

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA

AUTOMATIZACION DE LLENADO Y VACIADO
DE SILOS DE HARINA, CONCEPTO MODULAR
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM)

GABRIEL FERNANDO ROUANET MORA



GUATEMALA
2000

AUTOMATIZACION DE LLENADO Y VACIADO
DE SILOS DE HARINA, CONCEPTO MODULAR
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM)

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA

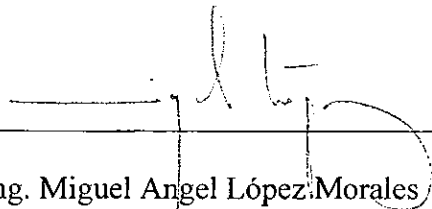
AUTOMATIZACION DE LLENADO Y VACIADO
DE SILOS DE HARINA, CONCEPTO MODULAR
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING (CIM)

GABRIEL FERNANDO ROUANET MORA

Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico
de Licenciado en Ingeniería Electrónica

GUATEMALA
2000

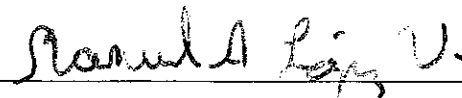
Vo. Bo. :

(f) 

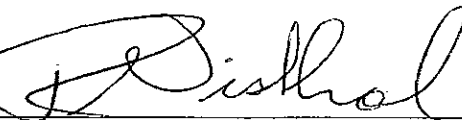
Ing. Miguel Angel López Morales

Asesor

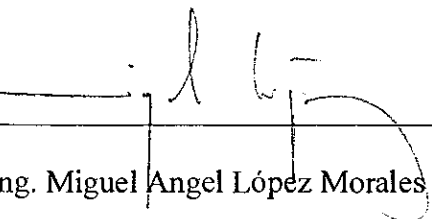
Tribunal:

(f) 

Dr. Ing. Manuel Antonio López Valdéz

(f) 

Ing. Roberto Nisthal Antillón

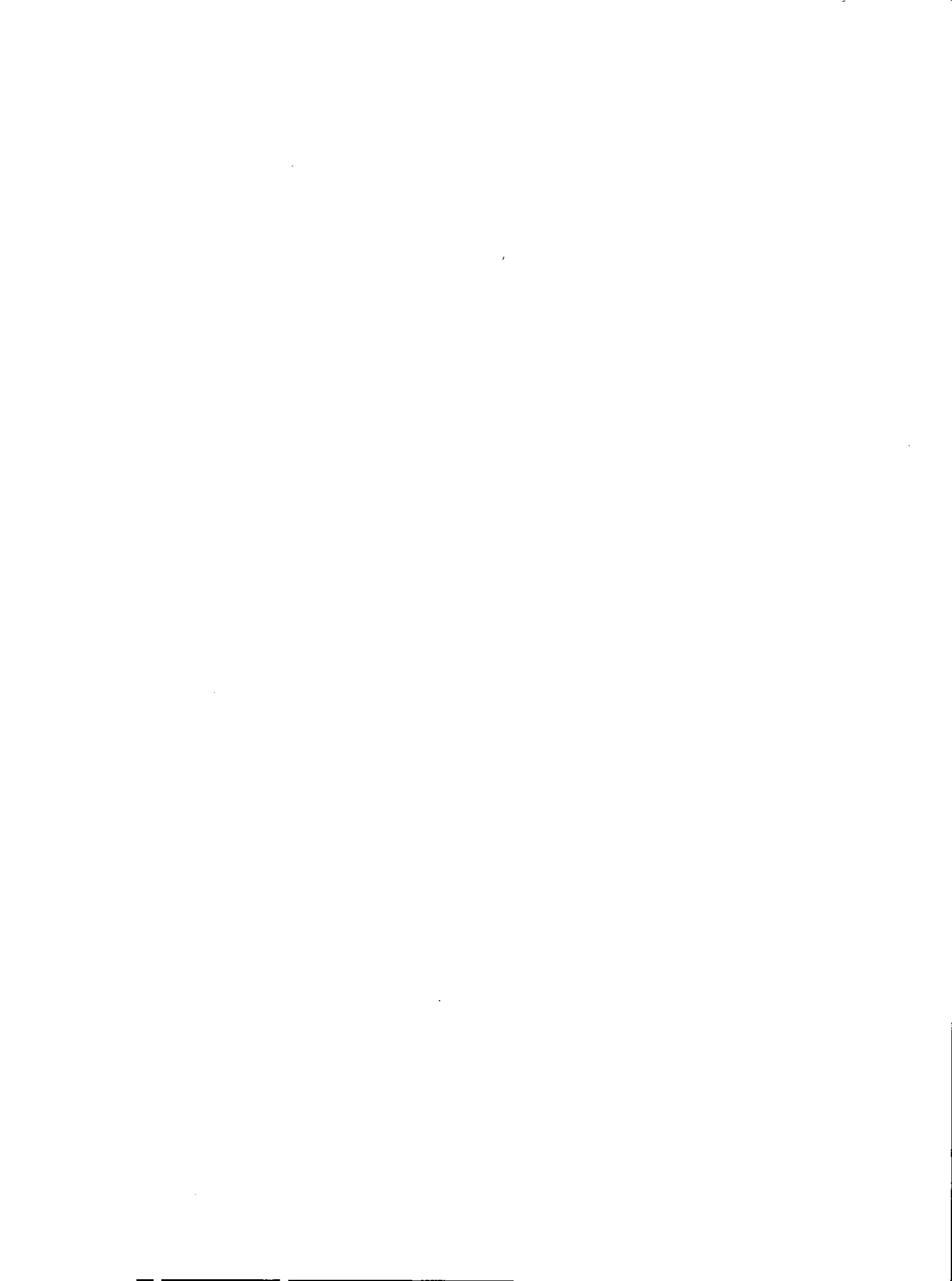
(f) 

Ing. Miguel Angel López Morales

Fecha de aprobación: 29 de junio de 2000.



Agradezco a mis padres Gabriel Oscar,
Aida Mora, a mi novia Pamela, al
Ingeniero Arroyo, compañeros de
trabajos y todas aquellas personas que
de alguna manera me ayudaron a
realizar este trabajo.



