROFIBUS DP



Red RS 485 eléctrica con topología en línea/árbol

Red RS 485 eléctrica

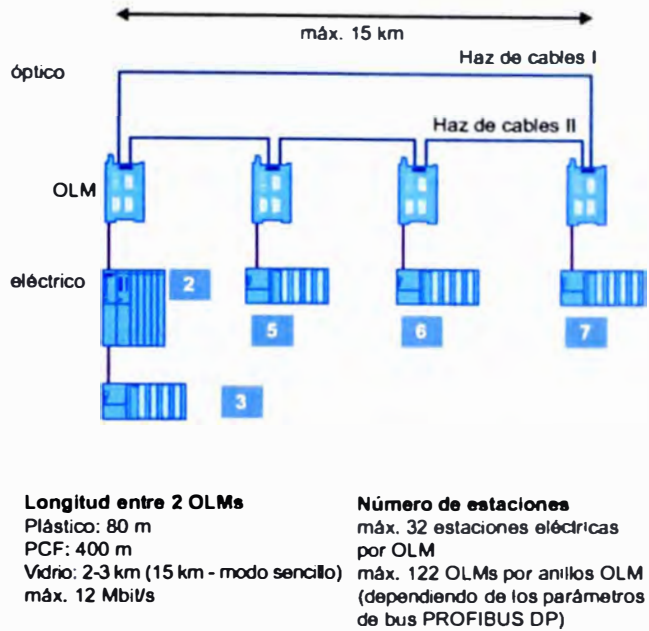
La simple y económica tecnología de transmisión a 2 hilos RS 485 es muy idónea para redes con topología en línea/árbol y altas velocidades de transmisión. La extensión de la red es en general menor que la de la variante óptica pero permite alcanzar también distancias entre 1 km (a 12 Mbits/s) y 10 km (a 187,5 kbits/s) si se aplican técnicas de segmentación y refresco de señales con hasta 9 repetidores.

En lugar de los repetidores estándar es posible aplicar también repetidores de diagnóstico que no sólo regeneran las señales, sino también se encargan de monitorizar online el segmento de bus conectado.

Un segmento puede tener hasta 32 nodos (maestros/esclavos), la red entera hasta 126. En los puntos inicial y final de cada segmento es necesario instalar un cierre activo de línea, elemento que o bien está ya instalado en el dispositivo (p. ej. repetidor) o está disponible en calidad de componente activo RS 485.

En el ejemplo de configuración (fig. arriba), las diferentes estaciones de bus tienen asignadas posibles direcciones de estación.

Los repetidores simples, si bien son estaciones eléctricas de PROFIBUS, no reciben dirección ya que no ejercen funciones de comunicación.



Ejemplo de configuración de un anillo óptico combinado con una red eléctrica

Anillo óptico

Es cierto que los cables de bus ópticos son más caros que las redes RS 485 eléctricas, pero también son resistentes a las averías electromagnéticas y, con fibras ópticas de vidrio, permiten salvar distancias de hasta > 15 km con una velocidad de transmisión de 12 Mbits/s.

Además de redes puramente ópticas, en la práctica han demostrado su eficacia las redes híbridas con componentes eléctricos y ópticos y que aúnan las ventajas de ambas tecnologías de transmisión.

La topología en anillo de la red óptica es tolerante a fallos y permite evitar la avería de la comunicación si se daña o corta el cable en un punto. Los segmentos de bus eléctrico se integran en el anillo óptico utilizando Optical Link Module (OLM). En un anillo óptico es posible integrar hasta 122 OLMs; en este caso la separación máx. entre dos OLMs está limitada a 15 km. A un OLM es posible conectar hasta 32 estaciones eléctricas.

En el ejemplo de configuración las diferentes estaciones del bus tienen asignadas posibles direcciones de estación. Si bien dentro del segmento respectivo los OLMs están considerados estaciones eléctricas, sin embargo carecen de dirección de estación en PROFIBUS.

Arquitectura PROFIBUS PA

Configuración de bus con acoplador DP/PA o DP/PA Link

Para la perfecta transición entre las redes PROFIBUS DP y PROFIBUS PA, la gama SIMATIC ofrece los dos componentes siguientes:

- acoplador DP/PA para reducidas capacidades funcionales (volumen de datos) y requisitos temporales restringidos
- DP/PA Link para grandes números de estaciones y elevados requisitos exigidos al tiempo de ciclo

Ambos se conectan con 24 V DC y pueden instalarse en entornos de trabajo hasta la zona Ex 2. Se pueden montar sobre un perfil S7-300

Acoplador DP/PA

El acoplador DP/PA es a la vez parte integrante del DP/PA Link. Está disponible en dos variantes:

- acopladores DP/PA Ex [i] (intensidad de salida máx. de 110 mA) para implementar redes PROFIBUS PA con topología en línea y en árbol en entornos hasta la zona Ex 1, no para arquitecturas de redundancia
- acopladores DP/PA FDC 157-0 (intensidad de salida máx. de 1 000 mA) para implementar redes PROFIBUS PA con topología en línea, en árbol y en anillo en entornos hasta la zona Ex 2; aplicables para las arquitecturas redundantes "en anillo" y "redundancia de acoplador"

Al funcionar como transición entre redes independiente, el acoplador DP/PA limita la velocidad de transmisión en el PROFIBUS DP a 45,45 kbits/s. Si bien es una estación eléctrica, es transparente en lo relativo a la comunicación entre el maestro y el PROFIBUS PA. El maestro PROFIBUS direcciona directamente las estaciones conectadas a PROFIBUS PA.

Los acopladores FDC DP/PA 157-0 proyectados como esclavo de diagnóstico PROFIBUS, envían a través de PROFIBUS amplias informaciones de diagnóstico y de estado para la localización y la eliminación rápida de errores. Para este modo de operación necesita en cada caso una dirección PROFIBUS propia.

DP/PA Link

El DP/PA Link es un equipo modular en el diseño de S7-300, compuesto por:

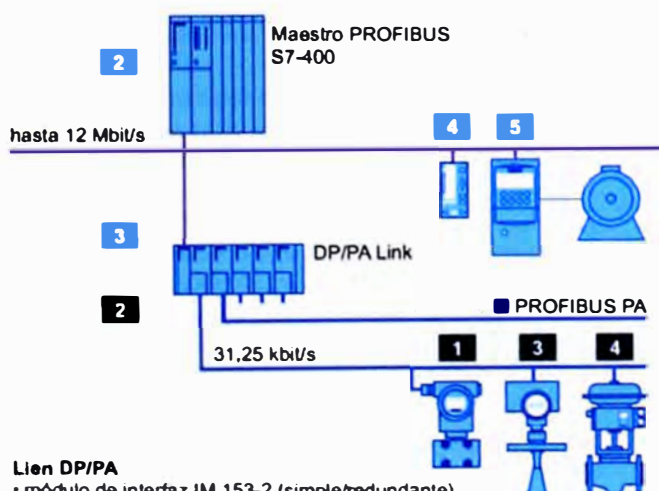
- un módulo de interfaz PROFIBUS DP IM 153-2 High Feature (opcionalmente redundante)
- hasta 5 acopladores DP/PA (Ex[i] o FDC 157-0)

Si se utilizan elementos de bus activos en calidad de bus de fondo es posible "Desenchufar y enchufar" módulos durante la marcha así como el diseño redundante del módulo de interfaz PROFIBUS DP.

Para la alimentación con 24 V DC se pueden aplicar fuentes de alimentación PS 307 o PS 305, dependiendo de la configuración una única o dos redundantes.

El DP/PA Link conecta el PROFIBUS DP y el PROFIBUS PA y desacopla las velocidades de transmisión. De este modo, en el PROFIBUS DP se puede alcanzar una velocidad de transmisión de hasta 12 Mbit/s.

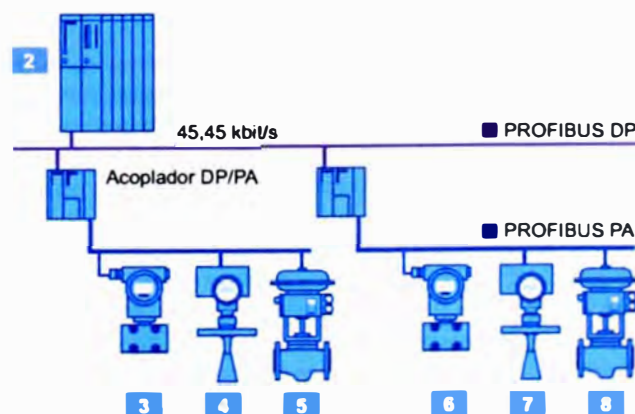
Solución de alta velocidad con DP/PA Link



Lien DP/PA

- módulo de interfaz IM 153-2 (simple/redundante)
- acoplador DP/PA (máx. 5 por IM 153-2)
- esclavo en maestro PROFIBUS DP y PROFIBUS PA
- máx. 64 dispositivos PA (244 bytes de datos de E/S)

Solución de bajo coste con direccionamiento directo

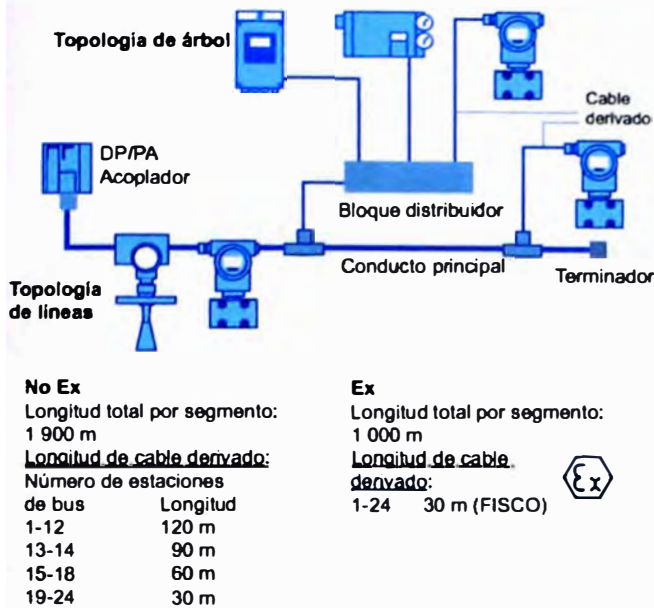


Acoplador DP/PA

- transparente para comunicación
- versión Ex 13,5 V / 110 mA
- versión no Ex 31 V / 1000 mA

Ejemplos de configuración con DP/PA Link y acoplador DP/PA

Arquitectura PROFIBUS PA



Topologías PROFIBUS PA: línea y árbol

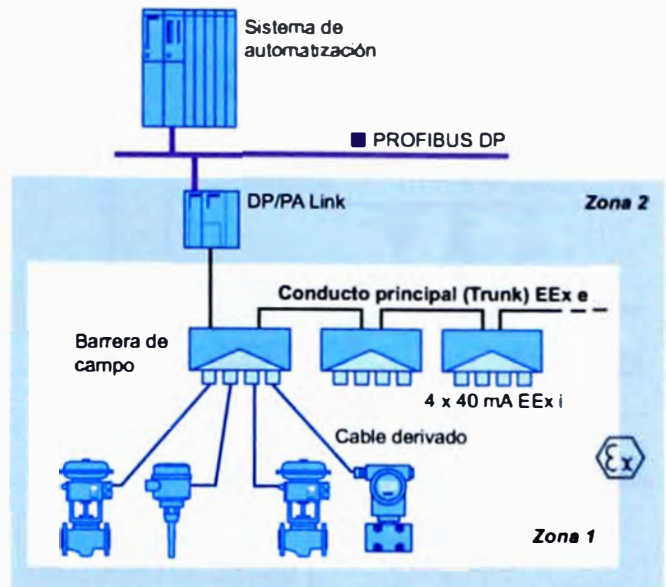
El DP/PA Link opera como esclavo en PROFIBUS DP y como maestro en PROFIBUS PA. Visto desde el controlador superior, el DP/PA Link es un esclavo modular cuyos módulos constituyen los dispositivos conectados a PROFIBUS PA. Estos se direccionan indirectamente a través de DP/PA Link, que sólo requiere una dirección de estación.

