

**MODELO DE INTEGRACIÓN DE PROCESOS BASADO EN EL CONCEPTO DE
INGENIERÍA CONCURRENTE, PARA UN CASO DE ESTUDIO**

ANEXOS



**CRISTIAN FERNANDO RIVAS JARAMILLO
MAURICIO JAVIER URRUTIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, NOVIEMBRE DEL 2008**

**MODELO DE INTEGRACIÓN DE PROCESOS BASADO EN EL CONCEPTO DE
INGENIERÍA CONCURRENTE, PARA UN CASO DE ESTUDIO**

ANEXOS



**CRISTIAN FERNANDO RIVAS JARAMILLO
MAURICIO JAVIER URRUTIA**

**Monografía presentada como requisito parcial para optar por el título de
Ingenieros en Automática Industrial**

**Director
MSC. ÁLVARO RENE RESTREPO GARCÉS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, NOVIEMBRE DEL 2008**

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
ANEXO A - TÉCNICAS EN CIM PROPUESTAS EN IC	5
ANEXO B - MÉTODOS DE DISEÑO	8
ANEXO C - CODIFICACIÓN NUMÉRICA PARA LAS FUNCIONES Y SUBFUNCIONES ISA S95	12
ANEXO D - IGRAFX	16
REFERENCIAS	18

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Diseño para la X- bilidad / design for X.....	9
Tabla 2. Codificación numérica para las funciones y subfunciones del modelo funcional ISA95.....	12

ANEXO A – TÉCNICAS EN CIM PROPUESTAS EN IC

- **Diseño Asistido por Computador (CAD):** representa el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador definir el producto que fabricar, una aplicación CAD permite hacer proyecciones bidimensionales del objeto y hacer el modelado geométrico (descripción analítica de la volumetría, contorno y dimensiones del objeto) [1].
- **Ingeniería Asistida por Computador (CAE):** engloba las aplicaciones informáticas que permiten analizar y simular el comportamiento del producto diseñado. La mayoría de ellas se presentan como módulos o extensiones de aplicaciones CAD, que incorporan análisis cinemático, simulación gráfica (prototipado virtual) del funcionamiento del sistema, exportación de ficheros “stl” para máquinas de prototipado rápido, etc. [1].
- **Rapid Prototyping (Prototipado Rápido):** es una denominación genérica para un conjunto de Técnicas, como por ejemplo, la estereolitografía, que permiten obtener prototipos a partir de un modelo “sólido” de la pieza, generado mediante un programa de diseño asistido por computador [1].
- **Rapid Tooling (Mecanizado Rápido):** si en lugar de obtener un prototipo de la pieza se obtiene un prototipo del molde, con el fin de generar un lote pequeño de productos prototipo, estas técnicas reciben el nombre de Rapid Tooling (mecanizado rápido) [1].
- **Simulación por Computador (SC):** la SC puede aplicarse en el diseño del producto (prototipado virtual), diseño de operaciones de fabricación

(fabricación virtual) y diseño del sistema productivo en el que se desarrolla un modelo de la planta de fabricación (almacenes, máquinas, plantilla, operaciones, materiales, elementos de transporte) que se introduce en un programa de simulación de procesos para analizar la evolución del sistema a lo largo del tiempo (unidades producidas, cuellos de botella, etc.) [1].

- **Planificación de Procesos Asistida por Computador (CAPP):** consiste en la utilización de programas informáticos para diseñar la secuencia de operaciones necesaria para la fabricación del producto, así como la documentación que debe suministrarse a planta. [1].
- **Plan de Requerimientos de Materiales (MRP):** establece la cantidad de materia prima y productos en curso que se requieren para la fabricación de una determinada orden de fabricación [1].
- **MRP II:** el sistema MRP II, planificador de los recursos de fabricación, es un sistema que proporciona la planificación y control eficaz de todos los recursos de la producción; éste implica la planificación de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo el plan maestro de producción, no sólo de los materiales a fabricar y vender, sino de las capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas [2]. El MRP II incluye todo el MRP y también integra la capacidad de Planeación de los requerimientos (CPR), planeación de la producción y control de las actividades de producción [3].
- **ERP:** el concepto de ERP (Enterprise Resource Planning) es posterior al de MRP y MRP II; comprende la integración de todos los sistemas de organización, no solamente los módulos vinculados a la administración de la producción como el MRP. Una de las mayores fortalezas de las soluciones E.R.P es su poder integrador de diferentes procesos como son: Logística,

Inventarios, Compras, Ventas, Distribución, Producción, Recursos Humanos, entre otros [4].