CONTENIDO

	Páginas
I. INTRODUCCION	1
A. PREAMBULO	1
B. JUSTIFICACION DEL TRABAJO	4
C. METODOLOGIA	4
D. OBJETIVOS	6
II. ANTECEDENTES	9
A. DESCRIPCION CONCEPTO CIM	9
B. DEFINICION SISTEMAS DE CONTROL	11
C. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE HARINA	14
D. SISTEMA TRADICIONAL DE LLENADO	18
E. SISTEMA TRADICIONAL DE VACIADO	19
III. CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)	23
A. ESTRUCTURACION CIM	17
B. FLUJO DE LA INFORMACION	27

LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

Tablas	Páginas
II.1 DIAGRAMA DE BLOQUES SISTEMA LINEAL	11
II.2 DIAGRAMA DE BLOQUES CIRCUIT	12
II.3 EJEMPLO DIAGRAMA DE BLOQUES REGULACION DE VELOCIDAD	13
II.4 DIAGRAMA DE BLOQUES LIMPIEZA DE TRIGO	16
II.5 DIAGRAMA DE BLOQUES MOLIENDA DE TRIGO	18
III.1 AMBITOS FUNCIONALES CIM	27
III.2 NIVELES JERARQUICOS DE UNA EMPRESA DE PRODUCCION	28
IV.1 CONFIGURACION BUS DE COMUNICACIÓN ENTRE PLC'S Y PC'S	32
IV.1 TABLA COMPARACION ARRANQUE SISTEMA DESPUES DE HABER UNA FALLA POR DISPARO EN GUARDAMOTOR	45
IV.2 EJEMPLO APLICACIÓN BUS AS-I	34
IV.3 DIAGRAMA DE BLOQUES SECUENCIA DE ARRANQUE SISTEMA DE ASPIRACION	35
IV.4 ANIMACION Y CONTROL SISTEMA DE ASPIRACION	36

I. INTRODUCCIÓN

A. PREÁMBULO

La industria de molinos de harina en Guatemala ha crecido de una manera bastante rápida en los últimos años, hasta convertirse en una de las industrias más fuertes en el país, con tendencias de desarrollo que se manifiestan en ciclos de vida y suministro del producto especialmente cortos, así como en aumento de su diversidad.

Con el fin de poder subsistir en esta situación de competencia cada vez más rigurosa, las empresas se ven obligadas a adoptar medidas encaminadas al incremento de su productividad y a imprimir flexibilidad a sus ciclos de producción, a fin de mejorar su rentabilidad y, por tanto, sus posibilidades en el mercado. Para el control y elaboración de la producción con métodos tradicionales requerirían de una cantidad bastante grande de personas que supervisen constantemente cada uno de los procesos. De aquí la necesidad de tener equipo más sofisticado que ayude a mantener un control más preciso de lo que está pasando en cada etapa del proceso.

Durante los últimos años se ha creado el concepto CIM (Computer Integrated Manufacturing), que reúne todos aquellos aspectos que contribuyen a mejorar la rentabilidad. Este concepto se refiere también al tratamiento continuo de la información en una moderna empresa de producción, apuntando a la llamada "Fábrica del futuro".

válvulas electroneumáticas, motores convencionales trifásicos, variadores de velocidad, sensores sonares para la medición de silos, micro-switch y luces de indicación.

Teniendo ya este marco de referencia, se elaborarán modelos de control de cada uno de los procesos, analizando principalmente el llenado y vaciado de silos de harina para el despacho del producto.

El trabajo se basa principalmente en el desarrollo del programa de control automático para el llenado y vaciado de silos de harina de despacho, así como también la visualización y control de este proceso, es decir desde el nivel célula hasta el nivel de proceso en sí, ya que actualmente es un sistema totalmente manual, en donde el operador tiene que estar muy pendiente a cualquier anomalía que se presente y lograr una respuesta rápida a la falla y evitan pérdida de tiempo en la producción.

Molinos Modernos tiene una de las tasas de producción más altas de Guatemala. En este molino se pueden observar todos los procesos típicos que intervienen en la producción de la harina, procesos similares a los que se tienen en otros molinos de Guatemala y del mundo. Este molino cuenta con personal con bastante experiencia en el proceso de producción de harina, experiencia que fue de mucha utilidad en la elaboración de este documento.

La cantidad de productos que se obtienen en un molino de harina son muy variados, siendo el principal la harina misma. Entre otros productos que se obtienen se encuentra el afrecho, que es materia prima para la producción de productos integrales.

cantidad de harina que se produce al año, lo que hace mantenerse a la vanguardia en los adelantos tecnológicos.

El estudio se dividió en tres fases. Una en la que se estudió el proceso a nivel general, de la cual se obtuvo una descripción de todo el proceso y la definición de los diferentes microprocesos que intervienen en la producción de la harina. Aquí se contó con la ayuda de los supervisores y encargado de producción.

La siguiente fase constó del enfoque y aplicación del concepto CIM a la sección del llenado y vaciado de silos de harina.

La última fase constó del desarrollo y automatización del proceso de llenado y vaciado de silos de harina. El equipo constará en:

- Doce sensores sonares Kristel-Morse para la medición de niveles de los silos de 14 metros de altura, con comunicación serial RS422.
- Módulos ASI (Interface de Sensores y Actuadores)-neumáticos para el accionamiento de los cilindros neumáticos para direccionar la harina, tanto en el llenado como en el vaciado. Esto estará instalado a lo largo de la línea de producción.
- Dos autómatas S7-300 CPU315-2DP para el control de procesos de llenado y vaciado, con sus tarjetas de comunicaciones seriales CP340 para la comunicación con los sensores Kristel-Morse y el control de 14 variadores de velocidad vía USS (UniverSal Serial interface Protocol). Una tarjeta maestra para el

concepto Computer Integrated Manufacturing CIM al proceso de llenado y vaciado de silos de harina en Guatemala.

- Elaborar un documento que sirva como referencia para futuros proyectos que se desprendan del tema.

- Desarrollar el programa para la operación del llenado y vaciado de silos, es decir hacer todo el software para la comunicación con la periferia de accionamiento, transmisión de datos entre autómatas para control del proceso y programación en la PC para la interfaz entre el operador y el controlador lógico programable PLC, o sea a partir del nivel célula hasta el nivel de proceso.

II. ANTECEDENTES

A. DESCRIPCION CONCEPTO CIM

Recordemos que antes era el fabricante quien definía el mercado a través de su programa de productos, mientras que actualmente, el mercado de los productores se ha convertido en el mercado de los compradores. Es decir, el cliente determina el producto y sus características, y el fabricante debe aceptar sus deseos. La situación viene marcada además por los progresos de la técnica, que en parte son la causa de que se reduzcan los ciclos de vida del producto, mantener la competitividad, etc.

El CIM no es un producto que se pueda adquirir, sino una estrategia y un concepto que permiten alcanzar los objetivos específicos de la empresa.

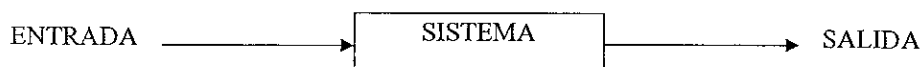
Las empresas pueden acercarse a este cumplimiento a través de las siguientes medidas estratégicas:

- mejora de la calidad de los productos,
- ampliación de la gama,
- reducción de los plazos de suministro,
- mejora en el cumplimiento de los plazos.