En cuanto a la velocidad y número de dispositivos PA por maestro PROFIBUS (controlador) esta solución ofrece ventajas considerables en comparación con un acoplador DP/PA. Así, el maestro PROFIBUS puede escrutar de una pasada todos los dispositivos conectados al DP/PA Link. La velocidad en PROFIBUS DP no es afectada por el PROFIBUS PA subordinado lo que permite operar sin mermas de rendimiento en la misma línea no sólo dispositivos PA sino también dispositivos DP.

Con 123 DP/PA Links por cada maestro PROFIBUS, y 64 dispositivos PA por cada Link, la recopilación de datos permite operar hasta 7 872 dispositivos PA asociados a un único maestro PROFIBUS DP.

En un DP/PA Link, además de líneas PROFIBUS PA con acoplador individual, se puede conectar un anillo PROFIBUS PA o una línea PROFIBUS PA con redundancia de acoplador.

Arquitectura de bus



Ejemplo de arquitectura PROFIBUS con barrera de campo

Topologías

El PROFIBUS PA puede instalarse con topología en árbol, en línea o en anillo.

Arquitectura con barrera de campo

Mediante separación galvánica de PROFIBUS PA con y sin seguridad intrínseca, las barreras de campo de diferentes fabricantes permiten el funcionamiento de dispositivos con seguridad intrínseca en el acoplador DP/PA sin seguridad intrínseca en el DP/PA Link. Esto permite operar con intensidades de alimentación elevadas en el segmento de bus de campo. De ello se derivan ventajas como

- se pueden configurar más estaciones de bus de campo por segmento de bus de campo
- se pueden aplicar alimentaciones de corriente/transiciones entre las redes más económicas
- son posibles tramos de bus más largos

La barrera de campo representada como ejemplo en la figura se puede montar en las zonas Ex 1, 2, 21 ó 22. Ofrece 4 derivaciones de seguridad intrínseca (EEx i) y resistentes a cortocircuito, cada una con 40 mA y aptas para conectar cables derivados con una longitud máxima de 120 m. La limitación de la corriente de cortocircuito en la salida evita averías en otras salidas.

Arquitectura PROFIBUS PA para disponibilidad y seguridad elevadas



Componentes para arquitectura en anillo PROFIBUS PA

Arquitectura lineal con acoplador individual

Cada línea PROFIBUS PA se conecta respectivamente con un acoplador DP/PA Ex [i] (línea PA hasta la zona Ex 1) o FDC 157-0 (línea PA hasta la zona Ex 2) de una transición entre las redes DP/PA. Esta transición entre las redes se puede utilizar en un PROFIBUS DP simple o redundante.

Arquitectura lineal con redundancia de acoplador

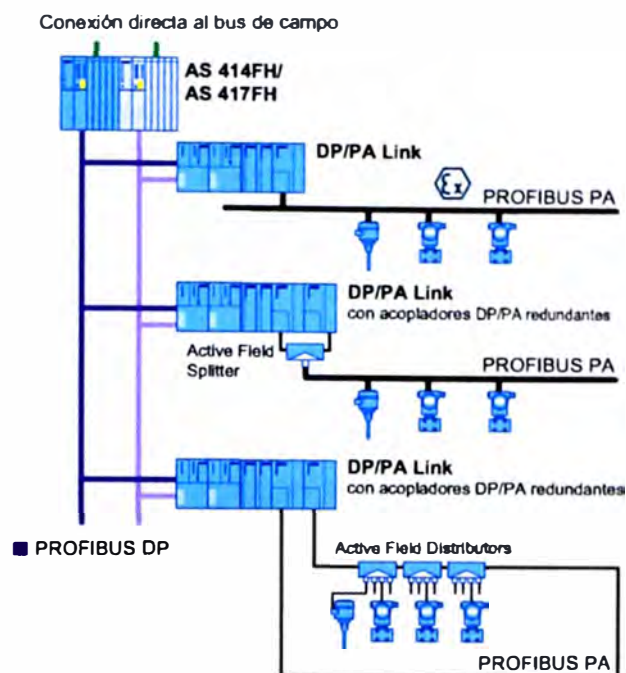
El distribuidor de campo activo AFS (Active Field Splitter) conecta una línea PROFIBUS PA con dos acopladores DP/PA FDC 157-0 de una transición entre redes DP/PA, que se puede utilizar en un PROFIBUS DP simple o redundante. El AFS cambia la línea PROFIBUS PA respectivamente al acoplador redundante activo de los dos.

Arquitectura en anillo

Los distribuidores de campo activo AFD (Active Field Distributors) integran dispositivos de campo PROFIBUS PA a través de 4 conexiones de cables derivados resistentes a cortocircuito en un anillo PROFIBUS PA con resistencia de cierre de bus automática. El anillo PROFIBUS PA se conecta a dos acopladores DP/PA FDC 157-0 de una transmisión entre redes DP/PA, que se puede utilizar en un PROFIBUS DP simple o redundante.

Por cada anillo se pueden configurar hasta 8 AFDs y hasta 31 dispositivos PROFIBUS PA.

Un AFD se puede sustituir durante el funcionamiento. De este modo, el funcionamiento de los dispositivos PROFIBUS PA en los otros AFDs no se ve afectado.



Arquitecturas PROFIBUS PA para una disponibilidad elevada

Comparación de ventajas especiales de la arquitectura en anillo:

- disponibilidad máxima
- gestión de redundancia transparente para el sistema superpuesto de los acopladores DP/PA inteligentes
- los terminadores de bus para la resistencia de cierre de bus automática en los acopladores DP/PA y los AFDs ofrecen las siguientes ventajas:
 - aislamiento automático sin choques de segmentos parciales en caso de cortocircuito o rotura de cable
 - modificación de la configuración en anillo y de los instrumentos durante el funcionamiento; añadir o retirar segmentos del anillo
- aplicaciones de seguridad y tolerantes a fallos con gastos reducidos de dispositivos y en cableado

Arquitectura PROFIBUS PA, ejemplos de cálculo

Datos técnicos

Acoplador DP/PA

Tensión en la salida del acoplador

- versión para zona Ex 13,5 V
- versión para zona no Ex 31 V

Corriente máx. en la salida del acoplador

- versión para zona Ex 110 mA
- versión para zona no Ex 1 000 mA

Dispositivo PROFIBUS PA

- Tensión de suministro mín. 9 V
- Consumo de corriente típico aprox. 12 mA

Cable de PROFIBUS PA

- Resistencia del cable aprox. 44 Ω/km

El número de dispositivos operables en un segmento PROFIBUS PA está determinado por el consumo correspondiente y la resistencia del cable.

Dependiendo de la corriente y de la tensión en la salida del acoplador DP/PA, se pueden determinar de forma sencilla el número máximo de dispositivos y la máxima extensión de la red, aplicando la ley óhmica.

Número de dispositivos

Número máx. de dispositivos PA por segmento =

- acoplador DP/PA para la zona Ex (110 mA / 12 mA):
- acoplador DP/PA para la zona no Ex (1 000 mA / 12 mA):

corriente en la salida del acoplador [mA]

consumo de corriente típico por dispositivo PA [mA]

- 9 dispositivos
- 83 dispositivos, limitados por la norma PROFIBUS a: 31 dispositivos

Longitud del cable referida al número máx. de dispositivos PA por segmento

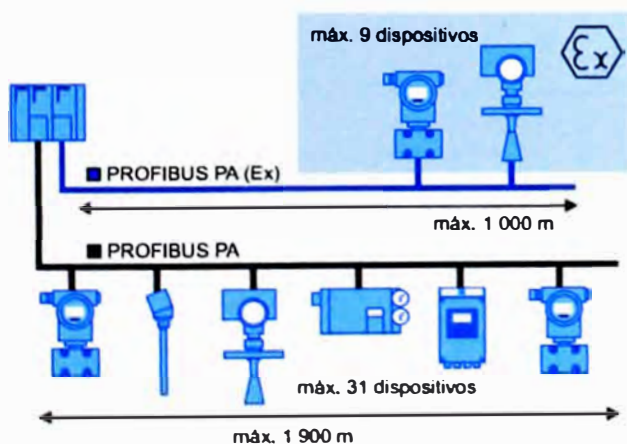
Longitud del cable por segmento [km] =
$$\frac{\text{tensión en la salida del acoplador [V]} - \text{tensión de suministro mín. del dispositivo PA [V]}}{\Sigma \text{ Consumo de corriente de los dispositivos PA [A]} \cdot \text{Resistencia del cable [Ω/km]}}$$

- Ejemplos:
- acoplador DP/PA para zona Ex $(13,5 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (0,11 \text{ A} \cdot 44 \text{ Ω/km})$ aprox. 0,92 km
 - acoplador DP/PA para zona no Ex $(31 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (500 \text{ mA} \cdot 44 \text{ Ω/km})$ aprox. 1,00 km
 - $(31 \text{ V} - 9 \text{ V}) / (1\,000 \text{ mA} \cdot 44 \text{ Ω/km})$ aprox. 0,50 km

Las cargas más reducidas permiten longitudes de cables mayores.

Dependiendo del número de dispositivos PA y de su consumo de corriente real, la norma PROFIBUS permite las siguientes longitudes máximas:

- acoplador DP/PA para zona Ex: 1,0 km
- acoplador DP/PA para zona no Ex: 1,9 km



Extensiones máximas por segmento de bus

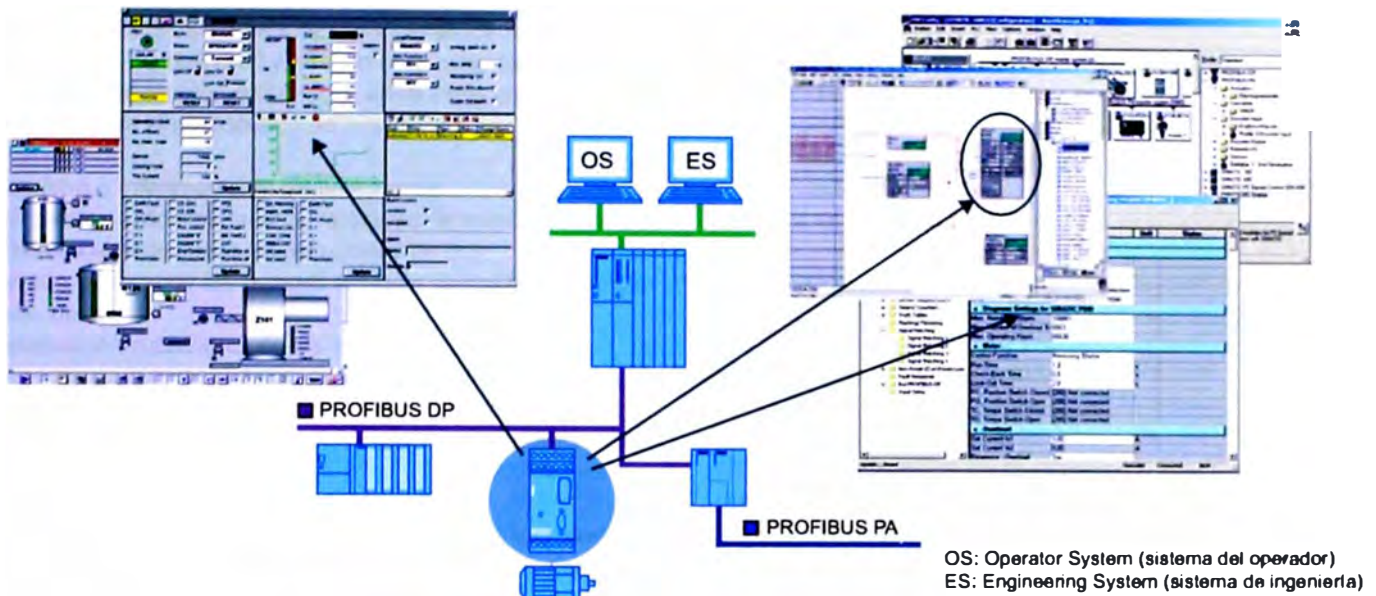
Datos técnicos

	PROFIBUS DP			PROFIBUS PA
	RS 485	RS 485-IS	Fibra óptica	MBP
Transmisión de datos				
Velocidad de transmisión	9,6 kbits/s... 12 Mbits/s	9,6 kbits/s... 1,5 Mbits/s	9,6 kbits/s... 12 Mbits/s	31,25 kbits/s
Cable	bifilar blindado	bifilar blindado	plástico y multimodo y modo sencillo con fibra de vidrio	bifilar blindado
Modo de protección		EX(ib)		EX(ia/ib)
Topología	línea, árbol	línea	anillo, estrella, línea	línea, árbol, anillo
Estaciones por segmento	32	32 ¹⁾	–	32
Estaciones por red (con repetidor)	126	126	126	–
Longitud del cable por segmento en función de la velocidad de transmisión	1 200 m con máx. 93,75 kbits/s 1 000 m con 187,5 kbits/s 400 m con 500 kbits/s 200 m con 1,5 Mbits/s 100 m con 12 Mbits/s	1 000 m con 187,5 kbits/s ¹⁾ 400 m con 500 kbits/s ¹⁾ 200 m con 1,5 Mbits/s ¹⁾	máx. 80 m (plástico) 2-3 km (multimodo con fibra de vidrio) >15 km con 12 Mbits/s (modo sencillo con fibra de vidrio)	1 900 m: estándar 1 900 m: EX(ib) 1 000 m: EX(ia)
Repetidor para el refresco de señales en redes RS 485	máx. 9	máx. 9 ¹⁾	no relevante	no relevante

¹⁾ según norma de instalación 2.262 para PROFIBUS

Configuración y diagnóstico

Configuración



Posibilidades de configuración y de diagnóstico

Configuración con HWConfig y SIMATIC PDM

En caso de utilización en un proyecto SIMATIC PCS 7, se parametrizan dispositivos de campo y componentes periféricos descentralizados con la herramienta de configuración HW Config para la comunicación con el maestro PROFIBUS (controlador). Si no se encuentran integrados en el catálogo de hardware suministrado, se podrán añadir posteriormente al entorno de configuración mediante la importación de su archivo GSD. El archivo GSD se suministra por el fabricante, p. ej. a través de PROFIBUS International en Internet (www.profibus.com).

Para la implementación de la lógica de automatización, un elemento funcional prefabricado que representa la función del dispositivo, se interconecta con otros elementos en la herramienta de configuración Continuous Function Chart (CFC). Generalmente, este elemento dispone también de un bloque gráfico (faceplate) para el manejo del dispositivo de campo a través del sistema del operador.

Para la configuración avanzada y el diagnóstico online se utiliza el Process Device Manager SIMATIC PDM. SIMATIC PDM es la herramienta de configuración con la mayor gama de dispositivos, con más de 1.200 dispositivos de Siemens y más de 100 fabricantes en todo el mundo. Los dispositivos no compatibles hasta el momento se pueden integrar fácilmente a través de la importación de su descripción del dispositivo (EDD).

Diferentes posibilidades de diagnóstico

PROFIBUS ofrece posibilidades variadas de diagnóstico que se pueden asignar a las siguientes categorías:

- diagnóstico de comunicación y del cable de la red PROFIBUS, especialmente para la detección de errores de cableado
- información de diagnóstico del dispositivo de campo inteligente para el mantenimiento o la eliminación de errores

Diagnóstico

Diagnóstico de comunicación y del cable

Para el diagnóstico de la comunicación y del cable se encuentran disponibles numerosas herramientas de software de diferentes fabricantes. Éstas se pueden conectar directamente con la red PROFIBUS a través de una interfaz de PC/ordenador portátil (p. ej. Amprolyzer) y ofrecen al encargado de la puesta en marcha o al técnico de servicio, entre otras cosas, amplias funciones para el diagnóstico de bus.

- registro e interpretación de telegramas
- detección automática de la velocidad de transmisión
- lista de vida de todas las estaciones de bus
- visión general de los estados actuales de todas las estaciones de bus
- evaluación estadística de los eventos de bus

El repetidor de diagnóstico ofrecido para la conexión de segmentos en técnica RS 485 combina dos funciones en un dispositivo:

- conexión y ampliación de las redes eléctricas incl. regeneración de señales y separación de potencial de los segmentos
- supervisión de errores online de los cables de bus eléctricos de segmentos conectados

El mensaje de diagnóstico transmitido en caso de avería por el repetidor de diagnóstico al maestro PROFIBUS contiene

- causa de la avería
 - interrupción del cable
 - cortocircuito
 - ausencia de resistencia de cierre
 - estaciones excesivas o demasiado alejadas, etc.
- datos detallados sobre la ubicación del error

Los acopladores FDC DP/PA 157-0 proyectados como esclavo de diagnóstico PROFIBUS, envían a través de PROFIBUS amplias informaciones de diagnóstico y de estado para la localización y la eliminación rápida de errores:

- datos I&M (Identification & Maintenance)
- valor de corriente y de tensión en el conducto principal
- estado de redundancia
- rotura de cable
- cortocircuito
- nivel de señal

Aquí cada uno de estos acopladores DP/PA FDC 157-0 requiere una dirección PROFIBUS propia.

Diagnóstico de los dispositivos de campo inteligentes

El mecanismo de diagnóstico normalizado del PROFIBUS permite detectar y eliminar rápidamente las averías de los dispositivos conectados al bus.

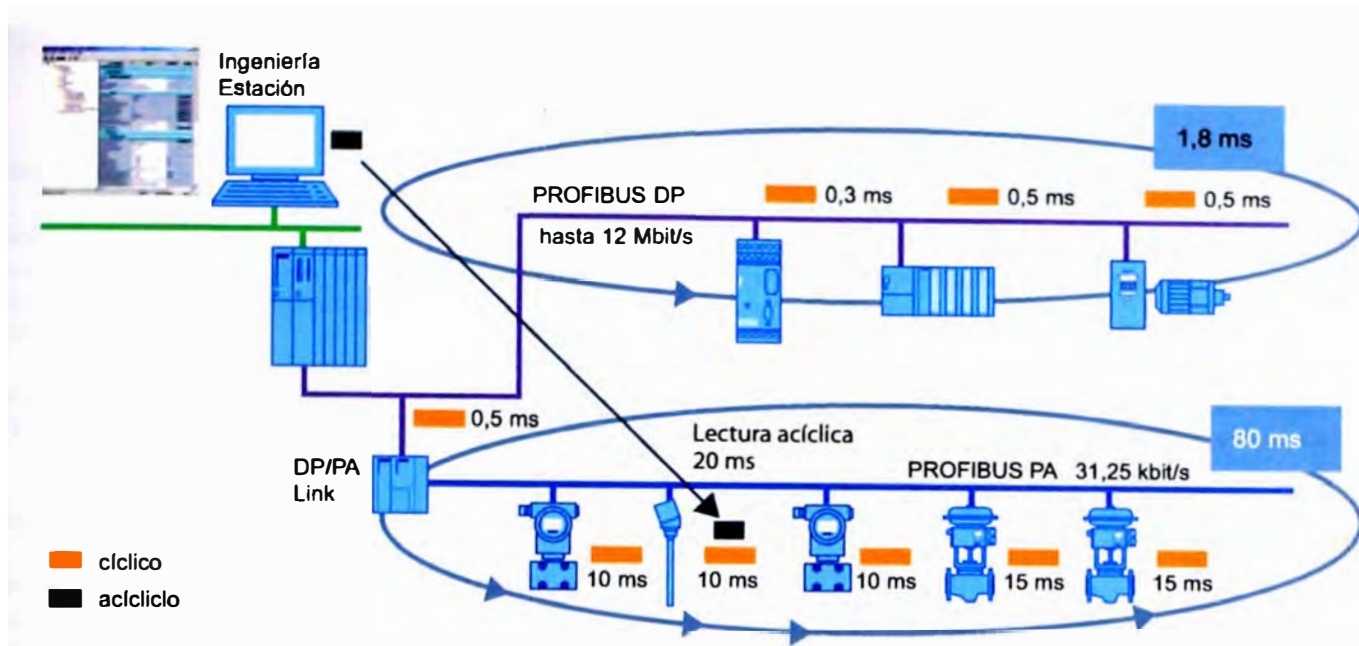
Los mensajes de diagnóstico de los dispositivos de campo también se pueden utilizar para el mantenimiento preventivo, es decir, para la aplicación a tiempo de medidas de mantenimiento preventivas para irregularidades detectadas con bastante tiempo de antelación al fallo de un dispositivo. Si en el dispositivo de campo se produce un error o si es necesaria la realización del mantenimiento, p. ej. por incrustación de un sensor capacitivo de nivel, se transmitirá una información de diagnóstico y se enviará un mensaje a la estación del operador y a la estación de mantenimiento para la gestión de activos SIMATIC PCS 7.

La información de diagnóstico ampliada que informa detalladamente sobre los dispositivos en el PROFIBUS se pueden suministrar vía EDD del fabricante a través de SIMATIC PDM. Aquí se incluyen entre otros datos

- fecha de fabricación
- contador de horas de servicio
- datos del fabricante

Para no cargar innecesariamente el intercambio cíclico de datos de los dispositivos, esta información se controla mediante mecanismos cíclicos y se distribuye automáticamente a diferentes ciclos de bus en caso de cantidades mayores de datos.

Tiempos de ciclo PROFIBUS y su cálculo



Ejemplo práctico para tiempos de ciclo con PROFIBUS PA

Tiempos de ciclo con PROFIBUS y tiempos de reacción de los dispositivos

Especialmente en caso de regulaciones sensibles resulta importante el registro rápido de valores medidos. Para garantizar de forma permanente el procesamiento de valores medidos con la secuencia temporal correcta (lectura, procesamiento, entrega), el ciclo de PROFIBUS deberá ser el doble de rápido que el ciclo de ejecución del controlador. En la visualización de ciclos para tareas técnicas de control de proceso, generalmente se puede prescindir del PROFIBUS DP en plantas con capa física DP y PA, debido a la elevada velocidad de transmisión, de forma que el ciclo de ejecución queda determinado principalmente por el PROFIBUS PA.

El ciclo del PROFIBUS PA resulta del número de dispositivos subordinados a un DP/PA Link y de los tiempos específicos de los dispositivos para la transmisión de datos cíclicos del dispositivo. Adicionalmente, en un ciclo se reserva un intervalo para la comunicación acíclica. Véanse a la derecha las fórmulas y los ejemplos para el cálculo de tiempos de ciclo PROFIBUS.