- **Fabricación Asistida por Computador (CAM):** engloba todas las tecnologías y sistemas basados en el computador utilizados en la planta de producción, desde la robótica, el control numérico y el control distribuido, hasta las aplicaciones de planificación y control de la fabricación [1].
- **Control de Calidad Asistido por Computador (CAQ):** representa las aplicaciones informáticas utilizadas para gestionar las operaciones de control, así como los sistemas automatizados de inspección (p. ej. Máquinas de medición por coordenadas) [1].

ANEXO B - MÉTODOS DE DISEÑO

- **Despliegue de la función de Calidad (QFD):** es un método de diseño de productos y servicios que recoge la voz del cliente y la traduce, en pasos sucesivos, a características de diseño y operación que satisfacen las demandas y expectativas del mercado [1].
- **Análisis Funcional:** es un método para analizar, desarrollar y describir una estructura funcional, el cual corresponde al modelo del producto que va a ser desarrollado, en el que se establecen las funciones que ha de realizar el objeto [1].
- **Análisis del valor:** es una filosofía que busca eliminar todo aquello que origine costos y no contribuya al valor ni a la función del producto o del servicio. [1].
- **Técnicas de Taguchi:** definen tres etapas secuenciales para la optimización de productos y procesos: diseño del sistema, diseño de parámetros y diseño de tolerancias. En el diseño del sistema se examinan las posibles arquitecturas y tecnologías que cumplan con las funciones deseadas por los clientes. El diseño de parámetros tiene como objetivo la determinación de los valores de los parámetros del producto y los niveles de los factores del proceso, tales que optimicen la característica funcional del producto y la hagan más insensible a factores incontrolados. El diseño de tolerancias tiene por objetivo reducir y controlar las causas de la variación a través de estrechas tolerancias [5].
- **Diseño para la X-bilidad:** son un conjunto de técnicas utilizadas en el desarrollo de un producto para resolver los problemas que se presentan en su fabricación, montaje, inspección, embalaje, almacenaje y en su posterior uso,

mantenimiento y retiro [1]. La Tabla 2 resume las más importantes con sus denominaciones en castellano e inglés.

Tabla 1. Diseño para la X- bilidad / design for X

Termino en castellano	Termino en ingles	Acrónimo de la técnica
Fabricabilidad	Manufacturability	DFM
Ensamblabilidad	Assembly	DFA
Coste	Cost	DFC
Rendimiento	Performance	DFPe
Mantenibilidad	Maintenance	DFMa
Fiabilidad	Reliability	DFRe
Seguridad	Safety	DFS
Refabricabilidad	Remanufacturability	DFRm
Reciclabilidad	Recycling	DFRc
Reusabilidad	Re-using	DFRu
Desmontabilidad	Dissassembly	DFD
Almacenamiento	Storage	DFSto
Estética	Aesthetics	DFAe
Ergonomía	Ergonomic	DFEr
verificación	Testing	DFTe
Embalaje	Packing	DFP

Fuente: CAPUZ RIZO, Salvador. Introducción al proyecto de producción. Ingeniería Concurrente para el diseño del producto. México D.F. Grupo editor Alfa omega. 2001.

Los conceptos de cada una de estas Técnicas se presentan a continuación.

- **Diseño para la fabricabilidad y ensamblabilidad (DFM&A):** el conjunto de Técnicas DFM&A comienzan analizando el diseño para descubrir si las funciones que debe desarrollar pueden ser cubiertas con un menor número de piezas, ya que el número de componentes tiene una influencia enorme no sólo en la complejidad del ensamblaje sino en la fabricación de piezas, en la logística de aprovisionamiento, almacenaje, en el volumen de datos y complejidad de la documentación de ingeniería, fabricación y mantenimiento [1].