Es aquí donde sistemas de automatización permiten incrementar la productividad, incluso cuando se fabrican lotes pequeños. Desde el punto de vista del proceso de fabricación, los sistemas automatizados han sido, hasta la fecha, una especie de islas de producción autónomas. Una automatización efectiva presupone la acción

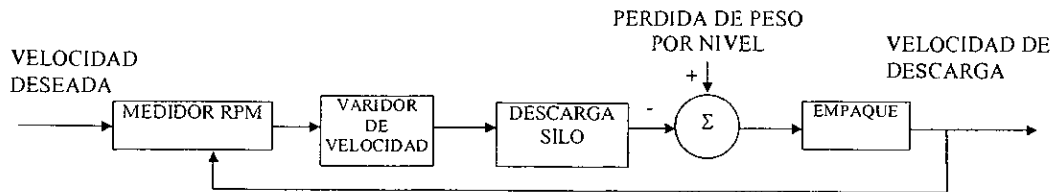
B. DEFINICION SISTEMAS DE CONTROL

Un sistema de control es una interconexión de componentes que forman una configuración del sistema que proporcionará una respuesta deseada del sistema. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de los sistemas lineales, la cual supone una relación de causa-efecto para los componentes de un sistema. Por lo tanto un componente o proceso que vaya a ser controlado puede representarse mediante un bloque de la siguiente manera (Dorf, 1989):



GRAFICA 2.1 Diagrama de bloques sistema lineal

En contraste con un sistema de control de circuito abierto, el de circuito cerrado utiliza una medición adicional de la salida real, para compararla con la respuesta de salida deseada. A este sistema se le conoce con el nombre de control simple de circuito cerrado con retroalimentación. La definición estándar de un sistema de control con retroalimentación es aquel que tiende a mantener una relación prescrita de una variable del sistema con otra, al comparar funciones de estas variables y usando las diferencias como medio de control. Un sistema de control simple de circuito cerrado tiene la siguientes configuración (Dorf, 1989):



GRAFICA 2.3 Ejemplo diagrama de bloques Regulación velocidad

Este diagrama identifica los principales componentes como bloques en el sistema, al emitir detalles y mostrando la dirección principal de la información y flujo de energía desde un componente a otro (Franklin y otros, 1991).

Se realiza fácilmente un análisis cualitativo de la operación de este sistema. Supongamos que la velocidad de descarga en el área de empaque está arriba de la velocidad deseada, cuando se aplica la energía. El medidor RPM estará en activo, transmitiendo energía al variador de velocidad de descarga de silo, que disminuirá y descenderá la velocidad de descarga, acercándose a la deseada. Este proceso continuará hasta que la velocidad de descarga sea igual a la deseada. Cuando la velocidad aumente más de lo deseado por pérdida de peso en el silo, el medidor RPM se activa de nuevo y el ciclo se repite (Franklin y otros, 1991).

El componente central es el proceso o planta cuya variable será controlada. En el ejemplo, la planta es el empaque. La señal de salida es la velocidad de descarga en el

3. Primera Limpia.

El trigo, antes de caer a un separador, pasa por un imán el cual extrae de los granos cualquier residuo metálico. Al estar en el separador, por medio de vibración y aspiración, son separados los siguientes deshechos:

- piedras,
- maíz, soya (granos grandes),
- polvo, trigo podrido, basura, punta fina.

Luego, el trigo cae al combinador el cual quita piedras pequeñas. Posteriormente, cae a un triarverjon, quien elimina semillas redondas y largas por medio de un movimiento giratorio, aprovechando la fuerza centrífuga. Después es depositado en una mifa electrónica en donde se lee la humedad actual, peso específico, temperatura, capacidad ton./hora y agrega la cantidad de agua necesaria para alcanzar la humedad deseada. Por medio de roscas es depositadas en silos de reposo y concluye esta etapa.

4. Segunda Limpia.

El trigo debe reposar entre 24 y 30 horas, luego es extraído dosificadamente por medio de una aspiración donde pasa por un descargador para dosificar la caída al ser depositado en el pulidor en donde se elimina polvo y punta fina. Al salir del pulidor es depositado en la máquina llamada Tarara, la cual se encarga de eliminar los residuos de punta fina que puede llevar. El trigo sale de esta máquina y se

5. Molienda de Trigo.

Por medio de una aspiración se conduce el trigo y pasa por un descargador para dosificar la caída de la báscula en donde cae al banco B1. Al caer hasta aquí, el trigo es recibido por dos rodillos alimentadores los cuales dosificadamente dejan pasar el trigo a dos cilindros extraídos en posición corte-corte, que son los encargados en triturar por primera vez el trigo. Estos cilindros deben estar debidamente graduados para lograr el tipo de granulometría deseada. El trigo quebrantado es tomado por la aspiración B1 que luego de pasar por un descargador lo deposita al cernedor B1, el cual por medio de movimientos circulares de telas con diferente Mesh clasifican los diferentes productos que se extraen al quebrantar el grano. Este cernedor extrae tres productos: harina, cáscara más harina y harina gruesa (sémola). La harina gruesa es transportada por rodillos de molienda lisos (que compresionan) pasando por otro cernedor hasta diez veces y la cáscara con harina es llevada por molinos estriados (que trituran) atravesando por otros cernedores y siendo clasificada de nuevo en los mismos tres productos anteriormente descritos. Este proceso se repite hasta siete veces y por degradación se logra separar la harina de la cáscara conocida esta última como afrecho. Toda la harina es recolectada por medio de una rosca para luego agregarle diferentes aditivos como: blanqueador, complejo B, hierro, ácido fólico entre otros. Luego es pesado y transportado al sistema de llenado de silos. En el siguiente diagrama de bloques se puede apreciar el proceso de molienda:

motores de ventilación, esclusa y filtro. Una vez encendidos estos motores, el operador debe accionar manualmente válvula por válvula hasta llegar a la del silo que él desee llenar. Posterior a esto, el operador debe estar pendiente del llenado del silo para evitar el rebalse.

La supervisión y presencia de parte del operador es de suma importancia, ya que tiene que estar pendiente del nivel del silo, el cual se mide con una varilla de más de 12 metros de altura, teniendo cuidado de no irse dentro del silo. Por otra parte, tiene que estar seguro de no mezclar harinas, lo que significa llevar control a mano de la harina existente de cada silo y de la harina que proviene de los molinos. Hay que adicionar la constante supervisión de todas las válvulas y estado de los motores, para que en el instante en que alguna válvula no accione, se atasque la línea o se dispare algún motor, el operador pueda reaccionar lo antes posible y trate de evitar pérdidas de tiempo de producción.

E. SISTEMA TRADICIONAL DE VACIADO

El sistema de vaciado se compone de: dos líneas de despacho (línea A y B) proveniente de los silos de la sección de llenado, arranque secuencial por línea de los motores que guían la harina hasta depositarla en una tolva temporal antes de llegar a la sección de empaque.

principalmente que no se hayan disparado por sobrecarga. Si uno de los micros llegaran a accionarse o alguno de los motores se disparan, tiene que ir inmediatamente al tablero de control, apagar los motores que el operador crea ser necesarios para poder revisar las roscas y manualmente extraer la harina acumulada en ellas. Una vez liberadas, debe regresar al tablero de control y accionar nuevamente los motores que con anterioridad estaban funcionando. Dependiendo de la agilidad de respuesta del operador a estas fallas, será el tiempo de pérdida de producción.