En el ejemplo práctico (véase la figura arriba) el tiempo completo de ciclo del PROFIBUS PA es de 80 ms. Dependiendo de los requisitos del proceso, el ciclo de ejecución del controlador se puede ajustar en consecuencia a un mínimo de 160 ms. En el ejemplo, de forma adicional a la comunicación cíclica, se reservan 20 ms para la transmisión de datos de parametrización y de diagnóstico del maestro. La transmisión de una variable, p. ej. presión o temperatura, es de 10 ms, y cada variable adicional requiere más o menos 1 ó 2 ms.

Tiempo de ciclo PROFIBUS DP (DPt):

$$DPt = NbDP \cdot [OvPB + BitDP \cdot (NbE + NbA)] / BdsDP$$

p. ej. para 30 esclavos DP:

$$DPt = 14,2 \text{ ms}$$

$$= 30 \cdot [317 \text{ bits} + 11 \text{ bits/bytes} \cdot (244 \text{ bytes} + 244 \text{ bytes})] / 12 \text{ Mbits/s}$$

Tiempo de ciclo PROFIBUS PA (PAt):

$$PAt = NbPA \cdot [OvPB + BitPA \cdot NbByte] / BdsPA$$

p. ej. para 1 esclavo PA:

$$PAt = 11,4 \text{ ms}$$

$$= 1 \cdot [317 \text{ bits} + 8 \text{ bits/bytes} \cdot 5 \text{ bytes}] / 31,25 \text{ kbits/s}$$

Cálculo de los tiempos de ciclo PROFIBUS

	PROFIBUS DP	PROFIBUS PA
Nº de esclavos	NbDP	NbPA
Telegrama Over-head de PROFIBUS	OvPB = 317 bits	OvPB = 317 bits
Formato de datos	BitDP = 11 bits/bytes	BitPA = 8 bits/bytes
Nº de bytes		
típico	-	NbByte = 5 bytes
Entrada	NbE = máx. 244 bytes	-
Salida	NbA = máx. 244 bytes	-
Velocidad de transmisión	BdsDP = 12 Mbits/s	BdsPA = 31,25 kbits/s

Ejemplos de aplicación

Norsk Hydro Energy – Plataforma de petróleo y de gas, Noruega

Requisitos

Norsk Hydro Energy explota la mayor plataforma para la extracción de petróleo y de gas del Mar del Norte. La tarea planteada era modernizar esta plataforma durante el funcionamiento.

El objetivo consistía en adaptar paso a paso una planta TELEPERM M existente a SIMATIC PCS 7.

Solución

Norsk Hydro Energy automatiza su plataforma de petróleo con el sistema de control del proceso SIMATIC PCS 7. La comunicación se realiza mediante PROFIBUS. La estructura proyectada de la planta es homogénea hasta el nivel de campo. En el PROFIBUS también se utiliza la periferia de entrada / salida de seguridad, además de la periferia estándar descentralizada. Mediante su estructura de perfil, PROFIBUS satisface todos los requisitos para el campo de aplicación descrito.

Ventajas

La modernización completa de la planta se realizó con la planta en funcionamiento. No fue necesario interrumpir los procesos de extracción.

A través del PROFIBUS se conectaron numerosos puntos de medición. Debido a que la periferia SIMATIC S5 existente se pudo seguir utilizando, Norsk Hydro Energy obtuvo un elevado grado de seguridad para sus inversiones.



Fuente de imágenes: Terje Knudsen for Norsk Hydro

Cervecería Bitburger, Alemania



Requisitos

En Bitburger se producen diariamente aprox. 200 000 botellas de cerveza de diferentes tipos. La empresa Bitburger Brauerei Th. Simon GmbH apuesta ya desde 1992 por soluciones de automatización con PROFIBUS.

Para la modernización de una planta se debe utilizar el PROFIBUS PA, que ya demostró su eficiencia por primera vez en el año 1997 con la automatización de la bodega de fermentación y maduración.

Solución

La planta se automatiza con SIMATIC. La comunicación entre estos controladores y la periferia del proceso se realiza mediante PROFIBUS. Los dispositivos de campo inteligentes se conectan mediante PROFIBUS PA.

Ventajas

El PROFIBUS resultó ser excelentemente adecuado para el proyecto debido a sus posibilidades de creación de sistemas Multimaster. Para asegurar inversiones ya efectuadas, se consiguió interconectar correctamente los componentes existentes de la planta con los nuevos componentes de la instalación. El acoplamiento y el desacoplamiento de dispositivos PROFIBUS PA se pudo efectuar sin influencia de otras estaciones de comunicación.

Gracias a la utilización del PROFIBUS, los gastos se pudieron reducir en más del 50%, en comparación con la tecnología convencional. La comunicación homogénea de campo vía PROFIBUS también ofrece a Bitburger otras ventajas. Además de la elevada precisión de valores medidos y del mantenimiento de datos aplicado a toda la planta, dichas ventajas son el diagnóstico, el mantenimiento y la conservación más eficientes.

Periferia del proceso Siemens para PROFIBUS

Dispositivos periféricos descentralizados

		Descripción del dispositivo	Funciones
Dispositivos periféricos descentralizados			
	● ● ET 200M	<p>Sistema periférico de E/S modular remoto con módulos de alto número de canales; grado de protección IP20</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ velocidades de transmisión en el PROFIBUS de hasta 12Mbits/s ■ posibilidad de módulo PROFIBUS redundante ■ instalable en la zona Ex 2 ó 22, actuadores y sensores conectados también en la zona Ex 1 ó 21 	<p>Módulos periféricos en diseño S7-300 (hasta 12 por estación):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ módulos de señal DI, DO, DI/DO, AI y AO (versión simple, diagnosticable, configuración redundante y versión Ex) ■ módulos funcionales (reguladores, contadores) ■ módulos HART (AI, AO; también en versión Ex) ■ módulos F para aplicaciones de seguridad: F-DI, F-DO y F-AI <p>Soporta cambios online:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ añadir estación ■ añadir módulos periféricos ■ parametrizar
	● ● ET 200iSP	<p>Sistema periférico de E/S modular remoto de seguridad intrínseca con "cableado independiente"; grado de protección IP30</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ velocidades de transmisión en el PROFIBUS de hasta 1,5 Mbits/s ■ posibilidad de módulo PROFIBUS redundante ■ instalable directamente en zonas Ex 1, 2, 21 ó 22, sensores/actuadores conectados también en la zona Ex 0 <p>Sustitución de módulos individuales durante el funcionamiento sin producción de chispas</p>	<p>Módulos electrónicos (hasta 32 por estación):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ DI NAMUR y DO ■ AI para la medición de temperatura con termorresistencia / termopar ■ AO ■ AI HART (para transmisores bifilares y de 4 hilos) y AO HART <p>Soporta cambios online:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ añadir estación ■ ampliar estación con módulo ■ reparametrizar módulos
	● ● ET 200S	<p>Sistema periférico remoto de E/S muy compacto y modular al bit con "cableado independiente"; grado de protección IP20</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ velocidades de transmisión en el PROFIBUS de hasta 12Mbits/s ■ instalable en la zona Ex 2 ó 22 	<p>Módulos electrónicos (hasta 63 por estación) y arrancadores de motor de hasta 7,5 kW:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ módulos de señal DI, DO, AI y AO ■ arrancadores de motor ■ convertidores de frecuencia integrados de hasta 4 kW ■ módulos F-DI, F-DO y arrancadores de motor F para aplicaciones de seguridad <p>Soporta cambios online</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ añadir estación
	● ● ET 200pro	<p>Sistema periférico de E/S modular remoto pequeño con "cableado independiente" a través de módulos de conexión; grado de protección IP65/IP66/IP67</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ velocidades de transmisión en el PROFIBUS de hasta 12Mbits/s 	<p>Módulos electrónicos (hasta 16 por estación)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ módulos de señal DI, DO, AI y AO ■ módulos F para aplicaciones de seguridad: F-DI y F-DI/DO ■ arrancadores de motor ■ convertidores de frecuencia de hasta 1,1 kW

Abre iatura para columnas 2-5:






PA: onectable a PROFIBUS PA

DP: or ectable a PROFIBUS DP

PDM: parametrizable con SIMATIC PDM

safe . con perfil PROFIsafe


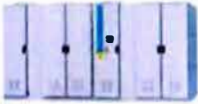

Accionamientos

	PA DP PDM safety		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Gestión de motores				
	● ●	Dispositivos de gestión de motores y de mando SIMOCODE pro integrable en SIMATIC PCS 7 con librería de módulos	<p>Sistema de gestión modular de motores para motores de baja tensión que funcionan con velocidad constante</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de potencia 0,1 a 700 kW ■ tensiones de hasta 690 V AC ■ intensidades en motor hasta 820 A <p>Funcionalidad ampliable mediante módulos de expansión.</p>	<p>Para aplicaciones donde deban moverse, transportarse, bombearse o comprimirse sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, p. ej. para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bombas y ventiladores ■ compresores ■ extrusoras y mezcladoras ■ molinos
Convertidores de frecuencia				
	●	MICROMASTER 4 integrable en SIMATIC PCS 7 con librería de módulos	<p>Convertidor de frecuencia estándar con alta respuesta dinámica para motores AC y motores reductores de velocidad variable</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de potencia 0,12 a 250 kW ■ tensiones de 200 a 600 V 	<p>De aplicación universal, especialmente para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ operar bombas y ventiladores ■ sistemas de transporte y mantenimiento
	●	SIMOVERT MASTER-DRIVES VC y MC	<p>Convertidores de frecuencia modulares para motores AC con alta precisión de variación de velocidad (accionamientos individuales y multimotor)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ accionamientos trifásicos con vector de control para procesos continuos ■ servoaccionamientos para máquinas cíclicas y de alta dinámica ■ rango de potencia 0,55 a 2 300 kW ■ tensiones de hasta 690 V 	<p>Aplicable para soluciones de accionamiento de alta eficiencia en todos los sectores, también en entornos rudos, p. ej. para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ acerías y trenes de laminación ■ industria del papel ■ industria de plásticos ■ transformación de madera y textiles ■ sistemas de transporte y mantenimiento
	●	SIMOREG DC Master	<p>Convertidores de alta respuesta dinámica para motores de corriente continua</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de potencia 6,3 a 2 000 kW ■ tensiones de 400 a 830 V ■ tiempo de corrección de intensidad o par < 10 ms ■ soluciones de accionamiento redundantes hasta 18 000 A 	<p>Tanto para aplicaciones estándar como para aplicaciones de alto rendimiento, especialmente para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ industria del papel y de artes gráficas ■ industria de caucho y plásticos ■ accionamiento de mecanismos de elevación ■ industria siderúrgica (accionamientos de cizallas) ■ accionamientos de trenes de laminación
	● ●	SINAMICS G120/G120D	<p>Convertidores de frecuencia modulares para motores AC y motores reductores de velocidad variable</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de potencia 0,37 a 132 kW ■ rango de tensión de 380 a 690 V ■ vector de control ■ funciones con seguridad integrada ■ retroalimentación guiada por red ■ G120D en IP65 hasta 7,5 kW 	<p>Aplicación universal en muchos sectores, p. ej. construcción de máquinas, industria automovilística y textil.</p> <p>Especialmente indicado para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bombas y ventiladores ■ sistemas de transporte y mantenimiento ■ embaladoras