- **Diseño para el control del coste (DFC, Design for cost):** los costes de diseño suponen entre el 5 y el 10% del coste del producto; sin embargo, durante el diseño se determina entre el 70 y el 80 % del coste total, por lo tanto es más adecuado intentar reducir costes en el proceso de diseño que tras éste [1].
- **Diseño para la mantenibilidad:** las especificaciones de mantenimiento pueden basarse en la frecuencia del mantenimiento y duración de la operación, en el periodo de reposición del equipo (vida media útil) o en el nivel de destreza del operario que ha de realizar la operación [1].
- **Diseño para la fiabilidad (DFRe, Design for Reliability):** el nivel de fiabilidad evoluciona en función de muy diversos factores como puede ser la satisfacción de las expectativas del cliente, los avances tecnológicos o de los procesos de fabricación, las mejoras de los métodos de diseño y las mejoras de las prestaciones de los productos de la competencia [1].
- **Diseño para la seguridad (DFS, design for safety):** las medidas de seguridad deben ser incorporadas desde las primeras etapas de diseño. No deben ser añadidas al sistema posteriormente, siguiendo el enfoque tradicional consistente en incluir medidas correctoras o reductoras de riesgo. Es decir, que los aspectos de salud y seguridad deben ser parte del conjunto de especificaciones de diseño del objeto, con la finalidad de eliminar el riesgo desde su origen [1].
- **Diseño para la refabricabilidad (DFRm):** con el fin de introducir en el proceso de diseño el objetivo de minimizar la producción de residuos existen las siguientes líneas de actuación [1]:

1. Reprocesar en planta las piezas con ligeros defectos de fabricación

2. Reparar todos los productos averiados, en lugar de consumir nuevos (Reutilización)
3. Recoger los productos usados, desensamblarlos e intentar su reciclaje
4. Reparar los productos usados y retirados, con objeto de reutilizarlos
5. Reutilizar las piezas y conjuntos en buen estado (de los productos retirados)
6. Intentar la reconstrucción de productos a partir de piezas usadas, así como reparar piezas para utilizarlas como recambio y repuesto.
7. Reintroducir en el proceso de fabricación componentes y piezas recicladas
8. Recuperar las piezas y desechos, cuyo material sea fácilmente reciclable (Caucho, polímeros termoplásticos, etc.)
9. Separar los componentes no reutilizables ni reparables ni reprocesables.
10. Tratar física y químicamente los residuos y vertidos aptos para ello. Recuperar selectivamente los materiales más valiosos con objeto de sustituir materias primas de nueva creación.
11. Almacenar adecuadamente los residuos tóxicos y peligrosos que no puedan ser tratados.

ANEXO C - CODIFICACIÓN NUMÉRICA PARA LAS FUNCIONES Y SUBFUNCIONES ISA S95

Tabla 2. Codificación numérica para las funciones y subfunciones del modelo funcional ISA95

Funciones		Subfunciones	
Cód.	Función	Cód.	Subfunción
1	Procesamiento de Órdenes	1.1	Manejo de órdenes del consumidor, aprobación y confirmación
		1.2	Pronóstico de ventas
		1.3A	Manejo de reserva
		1.3B	<i>Manejo de renuncia</i>
		1.4	Reporte de Margen Bruto
		1.5	Determinación de las órdenes de producción
2	Programación de la Producción	2.1	Determinar el programa de la producción
		2.2	Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo
		2.3	Determinar el programa de embalaje para los productos finales
		2.4	Determinar los productos disponibles para la venta
3.1	Control de la Producción: Ingeniería Soporte Proceso	3.1.1A	Expedir peticiones para modificación
		3.1.1B	Expedir peticiones para mantenimiento
		3.1.2 A	Coordinar el mantenimiento
		3.1.2 B	Coordinar funciones de ingeniería
		3.1.3	Brindar estándares técnicos y métodos para operaciones y funciones de mantenimiento
		3.1.4 A	Hacer seguimiento sobre equipo
		3.1.4 B	Hacer seguimiento sobre desempeño del proceso
		3.1.5	Brindar soporte técnico a operadores
		3.1.6	Investigar sobre desarrollos tecnológicos
3.2	Control de Operaciones	3.2.1	Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones
		3.2.2	Reportar información de la producción, recursos y del proceso
		3.2.3	Monitorear equipos y validar medidas de operaciones y determinar la necesidad de mantenimiento
		3.2.4A	Preparar el equipo para mantenimiento
		3.2.4B	Devolverlo después de realizar el mantenimiento
		3.2.5	Realizar diagnósticos y autodiagnóstico de equipos de producción y control
		3.2.6	Equilibrar y optimizar la producción dentro del sitio o área
		3.2.2	Reportar información de la producción, recursos y del proceso
		3.2.7 A	Administración de documentación dentro de un sitio o área
		3.2.7B	Administración de trabajo Local dentro de un sitio o área