Al igual que en el sistema tradicional de llenado, el operador debe llevar un control a mano de lo que posee cada silo (dato obtenido por el operador de la sección de llenado de silos) y de lo que está despachando a cada línea, con el objetivo de no mezclar harinas y empacar la harina adecuada.

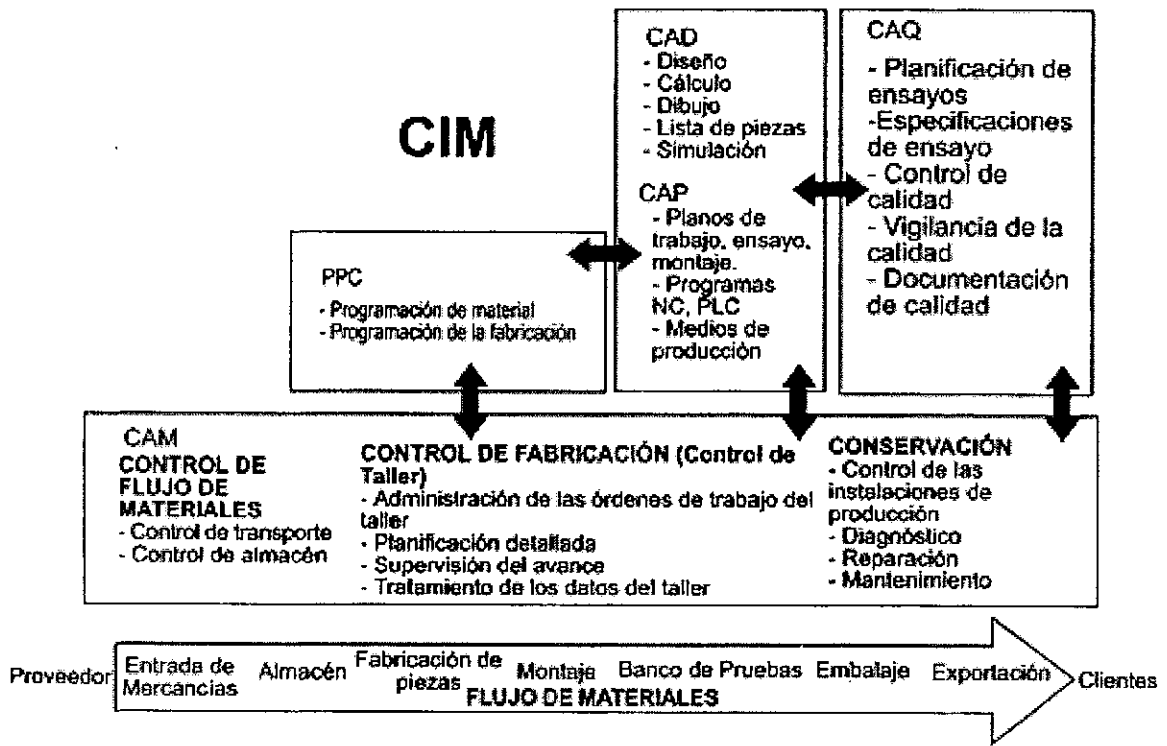
III CIM (COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING)

A. ESTRUCTURACION CIM

En la realización del CIM, la dificultad se encuentra en la integración, que no comienza una vez finalizados los proyectos parciales, sino que debe ser un componente considerado desde el momento en que empieza a planificarse el proyecto parcial. Esto es importante, ya que si no existe un concepto de integración claro, la integración de lo que puede llegar a ser varios cientos de componentes estará dirigida al fracaso. De igual forma, Case et al (1992: 95) plantea la definición de CIM como una versión automatizada de un proceso de manufactura, en el que cada función es reemplazada por una serie de tecnologías de automatización (ATM) integradas mediante redes informáticas, que comparten el acceso a bases de datos unificadas. Ebel (1992:2) resume CIM como un medio de organizar y controlar la manufactura de componentes y ensambles tan lógica y flexiblemente como sea posible, y de gobernar y coordinar el correspondiente flujo de datos e información.

El CIM describe la utilización integrada de la información en todos los ámbitos de fábrica relacionados con la producción. Según el Comité para Producción Económica, este abarca la interacción de:

- a) CAD (Diseño Asistido por Ordenador): CAD es un concepto global que resume todas las actividades en las que se utiliza la información de forma directa o indirecta, dentro del marco de las actividades de desarrollo y diseño. Es decir, esto se refiere a la generación gráfica-interactiva y a la manipulación de una representación digital de un objeto, por ejemplo mediante la preparación de un dibujo bidimensional o mediante la creación de un modelo tridimensional.
- b) CAP (Planificación Asistida por Ordenador): El CAP es la designación de la información aplicada a la preparación de los planes y procesos de trabajo. Se trata de una planificación basada en los trabajos de diseño convencionales o establecidos mediante CAD, para obtener datos relativos a las instrucciones de fabricación de piezas y montaje. Los resultados del CAP son los procesos de trabajo y las informaciones de control para los medios de producción del CAM.
- c) CAM (Fabricación Asistida por Ordenador): CAM se le denomina al control y supervisión técnica, asistidos por ordenador, de los medios de producción empleados en la fabricación de los objetos. Esto se refiere al control directo



GRAFICA 3.1 Ambitos funcionales CIM.

B. FLUJO DE LA INFORMACION

El factor “Información” adquiere cada vez mayor importancia en una empresa, es una condición esencial para que pueda desarrollarse de forma óptima una producción flexible. Los cometidos del flujo técnico de la información son la generación, conservación y transmisión de información. Los problemas que hoy en día hay que superar, se refieren a la transmisión rápida y fiable de datos procedentes de diferentes sistemas de software y hardware a través de interfaces adecuadas. Para poder diseñar estas interfaces es necesario que exista una condición de los requisitos de

Cada nivel plantea necesidades especiales respecto del tratamiento de la información. Lo que caracteriza a esta jerarquía es que los datos de los niveles inferiores se condensan y se transmiten en esta forma al nivel inmediato superior, eventualmente hasta llegar al nivel de dirección de empresa. A la inversa, las informaciones procedentes de los niveles superiores se transmiten en forma de directriz a los niveles inferiores, donde se complementan con datos específicos.

De forma global, las funciones de los distintos niveles pueden describirse en la forma siguiente:

- a. Nivel de dirección de empresa: Normalmente es necesario transmitir en este nivel gran cantidades de datos relativos a la economía y la política de la empresa entre las diferentes ramas de la misma y entre ellas y los departamentos de administración y planificación. Aquí el volumen de datos es enorme, mientras el tiempo de reacción es menos importante.
- b. Nivel de dirección de taller: A este nivel relaciona entre sí las diferentes secciones de la fábrica. El cometido principal es la distribución de datos organizativos, técnicos y comerciales, a fin de establecer una relación entre las diferentes secciones de la empresa.
- c. Nivel de dirección de producción: Se dirigen las diferentes secciones de producción, como son la fabricación de piezas, montaje y banco de pruebas. También se incluye la planificación detallada, preparación y establecimiento

IV SISTEMA DE LLENADO Y VACIADO, CONCEPTO MODULAR CIM

En esta etapa del proceso de producción de harina, es donde más control se debe tener, ya que si diferentes tipos harinas se llegaran a mezclar, no existe hoy en día una forma de volverlas a separar, por lo que se perdería en su totalidad el producto.