Accionamientos

		PA DP PDM safety		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Convertidores de frecuencia					
	●		SINAMICS G130/G150	<p>Convertidor para accionamientos de velocidad variable con gran potencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ manejo sencillo ■ poco ruidoso y compacto ■ como armario de distribución estándar o módulo empotrado ■ rango de potencia 75 a 1 500 kW 	<p>Para aplicaciones universales en las que deban moverse, transportarse, bombearse o comprimirse sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, es decir, para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bombas y ventiladores ■ extrusoras, mezcladoras, compresores ■ molinos
	●		SINAMICS S120	<p>Sistema de accionamiento modular para tareas de accionamiento exigentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ aplicaciones en ejes simples y múltiples ■ con capacidad de retroalimentación en caso necesario ■ versión refrigerada por líquido para atmósferas agresivas ■ rango de potencia 0,12 a 4 500 kW 	<p>Aplicaciones en ejes múltiples con alta respuesta dinámica como</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ trenes de laminación ■ máquinas papeleras ■ bancos de ensayos <p>Sistemas refrigerados por líquido: lugares de aplicación con aire ambiente agresivo o salino, como la industria de procesos o embarcaciones</p>
	●		SINAMICS S150	<p>Convertidor de armario para accionamientos exigentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ retroalimentación de red estándar, funcionamiento 4Q ■ resistente frente a oscilaciones de la tensión de red ■ prácticamente libre de efecto retroactivo de red ■ rango de potencia 75 a 1 200 kW 	<p>Adecuado para aplicaciones como</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bancos de ensayos ■ elevadores, grúas ■ guillotinas y cizalladoras transversales ■ cintas transportadoras ■ prensas ■ tornos de cable ■ máquinas centrifugadoras
	●		DYNAVERT T	<p>Convertidor específico para los sectores de la química y la petroquímica</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ desconexión con resistencia PTC para motores Ex de las zonas 1 y 2 ■ con certificación ATEX para motores Ex de las zonas 1 y 2 ■ rango de potencia 4 a 3 800 kW 	<p>Solución para tareas de accionamiento en los sectores de</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ química ■ petroquímica ■ petróleo y gas
	●		ROBICON Perfect Harmony	<p>Comprobador compacto para convertidor de tensión media</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ máxima disponibilidad mediante un diseño de células redundantes ■ favorable para la red y el motor, oscilaciones superiores mínimas ■ rango de potencia de 150 kW hasta por encima de 100 MW 	<p>Adecuado para bombas, ventiladores, compresores, extrusoras, amasadoras, mezcladoras, molinos, vibradoras, sistemas de cinta, propulsores, prensas</p>







Accionamientos

		PA DP PDM safety		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Convertidores de frecuencia					
	●		SINAMICS GM150	<p>Convertidor para accionamientos con rango de tensión medio</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ armario compacto que ahorra espacio ■ manejo sencillo ■ funciones de mantenimiento ■ rango de potencia 600 kW a 27 MW 	Adecuado para bombas, ventiladores, compresores, extrusoras, amasadoras, mezcladoras, molinos, vibradoras, sistemas de cinta, propulsores, prensas
	●		SINAMICS SM150	<p>La solución para tareas de accionamiento exigentes dentro de la gama de tensión media</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ * accionamientos individuales y multimotor ■ retroalimentación de red estándar, funcionamiento 4Q ■ posibilidad de cambiar cables entre ejes de accionamiento con función a generador y a motor ■ rango de potencia de 5 a 30 MW 	<p>Ámbito principal de aplicación para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ accionamientos de trenes de laminación ■ jaulas de extracción ■ sistemas de cinta ■ accionamientos de bancos de ensayo
	●		SINAMICS GL150	<p>El accionamiento para máquinas sincrónicas de máximo rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ especial para máquinas sincrónicas de hasta más 100 MW ■ diseño compacto ■ extremadamente seguro para el funcionamiento y casi libre de mantenimiento 	<p>Apto para</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ compresores ■ bombas ■ extrusoras ■ máquinas soplantes para altos hornos ■ propulsores ■ molinos

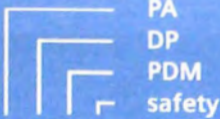







Instrumentos de medida

		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Caudal			
	● ● ●	SITRANS F C MASSFLO MASS 6000 Caudalímetros de aplicación universal tipo Coriolis Medición independiente de los cambios de las condiciones del proceso y parámetros como temperatura, densidad, presión, viscosidad, conductividad y perfil de flujo	Caudalímetros de masa para la medición de líquidos y gases de todo tipo Campos de aplicación principales: <ul style="list-style-type: none"> ■ agua y aguas residuales ■ industria química y farmacéutica ■ industria del petróleo y el gas ■ industria alimenticia y de bebidas
	● ● ●	SITRANS F M MAGFLO MAG 6000 Caudalímetros de aplicación universal de tipo magnético-inductivo	Para casi todos los líquidos, sedimentos, pastas y lodos Campos de aplicación principales: <ul style="list-style-type: none"> ■ agua y aguas residuales ■ industria química y farmacéutica ■ industria alimenticia y de bebidas ■ industria siderúrgica
	● ●	SITRANS FM Transmag 2 Caudalímetros de aplicación universal de tipo magnético-inductivo con campo alterno cíclico	Gracias a la elevada fuerza del campo magnético especialmente adecuado para medios con alto contenido proporción de sólidos, p. ej. <ul style="list-style-type: none"> ■ masas de papel y celulosa con concentraciones del > 3% ■ lodos de la industria minera (alta concentración / con partículas magnéticas)
	● ●	SIFLOW FC070 Transmisores de caudal Coriolis para mediciones de multiparámetros precisas de caudal de masa, caudal volumétrico, densidad, temperatura y caudal de fraccionamiento <ul style="list-style-type: none"> ■ módulo S7-300 para el funcionamiento en ET 200M ■ integración directa en SIMATIC S7/PCS 7 ■ funcionalidad "Plug-and-Play" basada en SENSORPROM 	Aplicación universal para la medición de caudal de líquidos y gases con precisión elevada Campos de aplicación principales: <ul style="list-style-type: none"> ■ industria alimenticia y de bebidas ■ industria química y farmacéutica ■ industria del petróleo y el gas ■ agua y aguas residuales
Presión			
	● ● ●	SITRANS P DS III Convertidores digitales de medición de presión de alta precisión con amplias funciones de diagnóstico y de simulación Rango de medida de 1 mbar (DS III) y 8 mbares (P300) hasta 400 bares	Medición de <ul style="list-style-type: none"> ■ presión relativa, presión absoluta y nivel (P300), así como aditivo ■ presión diferencial y caudal (DS III) En caso de gases, vapores y líquidos corrosivos y no corrosivos, incluso bajo cargas químicas y mecánicas extremas o intensas influencias electromagnéticas
	● ●	SITRANS P300 La serie P300 cumple los requisitos constructivos especiales de la industria alimenticia y farmacéutica, así como la biotécnica	También para zonas con peligro de explosión 1 o 21

Instrumentos de medida

		PA DP PDM safety	Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Temperatura				
	● ●	SITRANS TH400 PA	<p>Transmisores digitales con diferentes posibilidades de diagnóstico y de simulación</p> <p>Registro de señales de</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ termorresistencias ■ sensores tipo resistencia ■ termopares ■ sensores tipo tensión 	<p>Transmisores de temperatura para la aplicación en todos los sectores</p> <p>Aptos para montaje en cabezal tipo B</p> <p>También para zonas con peligro de explosión 1 o 21</p> <p>Adecuados para mediciones redundantes</p>
Radar de nivel				
	● ●	SITRANS LR 200	<p>Radar de impulsos bifilar (corriente de bucle) para la medición de nivel económica</p>	<p>Medición de nivel sin contacto para líquidos en depósitos de almacenamiento o simples recipientes de proceso con rudas del entorno, especialmente en la industria química y farmacéutica</p>
	● ●	SITRANS LR 250	<p>Radar de impulsos bifilar para la medición de nivel y de volumen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de medida de hasta 20 m ■ LUI (Local User Interface), compuesto de <ul style="list-style-type: none"> – pantalla gráfica – programador manual 	<p>Supervisión continua de líquidos y lodos en recipientes de almacenamiento con temperaturas y presiones elevadas</p> <p>Ideal para recipientes pequeños y medios con baja constante dieléctrica</p>
	● ●	SITRANS LR 300	<p>Radar de impulsos eficiente para la medición de nivel sin contacto de líquidos y lodos bajo condiciones del proceso extremas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rango de medida de hasta 20 m 	<p>Para líquidos y lodos en depósitos de almacenamiento, recipientes de proceso, reactores o torres de fermentación, incluso en procesos o entornos con condiciones extremas</p> <p>Campos de aplicación principales: industria química, petroquímica y farmacéutica</p>
	● ●	SITRANS LR 400	<p>Potente radar de nivel FMCW para amplios rangos de medida y condiciones del proceso extremas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ para la medición de líquidos bajo condiciones difíciles ■ rango de medida de hasta 50 m ■ sistema de limpieza opcional 	<p>Medición de nivel sin contacto de líquidos y granulados, especialmente en caso de ambientes muy polvorientos y líquidos con baja constante dieléctrica</p> <p>Campos de aplicación principales: producción y procesamiento de productos en condiciones con ambientes muy polvorientos, p. ej. cemento, carbón, harina</p>
	● ●	SITRANS LR 460	<p>Potente radar de nivel FMCW para amplios rangos de medida y condiciones del proceso extremas en dos versiones separadas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ para la medición de nivel de líquidos ■ especialmente adecuado para la aplicación con granulados ■ rango de medida de hasta 100 m ■ sistema de limpieza opcional 	<p>Medición de nivel sin contacto de líquidos</p> <p>Campos de aplicación principales: depósitos de almacenamiento elevados con líquidos, recipientes de proceso con mecanismos agitadores, líquidos humeantes, temperaturas elevadas, medios con baja constante dieléctrica.</p>

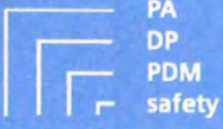
Instrumentos de medida

		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Nivel capacitivo			
	● ●	Pointek CLS 200/300 Detectores de punto de nivel capacitivo con Inverse Frequency Shift Technologie (tecnología de cambio de frecuencia inversa) para la aplicación en entornos ruidosos, p. ej. con presiones y temperaturas relativamente elevadas	Medición de nivel (nivel límite) para <ul style="list-style-type: none"> ■ líquidos e interfaces ■ sólidos de granulación fina (polvo, granulados) ■ lodos y espumas ■ sustancias pegajosas (CLS 300) ■ control simple de bombas (CLS 200)
	● ●	SITRANS LC 300 Medidores de nivel capacitivos económicos de alta precisión	Para líquidos y granulados, incluso con condiciones de humedad, vapor, espuma, oscilaciones de temperatura y presión, así como sedimentos, especialmente en <ul style="list-style-type: none"> ■ industria química y farmacéutica ■ industria alimenticia y de bebidas
Nivel por ultrasonidos			
	● ●	SITRANS Probe LU Instrumentos de medida bifilar por ultrasonidos para la medición de nivel y de volumen de líquidos en depósitos de almacenamiento y recipientes de proceso simples, así como para la medición de caudal en acequias abiertas <ul style="list-style-type: none"> ■ medición continua hasta 12 m 	Medición sin contacto de nivel, volumen y caudal de líquidos, especialmente en la industria del agua y las aguas residuales, así como en el almacenamiento de sustancias líquidas en casi todos los sectores de la industria
	● ●	MultiRanger 100/200 Transmisor ultrasónico universal de uno o varios canales para rangos de medida cortos a medios <ul style="list-style-type: none"> ■ compatible con los sensores Echomax químicamente resistentes para temperaturas hasta 145 °C 	Medición sin contacto de nivel, volumen y caudal, así como control avanzado de bombas para líquidos, lodos y granulados en casi todos los sectores de la industria
	● ●	HydroRanger 200 Transmisor ultrasónico para hasta seis bombas, que permite el control de nivel, la medición diferencial y la medición de caudal en acequias abiertas.	Para la supervisión de agua y aguas residuales de cualquier consistencia hasta una profundidad de 15 m Campos de aplicación principales: supervisión de pozos de bombas, presas y canales, así como control de rejillas
	●	SITRANS LU 01/02/10 Transmisor ultrasónico para la medición de nivel de líquidos y granulados en un área máx. de 60 m <ul style="list-style-type: none"> ■ distancia al sensor de hasta 365 m ■ compatible con sensores Echomax 	Medición sin contacto de nivel, pérdida por fuga, distancia, volumen o valor medio diferencial, especialmente en el almacenamiento de líquidos, granulados o sus mezclas en recipientes de diferentes formas, tamaños y configuración
	●	SITRANS LUC 500 Sistema completo para la supervisión y el control de agua / aguas residuales con medición de nivel por ultrasonidos hasta 15 m y medición eficaz de caudal en acequias / canales abiertos	Supervisión y control de agua en plantas abastecedoras de agua y de sistemas colectores de aguas residuales