3.3	Planificación de Operaciones	3.3.1	Establecer un plan de producción a corto plazo basado en el programa de producción
		3.3.2A	Chequear la programación frente a disponibilidad de materia prima
		3.3.2B	Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto
		3.3.3	Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo
		3.3.4	Determinar el porcentaje de estado de capacidad
		3.3.5	Modificar el plan de producción por horas teniendo en cuenta la capacidad de salida del equipo, mano de obra y disponibilidad de materias primas
4.	Control Material y Energía	4.1A	Manejar inventario
		4.1B	Manejar transferencias
		4.1C	Manejar calidad de material y energía
		4.2.A	Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a corto plazo
		4.2.B	Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basadas sobre requerimientos a largo plazo
		4.3	Calcular y reportar el balance de inventario, pérdidas de materia prima y utilización de energía
		4.4 A	Recibir material entrante, fuentes de energía
		4.4 B	Solicitar pruebas de aseguramiento de la calidad al material entrante
		4.5	Notificar compras de material aceptado y fuentes de energía
5.	Adquisición	5.1	Hacer pedidos con proveedores de materias primas, fuentes, repuestos, herramientas, equipos y otros materiales requeridos
		5.2A	Monitorear el progreso de las compras
		5.2B	Reportar el progreso de las compras a quien lo requiera
		5.3	Emitir facturas entrantes para el pago después de la llegada y aprobación de mercancías
		5.4	Acumular y procesar los requerimientos de unidad por materias primas, partes de repuesto, etc., para la colocación de orden a los proveedores
6	Aseguramiento de la Calidad	6.1A	Prueba de materiales
		6.1B	Clasificación de materiales
		6.2	Fijar los estándares para la calidad del material
		6.3A	Publicar estándares para la fabricación de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios de cliente
		6.3B	Publicar estándares para laboratorios de prueba de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios de cliente
		6.4	Acumular y mantener datos de la calidad del material
		6.5	Liberar material para su uso posterior (entrega o transformación posterior)
		6.6	Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándares

		6.7	Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío	
		6.8	Retransmisión de desviaciones de material a procesos de ingeniería para una nueva evaluación con el fin de mejorar los procesos	
7	Control Inventario Producto	de del	7.1	Manejo de inventario de productos terminados
			7.2	Hacer reservaciones para un producto específico de acuerdo con las directivas de ventas del producto
			7.3	Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la programación de entrega
			7.4	Reportar el inventario a planeación de la producción
			7.5	Reportar el balance y pérdidas (de producto) a Contabilidad de costo del producto
			7.6	Arreglar la carga o el envío físico de productos de acuerdo con la administración de envío del producto
8	Contabilidad Costo Producto	del del	8.1	Calcular y reportar el costo total del producto
			8.2	Reportar los resultados de costos (costo total del producto) a Producción para modificación
			8.3	Fijar objetivos de costos para producción
			8.4	Acumular materia prima, mano de obra, energía y otros costos para la transmisión a contabilidad
			8.5 A	Calcular y reportar el costo total de producción
			8.5 B	Reportar resultados de costos a Producción para modificación
			8.6	Fijar objetivos de costos para suministro y distribución de materiales y energía
9.	Administración del Envío del Producto		9.1	Organizar el transporte para el envío de producto de acuerdo con los requisitos de las órdenes aceptadas
			9.2	Negociar y hacer pedidos con la empresa de transporte
			9.3	Recibir la carga en el sitio y entregarla para el envío
			9.4	Elaborar los documentos de acompañamiento para el embarque (BOL, trámites de aduana)
			9.5 A	Confirmar el envío
			9.5 B	Liberar para facturación a Contabilidad General
			9.6	Reportar costos de envío a Contabilidad de Costo del Producto
10	Administración del Mantenimiento		10.1	Brindar mantenimiento para instalaciones existentes
			10.2	Brindar un programa de mantenimiento preventivo
			10.3	Brindar un Monitoreo de los equipos para anticipar fallas, incluyendo auto chequeo y programas de diagnóstico
			10.4	Hacer pedidos de órdenes de compra para materiales y partes de repuesto
			10.5A	Elaborar reportes de costos de mantenimiento
			10.5B	Coordinar contratos externos de trabajo
			10.6 A	Brindar estados
			10.6B	Brindar realimentación técnica sobre rendimiento y fiabilidad a Ingeniería de Soporte de Procesos
11	Investigación, desarrollo ingeniería	e	11.1	Desarrollo de nuevos productos
			11.2	Definición de requerimientos de proceso
			11.3	Definición de los requerimientos de producto, refiriéndose a la producción de productos
12	Comercialización	12.1	Generación de planes de ventas	

	y ventas	12.2	Generación de planes de comercialización
		12.3	Determinar los requerimientos de usuario para los productos
		12.4	Determinar los requerimientos y estándares para productos
		12.5	Interactuar con los clientes

Fuente: GÓMEZ, Diana Consuelo y MANQUILLO, Carlos Enrique. Adecuación del modelo Siemens a las normas ISA S88 e ISA S95 con aplicación ilustrativa a caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. FIET.