Con el fin de obtener este control, siempre bajo las exigencias de CIM, se han instalado dos controladores lógicos programables (PLC's) y dos computadoras personales, capaces de comunicarse entre ellos para lograr un flujo continuo de la información. Un PLC que opera el sistema de llenado con su computadora para visualización y control, y el otro PLC con su respectiva computadora para el sistema de vaciado, comunicados entre ellos por medio de una tarjeta de comunicación Siemens CP342-5DP en los PLC's y una CP5412-A2 en las computadoras (ver gráfica 4.1).

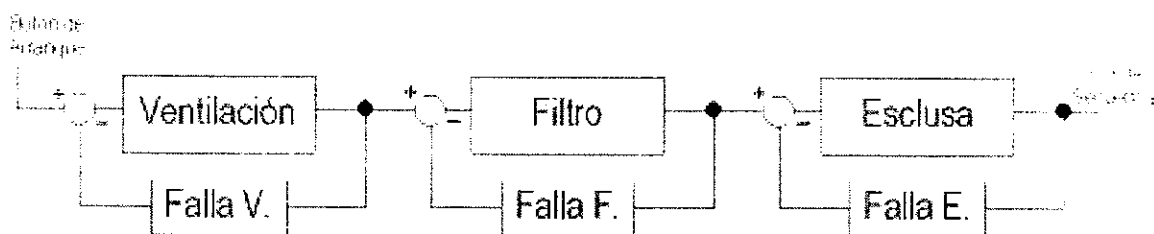
Una de las principales características de CIM en el nivel de proceso, es la utilización de equipos con sistemas abiertos para su fácil integración a las demás etapas del proceso, por consiguiente, todo está comunicado bajo el estándar de comunicación industrial Profibus, el cual se basa en el modelo ISO (International Standard Organisation): -Capas 1 y 2 (Physical and Data Link), bajo el estandar EIA (Electronic

tarjeta maestra ASI, los sensores y actuadores pueden ser conectados al equipo de control en el nivel de campo por medio de módulos ASI. Esta interface se distingue por las siguientes características principales:

- El cable ASI es usado tanto para intercambio de datos entre sensores/actuadores y el maestro como para suministrar la alimentación eléctrica a los sensores.
- Con módulos ASI, hasta 124 actuadores y 124 sensores pueden ser operados por este cable. La arquitectura árbol permite usar cualquier punto del cable para empezar una nueva rama. El total de todas las subsecciones puede ser hasta un máximo de 100 metros sin repetidora.
- Un máximo de 31 esclavos pueden ser conectados. Los esclavos son los canales de entradas y salidas del sistema ASI para conectar los sensores y actuadores. Estos son únicamente activos cuando son llamados por el maestro. Cada esclavo es identificado por su propia dirección (1 a 31).
- Rápido tiempo de respuesta: el maestro requiere hasta un máximo de 5ms. por ciclo para el intercambio de datos con hasta 31 estaciones ASI.
- La técnica de transmisión usada (modulación de corriente) garantiza una alta operación fiable. El maestro supervisa el voltaje sobre el cable y los datos transferidos. El mismo detecta errores de transmisión y

molino que proviene la harina (Modernos y/o Molcasa) y en el silo en que esta se depositará (Silo 1 al Silo 12), los niveles de cada silo y las alarmas (“silo lleno”, “Harinas diferentes en el silo”, “motor disparado”, “válvula no accionada”) y la computadora sirve tanto de interface entre funciones a ingresar al ordenador, como animación y administración de datos entre el PLC y el operador. Desde este momento, se entiende que el ordenador necesita la comunicación abierta entre el nivel de procesos y el nivel de dirección de procesos, según el flujo de información bajo la base CIM.

La secuencia de arranque del sistema de aspiración no es más que el arranque de los motores trifásicos de Ventilación, Filtro y Esclusa, en ese mismo orden con un pequeño retraso de tiempo de arranque entre ellos (ver gráfica 4.3 y 4.4).



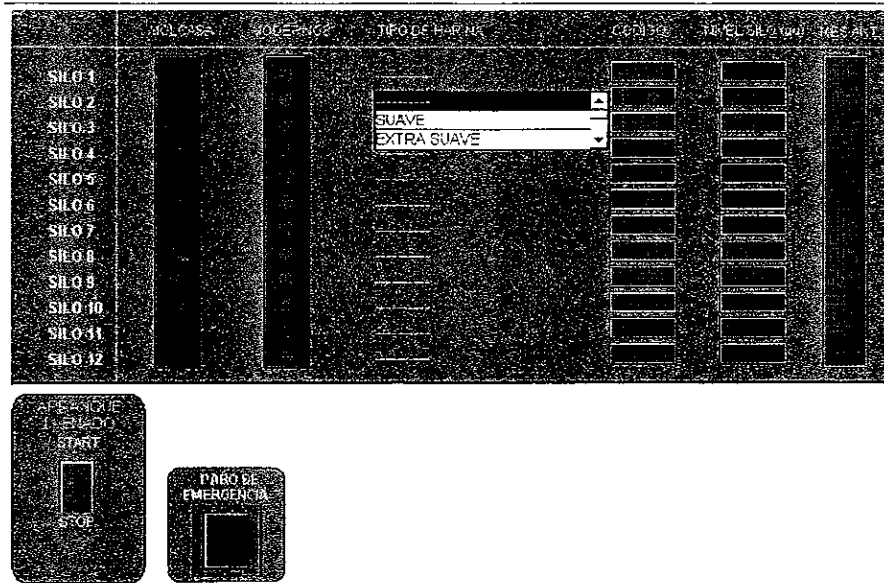
GRAFICA 4.3 Diagrama de bloques secuencia de arranque sistema de aspiración

Una vez finalizado el arranque, el controlador supervisará los contactos de los guardamotores, que al accionarse estos por sobrecarga o corto circuito entre fases, darán alarma y deshabitarán su energía al contactor, visualizándolo, y dejando un récord en la computadora. Es decir, en el momento en que se recibe una señal por medio de los

Al finalizar el arranque de aspiración, se habilitará la función de llenado de silos. De esta forma, el mismo sistema lleva al operador la forma en que debe manejar el sistema.