Reguladores de proceso y posicionadores, supervisión del proceso, sistemas de pesaje y dosificación

		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación
Reguladores de proceso			
	● ●	SI PART DR 19/21 Regulador compacto estándar con salida continua y discontinua	Gran cantidad de funciones preprogramadas para la regulación de procesos; su aplicación no requiere conocimientos de programación ni medios auxiliares
Posicionadores			
	● ●	SI PART PS2 Posicionador electroneumático <ul style="list-style-type: none"> ■ numerosas funciones de diagnóstico integradas informan sobre el estado de la válvula y del accionamiento ■ función de puesta en marcha automática con autoajuste para la adaptación rápida a la válvula respectiva 	Regulación de alta precisión de válvulas normales y de mariposa a través de actuadores lineales y de fracción de vuelta, también en entornos con peligro de explosión de la zona 1 ó 21
Supervisión del proceso			
	● ● ●	SITRANS DA400 Sensor acústico para la supervisión de bombas de émbolo de membrana	Supervisión continua, simultánea e independiente de fugas de hasta cuatro válvulas de extracción de una bomba, así como supervisión de señales estándar a través de cuatro entradas adicionales De este modo, el estado de una bomba volumétrica oscilante se puede observar en cada fase del funcionamiento en marcha.
Sistemas de pesaje y dosificación			
	●	SIWAREX M/U/FTA/FTC Los sistemas de pesaje SIWAREX se componen de <ul style="list-style-type: none"> ■ procesador de pesaje SIWAREX M, U, FTA o FTC (operable en ET 200M) ■ una o varias células de carga 	Aplicable en el proceso completo de fabricación: <ul style="list-style-type: none"> ■ básculas de recipiente, plataforma, básculas puente y de dosificación ■ puentes de pesaje ■ líneas de envasado ■ cintas transportadoras
	●	Milltronics BW 500 Potente transmisor para básculas de cinta y básculas dosificadoras de cinta	Aplicable para todas las básculas de cinta con hasta cuatro células de carga DMS Procesamiento de señales de peso y de velocidad para visualización precisa de la cantidad de transporte y total de granulados
	●	Milltronics SF 500 Potente transmisor para medidores de granulado	Adecuado para todos los medidores de granulado con hasta cuatro células de carga DMS o sensores LVDT Procesamiento de las señales de sensor para el cálculo preciso de rendimiento y totalización

Analizadores de gases

		Descripción del dispositivo	Campo de aplicación	
Analizadores de gases				
	● ● ●	CALOMAT 6	Determinación exacta de la composición y la concentración de gases de proceso utilizando un método de medida de la conductividad térmica	P. ej. para medir concentraciones de agua y gases nobles en gas de tragante y mezclas de dióxido de carbono
	● ● ●	ULTRAMAT 23	Analizador multicomponente NDIR económico para gran cantidad de aplicaciones estándar	P. ej. monitorización de gases de combustión, optimización de combustión, monitorización de aire ambiente; equipable con célula electroquímica adicional para la medición de oxígeno
	● ● ●	ULTRAMAT 6	Analizador para medir hasta cuatro componentes sensibles a infrarrojos	Aplicable en todas las áreas de la medición de emisores llegando a métodos de producción con presencia de gases altamente corrosivos
	● ● ●	OXYMAT 6	Analizador de oxígeno resistente a la corrosión para la aplicación en atmósferas rudas	Apto para medición de emisores, para asegurar la calidad de productos y para monitorizar procesos de producción, especialmente en instalaciones de seguridad
	● ● ●	ULTRAMAT/OXYMAT 6	Combinación ULTRAMAT/OXYMAT con <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 canal infrarrojo para medir hasta 2 componentes IR y ■ 1 canal para medir oxígeno 	
	● ● ●	OXYMAT 61	Analizador económico de oxígeno para aplicaciones estándar	
	● ● ●	FIDAMAT 6	Analizador de gases para la medición de hidrocarburos en gases puros y extrapuros <ul style="list-style-type: none"> ■ cuatro rangos de medida libremente parametrizables ■ sensibilidad muy reducida a gases transversales 	Apto para <ul style="list-style-type: none"> ■ medición de gas puro en O₂, CO₂, gases nobles y gases de muestra fríos (excepto helio e hidrógeno) ■ supervisión de la calidad ■ optimización del proceso ■ investigación y desarrollo

Información adicional

Encontrará información más detallada en los manuales SIMATIC Guide:
www.siemens.com/simatic-docu

Solicite documentación adicional sobre el tema SIMATIC en:
www.siemens.com/simatic/printmaterial

Documentación técnica detallada en nuestro portal de servicio y asistencia:
www.siemens.com/automation/support

Para consultas personales, podrá encontrar una persona de contacto cercana en:
www.siemens.com/automation/partner

Con A&D Mall podrá realizar pedidos directamente de forma electrónica vía Internet:
www.siemens.com/automation/mall

Controlador:
www.siemens.com/controller

Periferia descentralizada ET 200:
www.siemens.com/ET200

Accionamientos:
www.siemens.com/drives

Instrumentos de proceso:
www.siemens.com/processinstrumentation

Analítica de proceso:
www.siemens.com/processanalytics

Técnica de pesaje:
www.siemens.com/weighing-technology

Organización de usuarios PROFIBUS /PROFIBUS International:
www.profibus.com

Siemens AG
Industrial Sector
Industrial Automation Systems
Postfach 4848
903 17 NÜRNBERG
ALEMANIA

Reservado el derecho a realizar modificaciones
PDF: E86060-A4678-A171-A5-7800
Dispo 09508
B 0508 36 Es / 815221
Printed in Germany
© Siemens AG 2008

www.siemens.com/automation

Este folleto contiene descripciones o prestaciones que en el caso de aplicación concreta pueden no coincidir exactamente con lo descrito, o bien haber sido modificadas como consecuencia de un ulterior desarrollo del producto. Por ello, la presencia de las prestaciones deseadas sólo será vinculante si se ha estipulado expresamente al concluir el contrato. Reservada la posibilidad de suministro y modificaciones técnicas. Todas las denominaciones de productos pueden ser marcas y nombres de productos de la empresa Siemens AG o de otras empresas proveedoras, cuyo uso por terceros para sus fines particulares puede violar los derechos de los propietarios.

ANEXO B
BROCHURE: BENEFICIOS DEL PCS7



SIMATIC PCS 7 takes you beyond the limits.

SIMATIC PCS 7

Answers for industry.

SIEMENS



Your benefits

Performance

Scalability

Integration

Safety & Security

Innovation

Modernization

Global Network of Experts



The process control system SIMATIC PCS 7

In today's world, time is short when reacting to ever-changing global trends, very demanding market conditions, and the resulting economic consequences. Maximum flexibility is in great demand!

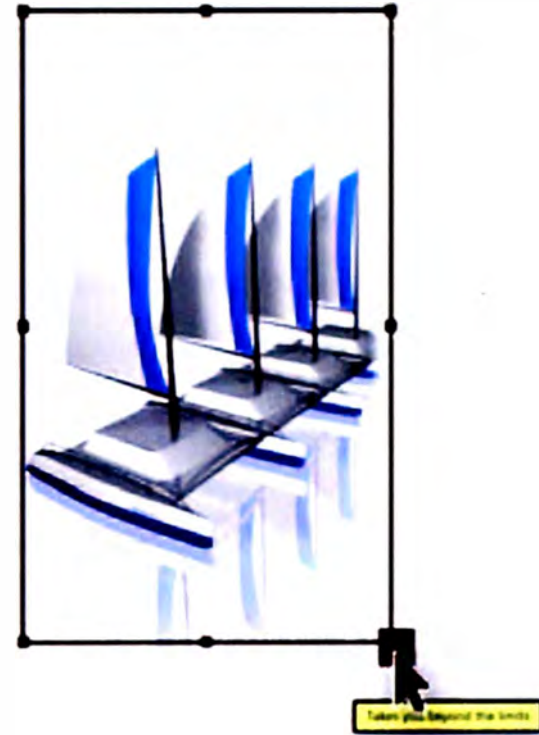
Reducing Total Cost of Ownership, increasing productivity, optimizing your production output and quality, meeting legislative requirements ... How can you be sure to meet the constantly increasing demands in your plant and its environment? With a process control system that can keep pace. This is the key to controlling your entire production.

The process control system plays a major role in meeting increased demands in your production facility and in achieving your business goals at the same time.

SIMATIC PCS 7 offers more than a conventional process control system: a scalable system architecture, high-performance engineering tools, additional features such as Alarm Management, Process Safety, Asset Management, a flexible modernization strategy of previously installed systems – all of these are unique advantages your business will benefit from.



Worried about winning the race?



Not if you have the system with the highest performance.

Performance

High-performance system components, redundancy on all levels, and engineering tools that are easy to use – this is how SIMATIC PCS 7 offers you more reliability and increased performance across your entire system and the entire life cycle of your plant.

What can better drive your system's performance than a highly redundant, fault-tolerant system that ensures maximum availability? SIMATIC PCS 7 engineering tools offer easy implementation of Advanced Process Control (APC), holistic Alarm Management, process simulation, and much more. With Flexible Modular Redundancy (FMR), you may flexibly define the level of redundancy and fine-tune it to fit your needs. This way you can run your plant at a higher degree of efficiency.