ANEXO D - IGRAFX

iGrafx es una unidad independiente de negocios de la corporación privada Corel. Además es un reconocido líder global de soluciones sobre Análisis de Procesos de Negocio (Business Process Analysis- BPA). Las soluciones iGrafx BPA ayudan a las empresas a documentar, analizar, mejorar, adaptar y gestionar los procesos, simplificar y automatizar sus operaciones comerciales. Los productos principales son: iGrafx FlowCharter, iGrafx Proceso, iGrafx Proceso para Seis Sigma, iGrafx Proceso Central, iGrafx IDEF0, a continuación se comentan algunas de ellas:

Six Sigma: iGrafx Process 2005 for Six Sigma es una herramienta de análisis de procesos diseñada para ayudar a los profesionales de Six Sigma a comprender y mejorar sus procesos clave.

iGrafx Process: iGrafx Process 2005 es la herramienta para análisis y simulación, útil para comprender y mejorar los procesos de la empresa.

iGrafx IDEF0: iGrafx IDEF0 es una herramienta de modelización de procesos y sistemas que permite crear fácilmente diagramas completamente compatibles con la metodología IDEF0. Esta herramienta dispone de un gran abanico de funciones diseñadas para mejorar la productividad, porque disminuyen el tiempo necesario para documentar y crear diagramas de los procesos en una empresa. Esta herramienta dispone de unas plantillas para los modelos, dispone de un asistente de configuración de modelos para garantizar la obligatoriedad de cumplimiento de reglas y lograr una construcción correcta [7].

iGrafx IDEF0 automatiza muchos de los pasos que los usuarios tienen que seguir para crear modelos IDEF0, los cuales se atienen a reglas muy estrictas. iGrafx IDEF0 también contiene muchas funciones de ahorro de tiempo diseñadas para

permitir a los usuarios concentrarse en entender y mejorar sus procesos. Los usuarios pueden beneficiarse de las ventajas del Asistente Model Setup, que les ayuda a la hora de definir la información básica necesaria para un modelo IDEF0. Las robustas funciones de gestión de reglas facilitan la implementación de modelos de sintaxis a la hora de diseñar diagramas, así como también, validación de reglas después del diseño [8].

REFERENCIAS

[1] SALVADOR RIZO, Capuz. Introducción al proyecto de producción. Ingeniería Concurrente para el diseño del producto. México D.F. Grupo editor Alfaomega. 2001. 218p.

[2] ZORNOZA, Luis. Sistemas ERP, MRPII y MRP. [en línea] PRODUCCIÓN, PROCESOS Y OPERACIONES. Marzo 2004. (Consultado en marzo 2008). Disponible en Internet
<<http://www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/mrp.htm>>

[3] RAMÍREZ CADENA, Miguel. Sistemas ERP, MRPII y MRP [en línea]. Automatización de Sistemas de Manufactura. Diciembre 2002. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet
<http://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/mr/mr-00035/MRPII_ERP.pdf>

[4] PEREYRA, Beatriz. Los sistemas Integrados de gestión en las organizaciones. [en línea]. Mayo 2003. (Consultado en marzo 2008). Disponible en Internet
<<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catcomp/material/sig.pdf>>

[5] BERNABÉ FERNÁNDEZ, Mónica. Diseño Robusto De Productos. Universidad del País Vasco Departamento de Organización de Empresas. [en línea] (Consultado en marzo 2008). Disponible en Internet
<http://www.aepro.com/congresos/2000_1/pdf/BB06.pdf>

[6] GÓMEZ, Diana C. y MANQUILLO, Carlos E. Adecuación del modelo Siemens a las normas ISA S88 e ISA S95 con aplicación ilustrativa a caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. FIET

[7] ENABLING PROCESS EXCELLENCE. IGrafX. [en línea]. (Consultado en agosto del 2008) Disponible en Internet <<http://www.es.igrafx.com/products/idef0/>>

[8] NOTICIAS.COM. Micrografx presenta iGRAF X IDEFO 2000 [en línea]. (Consultado en marzo 2008). Disponible en Internet
<<http://www.noticias.com/articulo/13-06-2001/redaccion/micrografx-presenta-igrafx-idefo-2000-en7.html>>