Primero el operador selecciona el tipo de harina a llenar en el silo y el silo (ver gráfica 4.6). Luego, si el silo está vacío (según lectura del nivel del silo), se habilitará el botón de “start”, de lo contrario revisará la concordancia de harinas existente en el silo con la seleccionada. Si es correcta se habilitará el botón de arranque, de otra forma se visualizará un mensaje dando a conocer al operador que ha seleccionado diferentes tipos de harina, inhabilitado el sistema para el arranque. Una vez pulsado el botón de arranque, iniciará el accionamiento de las electroválvulas en el mismo orden en que se transporta la harina (ver gráfica 4.5). Por ejemplo: La harina proviene del molino Molcasa y se depositará en el silo 11, la secuencia de arranque de las electroválvulas será: - válvula de dos vías Molcasa Fluit Lift silos 1 al 6 o silos 7 al 12 (salida 33.1 en PLC), - válvula de dos vías Molcasa Fluit Lift silos 8,10,12 o 7,9,11 (salida 33.2 en PLC), - válvula de dos vías Molcasa Fluit Lift silos 9 o 11 (salida 34.1 en PLC), y finalmente válvula Molcasa Fluit Lift silo 11 (salida 34.3 en PLC). Cada electroválvula tiene dos micros de seguridad para saber si en realidad llegó a abrir o cerrar la válvula. Estos micros sirven como supervisión del sistema de apertura y cierre de válvulas, que al no estar presentes según sea el caso, se accionará su respectiva alarma, visualizándolo y dejando un récord en la computadora.

MOLINOS MODERNOS
LLENADO DE SILOS
PANTALLA PRINCIPAL



GRAFICA 4.6 Animación y control selección llenado de silos

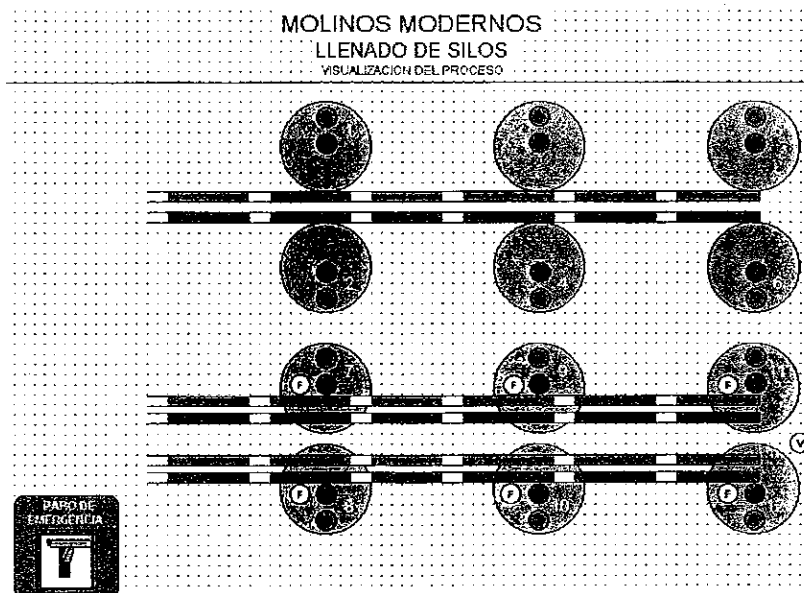
Cada silo tiene su propio filtro, el cual debe ser accionado en el momento en que este se esté llenando y evitar que se levante mucha harina, teniendo un ambiente mucho más limpio y agradable.

La lectura de los niveles en los diferentes silos es controlada por los medidores de ultrasonido Kistler Morse, el cual se comunica serialmente con el PLC vía RS422. Esta lectura es visualizada en tiempo real en la computadora para que el usuario decida con facilidad el silo a llenar, así como también el paro automático del llenado y del molino para evitar rebalse del silo. Si el silo se llegara a vaciar (detectando nivel cero por medio de los medidores de nivel), se borra automáticamente el tipo de harina que

la computadora quedará vibrando un texto con las características de la falla, el cual desaparecerá hasta que la falla se haya corregido.

Como dato adicional, el operador puede visualizar en la animación, los silos que se están vaciando en la sección de empaque de harina, dato útil para mejorar la administración de llenado de los silos.

Por consiguiente, se obtiene la información correcta en cantidad, en el momento preciso, y en el lugar adecuado, lo que nos conduce al concepto CIM. Por otra parte se cumple con exigencias CIM, como es la utilización de sistemas de automatización capaces de comunicarse entre sí y redes de comunicación para poder asegurar un flujo continuo de información.



GRAFICA 4.7 Animación Sistema de Llenado

seleccionar los silos con que trabajará y la línea a que estos despacharán (ver gráfica 4.8). Debido a que sólo dos líneas de despacho existen, el operador marca con un cheque sobre la línea A, por ejemplo: Se desea descargar silo 1 y 3 a la línea A, y el silo 7 a la línea B. El operador marca con un cheque sobre el silo 1,3 y 7. Luego, a la par de esta selección se encuentran las líneas de despacho A y B, marcando a la par de los silos 1 y 3 sobre la línea A, quitándose automáticamente los cheques de estos silos sobre la línea B. Para seleccionar el silo 7 hacia la línea de despacho B, se debe quitar el cheque de este silo sobre la línea A y automáticamente se seleccionará la línea B de este silo. Esta es una facilidad para el operador, ya que sólo estará trabajando sobre la línea A, seleccionándose y deseleccionándose automáticamente la línea B. Al terminar de seleccionar los silos y su dirección de despacho, se debe pulsar el botón de “Confirmación” para deshabilitar la selección de silos. De cualquier forma, después de un tiempo de aproximadamente un minuto, no se pulsa este botón, se deshabilitará automáticamente, teniendo el operador que ingresar su nombre y palabra clave para poder realizar cambios. Al terminar con estas selecciones, el operador puede ingresar las diferentes velocidades en “herz” de los variadores con que estos silos vaciarán.