Your benefits with optimized asset performance

- Increased plant availability with Flexible Modular Redundancy at all levels and with no single point of system failure
- Help keep your capital equipment/plant assets operating at peak performance
- Increased productivity and faster reactions to change in conditions with powerful engineering tools, fast controllers, and fast networks
- Reduced Total Cost of Ownership and life cycle costs with reduced design, engineering, installation and commissioning
- Optimized productivity of key personnel such as operators, engineers, and maintenance
- Optimized processes with minimized product variability and consumption of raw materials



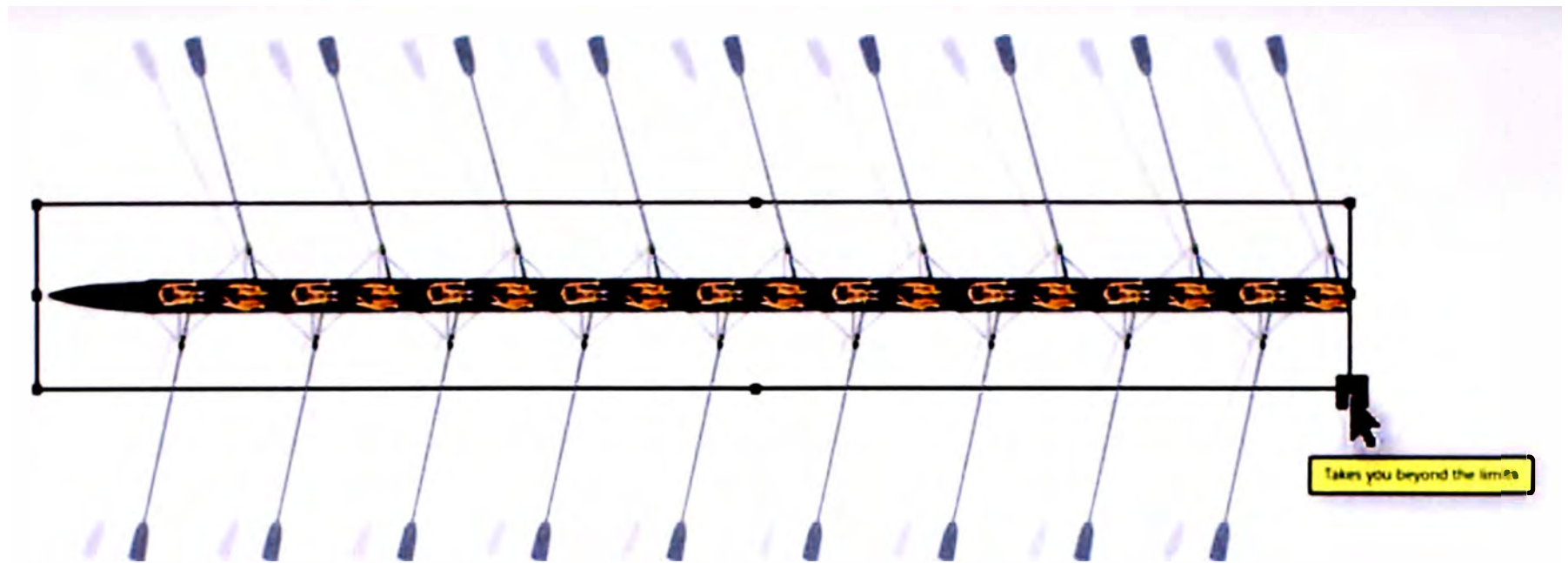
Always competing in the same class?

Scalability

An automation solution's scope and performance should always perfectly match your production requirements. You need maximum flexibility so your plant operator can react fast to constantly changing market demands. With its unique scalable architecture, SIMATIC PCS 7 can fit any plant size – from the lab to complete production plants.

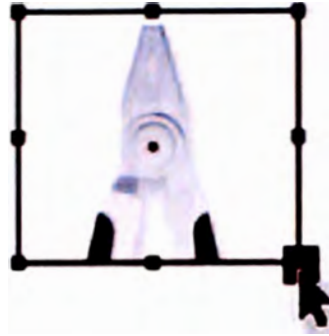
Your benefits with applications for all sizes

- System grows with the plant from pilot plant to full-scale facility
- Continuity with the same engineering tools and same "look and feel"
- Minimized risk by buying and using only what you need and when you need it
- No re-training and easy, fast, and cost-effective "scale-up"
- Reduced Total Cost of Ownership regarding hardware, engineering, training, and maintenance



Not if your system knows how to grow with you without losing your rhythm.





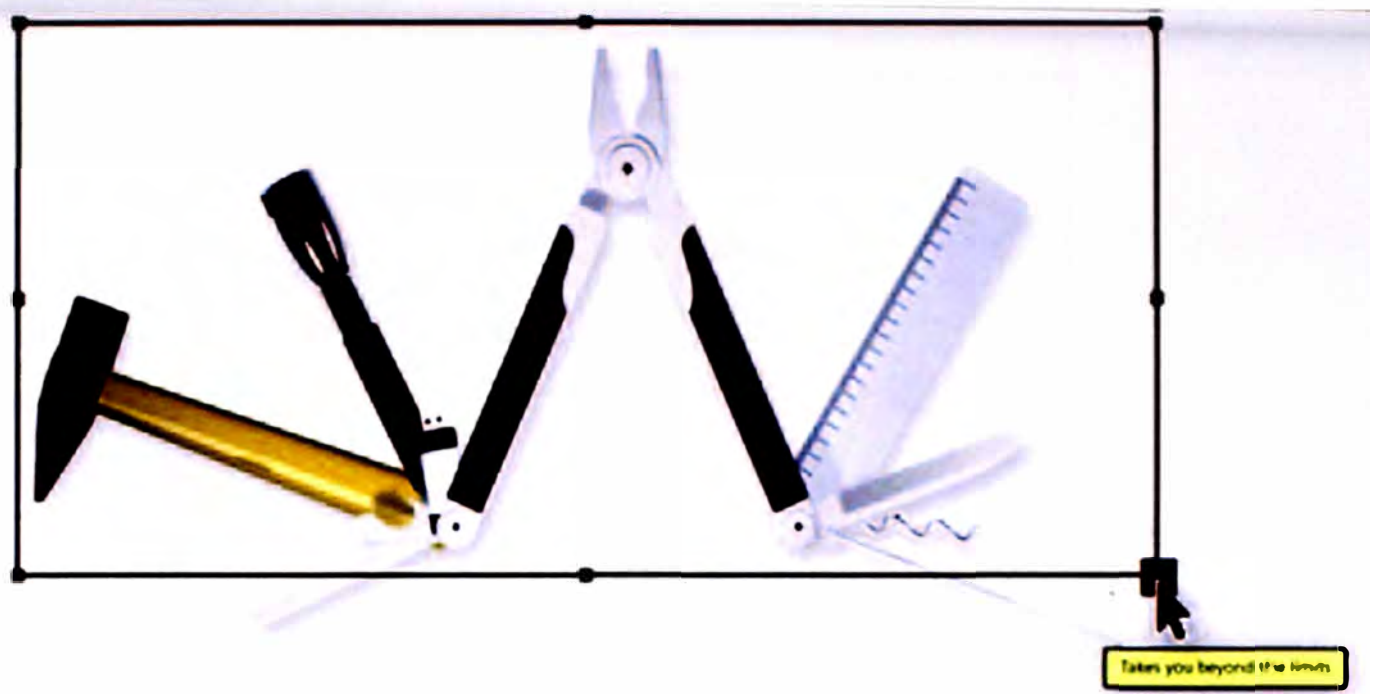
Feeling you don't have all the tools you need?

Integration

Integration is one of our innovative process control system's core strengths. With SIMATIC PCS 7, all automation processes may be integrated into a single system, optimizing all the processes in your enterprise over the entire life cycle of your plant, resulting in a lower Total Cost of Ownership.



Not if your system delivers all tools tightly integrated.



With SIMATIC PCS 7, we follow a consistent holistic integration approach. Your system can be optimally designed to your requirements, enabling fast and seamless integration of all system components – from integration of basic modules all the way to third-party systems. What does this mean for you? Access to all data, when and where you need it. This significantly reduces downtimes, increases your plant's efficiency, and reduces operational costs.

Your benefits with integrated concepts

- Access to all information; the right information in the right place, at the right time
- No automation islands with all plant areas visible
- Uniform visualization across your facility with a common view
- Everything works together with reduced operator training and increased employee utilization
- Reduced Total Cost of Ownership and life cycle costs by reduced design, engineering, installation and commissioning, and improved diagnostics

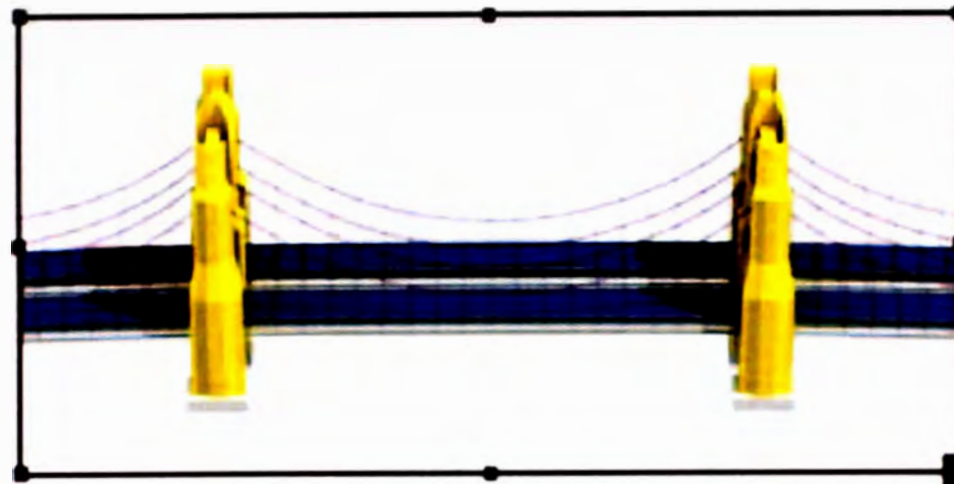
**Always worried
about the road ahead?**

Safety & Security

Hacker attacks, computer viruses, and data spying – these are the negative side effects of continuous globalization and worldwide networks. With SIMATIC PCS 7, its Safety Instrumented System, and the integrated IT security concept, possible accidents and intolerable risks are things of the past.

In the process industry, every fault or malfunction can have fatal consequences for humans, plants, or the environment. Therefore, they must be avoided. The SIMATIC PCS 7 safety concept is based on a holistic approach to ensure comprehensive plant safety. It not only comprises individual safety and security

functionalities such as data encryption or firewalls, but also a number of functions that seamlessly fit together. Entirely integrated safety functions of SIMATIC PCS 7 offer you peace of mind, leaving you to concentrate on what really matters – running your plant in a manner that will make you meet all demands in your industry.



Not if your system is designed to keep your future safe and secure.

Takes you beyond the limits

Your benefits for safe and secure environments

Safety

- Maximized risk reduction to avoid accidents for personnel, plant, and environment
- Fulfill regulations of safety life cycle

Security

- Bundling of key security measures to a deep hierarchy of security known as "defense in depth"
- Increased plant availability with defense-in-depth solutions, software virus protection, firewalls, virus scanning, and security settings



Grounded by
conventional wisdom?



Innovation

Siemens strategy is to foresee further market changes
and to meet them with technological innovations.



**SIMATIC PCS 7 takes you
beyond the limits.**

Innovation has always been one of the most important elements in our business strategy. It is part of our everyday job to develop new technologies, de-facto standards, and indispensable features for industrial automation markets. With SIMATIC PCS 7, we are following a holistic innovation strategy to help you reduce your costs, increase your profit, and reach your business goals. We want to enable you to take a leading position in your market field by setting decisive trends.

Your benefits for advantages in the marketplace

- State-of-the-art solutions with tomorrow's technology today
- Minimized risk and future-proof
- World's leading innovative automation supplier
- Internally developed core technology and standard-based design ensure your system is future-proof

Stuck in the past?



Modernization

With SIMATIC PCS 7, we give you good reasons to change your legacy DCS. Our stepwise, adaptable, and flexible modernization strategy not only works for Siemens' own control systems, but also for third-party systems.

When modernizing your plant we focus on the optimum utilization of existing components. Existing assets that still have an added value are integrated or reused while others are replaced or exchanged.

Timing plays an important role as well. Modernizing too early can call for unnecessary costs and expenses; modernizing too late can have negative effects on your productivity. With our modernization strategy, we will help you find exactly the right moment.

We always tailor the modernization process exactly to your needs – this is how unnecessary production downtimes and high operational costs can be avoided.

Not if your system knows how to move into the future.



Your benefits with step-by-step transition

- Proven solutions with optimized system changeover and step-by-step transition to newer, more productive technology
- Reduced risk with operator "buy-in" and only changing what you have to
- Experienced, reliable partners and dedicated migration support centers



Think you're all alone out there?



Not if your system is connected to a global network of experts.



Takes you beyond the limits

Global Network of Experts

Those who decide on SIMATIC PCS 7 and Siemens can rely on a dependable, worldwide partner with comprehensive know-how and many years of experience in process automation.

During our many years of experience in process automation, we have worked very hard to build up a network of partners and process experts, who are interconnected as closely as possible. The more granular the network, the shorter our response time – this is what we believe in. To implement our support and services we trust in our own system specialists or in authorized service partners. The cooperation with system integrators and partners plays a decisive role for success, especially in the process industries. Siemens has specifically developed a partner program that combines all the best from technology and application know-how with experience and comprehensive product and system knowledge.



Your benefits in over 190 countries

- Local connection to strong partners
- Global presence and local service
- Access to qualified resources for all industry sectors
- Quick response
- Complete support
- 24/7-round the clock helpline

SIMATIC PCS 7 and more ...

SIMATIC PCS 7 offers you so much more. As a key component in Totally Integrated Automation our innovative process control system is seamlessly integrated in the consistent automation of an enterprise's entire process chain – from order entry to delivery.



Totally Integrated Automation



With Totally Integrated Automation (TIA), Siemens is the only provider of a complete portfolio of products, systems, and solutions for all hierarchy levels of industrial automation – for all areas of process and discrete automation. TIA distinguishes itself by its unique continuity. This feature is integrated into all your products and systems. With a perfect interplay of all automation components, the complexity of the entire automation solution may be significantly decreased.

Reducing interfaces ensures highest transparency from the field level via the production level all the way to the corporate management level. The further development of our products and systems guarantees you a high level of investment security when modernizing your plant.

More information at: www.siemens.com/simatic-pcs7

Get more information

www.siemens.com/simatic-pcs7

Siemens AG
Industry Sector
Industry Automation
P.O. Box 48 48
90327 NUREMBERG
GERMANY

www.siemens.com/automation

Subject to change without prior notice 04/08
Order No.: E20001-A227-P280-X-7600
DISPO 06303
2100/9183 MK.AS.PS.XXXX.52.8.13 WS 04083.
Printed in Germany
© Siemens AG 2008

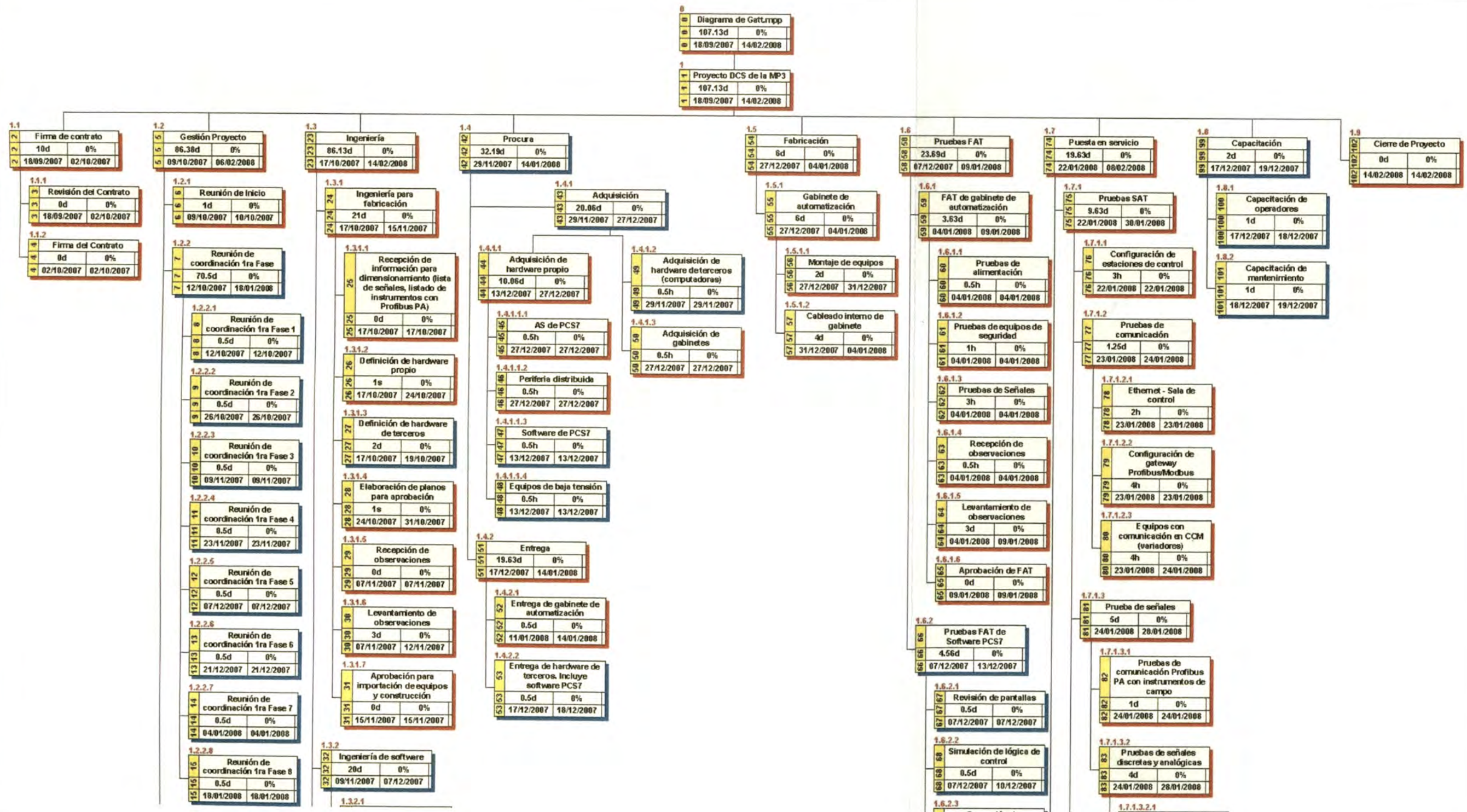
The information provided in this brochure contains merely general descriptions or characteristics of performance which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract.

All product designations may be trademarks or product names of Siemens AG or supplier companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners.

ANEXO C

**ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO (EDT) PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Diagrama de Gantt.mpp



15	18/01/2008	18/01/2008		
1.2.3				
16	16	16	Reunión de coordinación 2da Fase	
	18.19d	0%		
	22/01/2008	06/02/2008		
1.2.3.1				
17	17	17	Reunión de coordinación 2da Fase 1	
	3h	0%		
	22/01/2008	22/01/2008		
1.2.3.2				
18	18	18	Reunión de coordinación 2da Fase 2	
	3h	0%		
	25/01/2008	25/01/2008		
1.2.3.3				
19	19	19	Reunión de coordinación 2da Fase 3	
	3h	0%		
	28/01/2008	28/01/2008		
1.2.3.4				
20	20	20	Reunión de coordinación 2da Fase 4	
	3h	0%		
	31/01/2008	31/01/2008		
1.2.3.5				
21	21	21	Reunión de coordinación 2da Fase 5	
	3h	0%		
	03/02/2008	03/02/2008		
1.2.3.6				
22	22	22	Reunión de coordinación 2da Fase 6	
	3h	0%		
	06/02/2008	06/02/2008		
1.3.2.1				
33	33	33	Recepción de información de proceso (memoria descriptiva del proceso, P&IDs, diagramas de enclavamiento)	
	0d	0%		
	09/11/2007	09/11/2007		
1.3.2.2				
34	34	34	Revisión de información de proceso	
	1s	0%		
	09/11/2007	16/11/2007		
1.3.2.3				
35	35	35	Programa base PCS7	
	1s	0%		
	16/11/2007	23/11/2007		
1.3.2.4				
36	36	36	Programa Controlador	
	10d	0%		
	23/11/2007	07/12/2007		
1.3.2.5				
37	37	37	Programa Pantallas	
	10d	0%		
	23/11/2007	07/12/2007		
1.3.3				
38	38	38	Documentación	
	25.44d	0%		
	09/01/2008	14/02/2008		
1.3.3.1				
39	39	39	Elaboración de planos As Built	
	2d	0%		
	09/01/2008	11/01/2008		
1.3.3.2				
40	40	40	Elaboración de manual de operación	
	4d	0%		
	08/02/2008	14/02/2008		
1.3.3.3				
41	41	41	Elaboración de manual de mantenimiento	
	4d	0%		
	08/02/2008	14/02/2008		

69	69	69	Recepción de observaciones de pantallas	
	8.5h	0%		
	07/12/2007	07/12/2007		
1.6.2.4				
70	70	70	Recepción de observaciones de lógica	
	8.5h	0%		
	07/12/2007	07/12/2007		
1.6.2.5				
71	71	71	Levantamiento de observaciones de pantallas	
	2d	0%		
	07/12/2007	11/12/2007		
1.6.2.6				
72	72	72	Levantamiento de observaciones de lógica	
	4d	0%		
	07/12/2007	13/12/2007		
1.6.2.7				
73	73	73	Aprobación de FAT	
	0d	0%		
	13/12/2007	13/12/2007		
1.7.1.3.2.1				
84	84	84	Pulper	
	1d	0%		
	24/01/2008	25/01/2008		
1.7.1.3.2.2				
85	85	85	Depuración	
	1d	0%		
	25/01/2008	26/01/2008		
1.7.1.3.2.3				
86	86	86	Espesado	
	1d	0%		
	26/01/2008	27/01/2008		
1.7.1.3.2.4				
87	87	87	Dispersión	
	1d	0%		
	27/01/2008	28/01/2008		
1.7.1.4				
88	88	88	Recepción de observaciones	
	0h	0%		
	28/01/2008	28/01/2008		
1.7.1.5				
89	89	89	Levantamiento de observaciones	
	3d	0%		
	28/01/2008	30/01/2008		
1.7.1.6				
90	90	90	Aprobación de SAT	
	0d	0%		
	30/01/2008	30/01/2008		
1.7.2				
91	91	91	Pruebas de operación en vacío	
	5d	0%		
	30/01/2008	03/02/2008		
1.7.2.1				
92	92	92	Pulper	
	1d	0%		
	30/01/2008	31/01/2008		
1.7.2.2				
93	93	93	Depuración	
	1d	0%		
	31/01/2008	01/02/2008		
1.7.2.3				
94	94	94	Espesado	
	1d	0%		
	01/02/2008	02/02/2008		
1.7.2.4				
95	95	95	Dispersión	
	2d	0%		
	02/02/2008	03/02/2008		
1.7.3				
96	96	96	Puesta en marcha	
	2d	0%		
	04/02/2008	05/02/2008		
1.7.4				
97	97	97	Ajustes y sintonización	
	3d	0%		
	05/02/2008	08/02/2008		
1.7.5				
98	98	98	Aceptación Final	
	0d	0%		
	08/02/2008	08/02/2008		

WBS		Fields	
ID	ID	Name	
		Duration	% Complete
		Start	Finish

Critical Task

Critical Milestone

Critical Summary

Noncritical Task

Noncritical Milestone

Noncritical Summary

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rodrigo Álvarez, Federico Bidegara, Nicolás Ferrari, Manuel Vázquez; "Destintado de desechos de papel para la obtención de pulpa de alta calidad", Premio MERCOSUR-Uruguay, 2001.
- [2] James P. Casey, "Pulpa y Papel – Química y Tecnología Química", México, 1991.
- [3] Siemens; "Catalog ST PCS 7"; Alemania, 2009.
- [4] Josef Weigmann, Gerhard Kilian, "Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1", Alemania, 2003.
- [5] Ch. Diedrich, Th. Bangemann, "Profibus PA - Instrumentation Technology for the Process Industry", Alemania, 2007.
- [6] Raimond Pigan, Mark Metter, "Automating with PROFINET", Alemania, 2008
- [7] Project Management Institute, "Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos 3ra edición", Project Management Institute, Inc; Estados Unidos de Norte América, 2004.
- [8] Débora Dongo-Soria S; "Mercado mundial registra aumento constante del precio del papel"; Diario el Comercio-Perú; 23 de agosto de 2008.