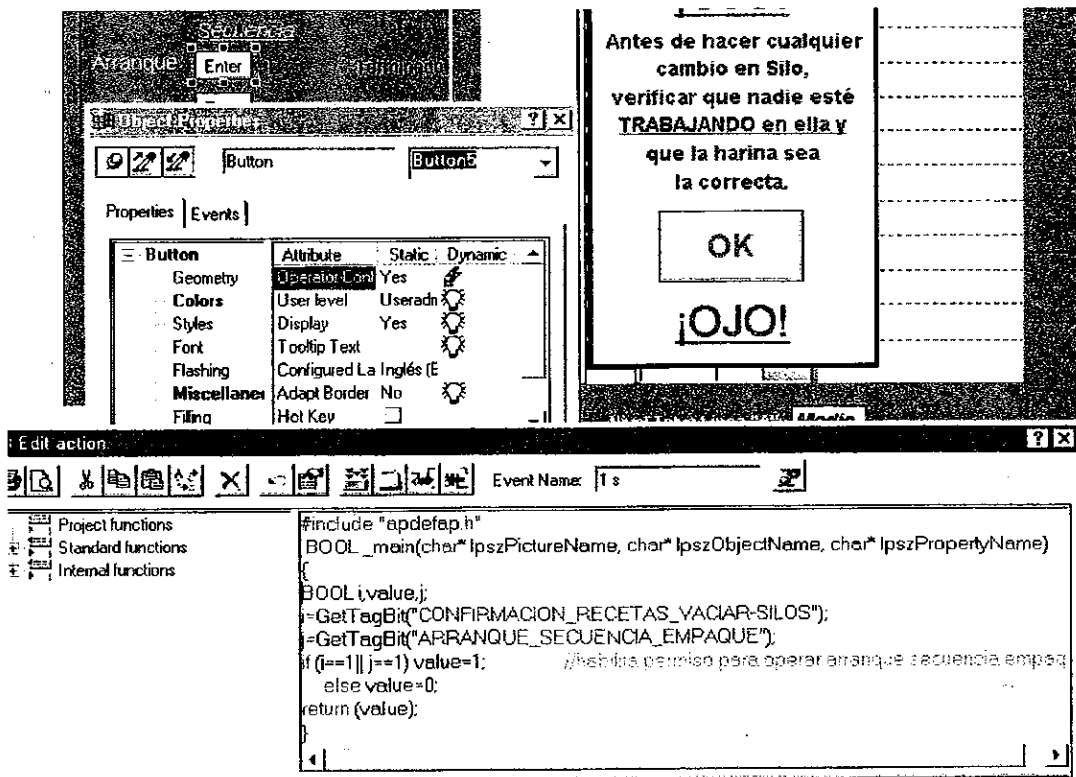
Hasta este punto se puede pulsar el botón de “Arranque” (ver gráficas 4.9 al 4.11), que iniciará la secuencia de encendido de los motores, el cual es en orden inverso a como fluye la harina. De esta forma, cuando la harina empiece a salir del silo, todo su transporte hacia el despacho ya estará encendido y así evitar atascos.

Tiempo (segundos) Sistema	Llegar físicamente al tablero de control	Saber qué guardamotor se disparó	Desatasque de Harina en línea de producción (mínimo tiempo)	Rearranque del sistema	Tiempo total mínimo.
Convencional	7	10 a 50	600	180	797
Automatizado	7	0	60	7	74

TABLA 4.1 Comparación arranque sistema después de haber una falla por disparo en un guardamotor.

Para comprender mejor el flujo de información entre el nivel de control de procesos y nivel de procesos y la forma de estructurar una arquitectura CIM, se tomará como ejemplo el análisis del botón “Aceptar” (Enter) de la pantalla de vaciado (ver gráfica 4.8).

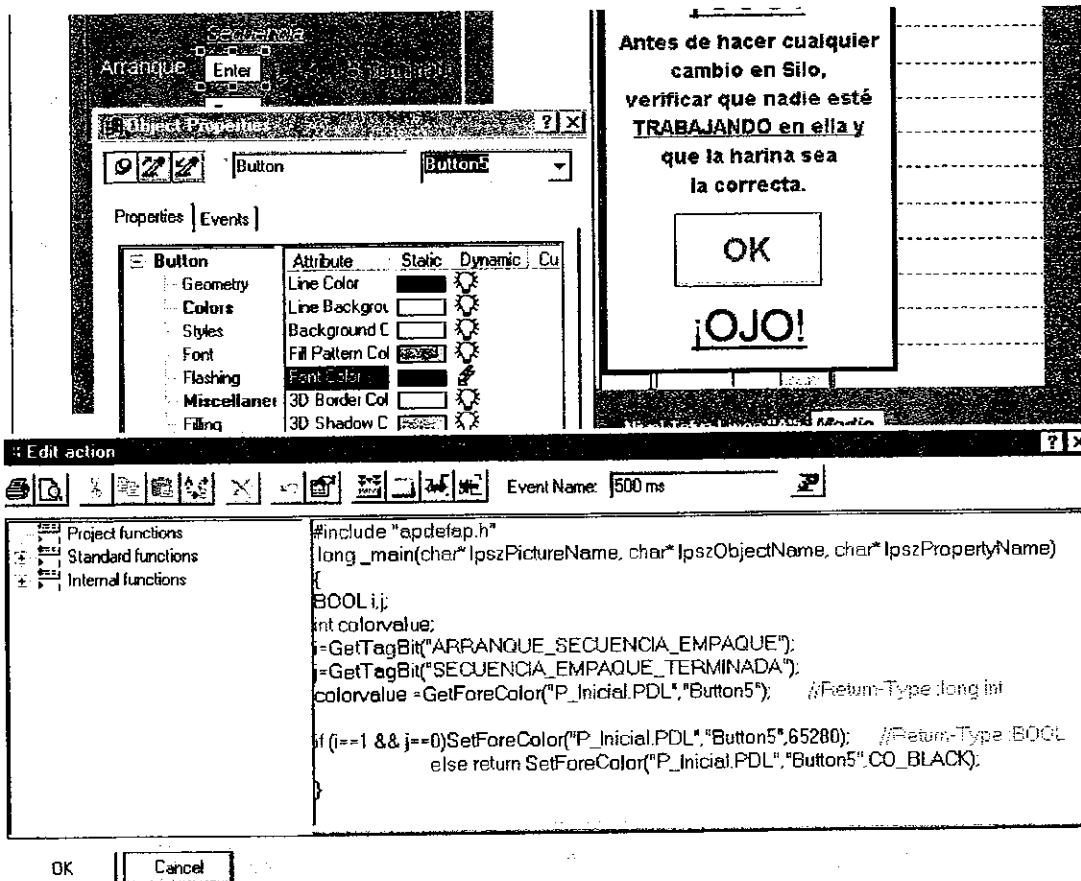
El punto de partida para proyectar esta arquitectura es el flujo de la información. Los requisitos relativos a la estructura y capacidad de rendimiento de un sistema informático tienen que proceder de la aplicación, es decir, del ámbito de producción. En consecuencia, el modelo informático no se contempla aquí desde el punto de vista de sus componentes de hardware, sino desde la perspectiva de la aplicación. Este botón tendrá como efecto iniciar el arranque de los motores del sistema de vaciado desde la PC, ya que necesitará la retroalimentación de su estado para asegurar el correcto funcionamiento del proceso y enterar al operador, además tendrá que cumplir



GRAFICA 4.9 Habilitación funcionamiento botón Aceptar (Enter)

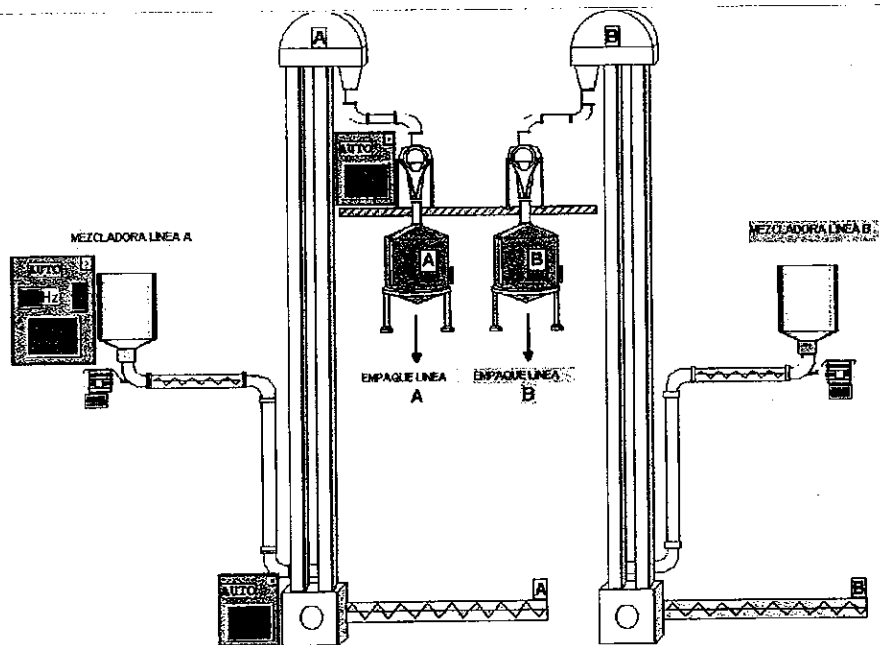
Una vez que el operador pulse el botón, mandará el valor de la variable asignada a este elemento en el nivel de dirección de proceso, al PLC en el nivel de control de proceso, siendo su tiempo de ejecución por instrucción binaria de 0.1 milisegundo. Por programa iniciará la orden de arranque de los motores por medio de sus interfaces ASI y módulos de salidas al nivel de proceso, el cual tiene un ciclo máximo de ejecución de 5 milisegundos (ver gráfica 4.10). Por consiguiente, el retraso de reacción, desde que el operador pulsa el botón "Enter" hasta que se dé la orden de activación del motor, es de un máximo de 505.1 milisegundos.

computadora, el texto volverá al color negro, dándole a conocer al operador que la secuencia de vaciado ha sido finalizada (ver gráfica 4.11)



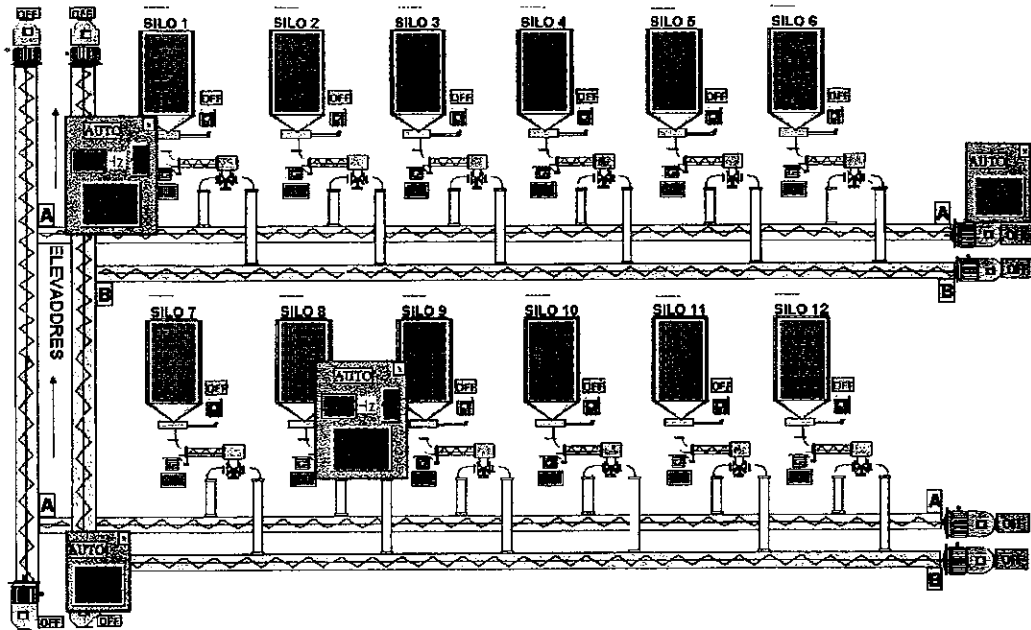
GRAFICA 4.11 Cambio de colores para el texto "Enter"

En resumen, la forma de estructurar esta arquitectura CIM queda como se muestra en la gráfica 4.12, al utilizar únicamente un bus central para la transmisión de datos entre los diferentes niveles de producción y procesos.



GRAFICA 4.13 Continuación animación y control Sistema de Vaciado
(Sección Elevadores)

La secuencia de vaciado por línea de despacho se compone de: -dos motores trifásicos para el accionamiento de los turbocernedores, -un motor trifásico del elevador (transporte harina desde sótano hasta el quinto nivel), -un motor trifásico movimiento rosca 1 (transporte harina obtenida de silos 1 al 12), -un motor trifásico movimiento rosca 2 (transporte harina silos 1 al 6 hacia rosca 1), -un motor trifásico movimiento rosca 3 (transporte harina silos 7 al 12 de rosca 4 hacia rosca 1), -un motor trifásico movimiento rosca 4 (transporte harina silos 7 al 12 hacia rosca 3), y un variador de velocidad que recupera la harina de empaque enviándola nuevamente al elevador (ver



GRAFICA 4.14 Continuación animación y control Sistema de Vaciado

(Sección de Silos)

V RESUMEN

No sólo bastaba con el hecho de instalar PLC's para el control de cada sistema (Llenado y Vaciado), sino que era necesario también encadenar ambas secciones del proceso.

Por ejemplo nivel del silo:

- En el sistema de llenado este dato es utilizado para parar automáticamente los dispositivos que estén llenando los silos.
- En el sistema de vaciado este dato es utilizado para parar automáticamente el variador de velocidad y el vibrador del silo que ha sido vaciado.

Por este motivo se instaló un bus de comunicación estándar totalmente abierto, con el fin de transmitir datos entre estos PLC's y que este mismo bus sea la base para incorporar las demás secciones de la producción de harina, pudiendo lograr de esta forma como CIM lo indica, un flujo continuo de la información.

Ya que el control y operación del funcionamiento de ambas secciones (Llenado y Vaciado) son complejos y sus resultados deben ser precisos, fue necesario incorporar las computadoras en ambas secciones de producción, facilitándole al operador por medio de pantallas de visualización estas funciones:

VI BIBLIOGRAFIA

Case, R. y N.. Aquilano. Production & operation management. EUA, IRWIN. 1992.

1062 pp.

Dorf, Richard. Sistemas modernos de control. 1989. 2da edición. Addison-Wesley

Iberoamericana. 568 pp.

Ebel, K. Computer-Integrated Manufacturing: The social dimension. Suiza, Oficina

1990. Internacional del Trabajo. 90 pp.

H. Baumgartner und H. Wieding. Basisbetrachtungen. 1991. Siemens

Aktiengesellschaft, Berlin und Munich Marcombo,S.A. 227 pp.

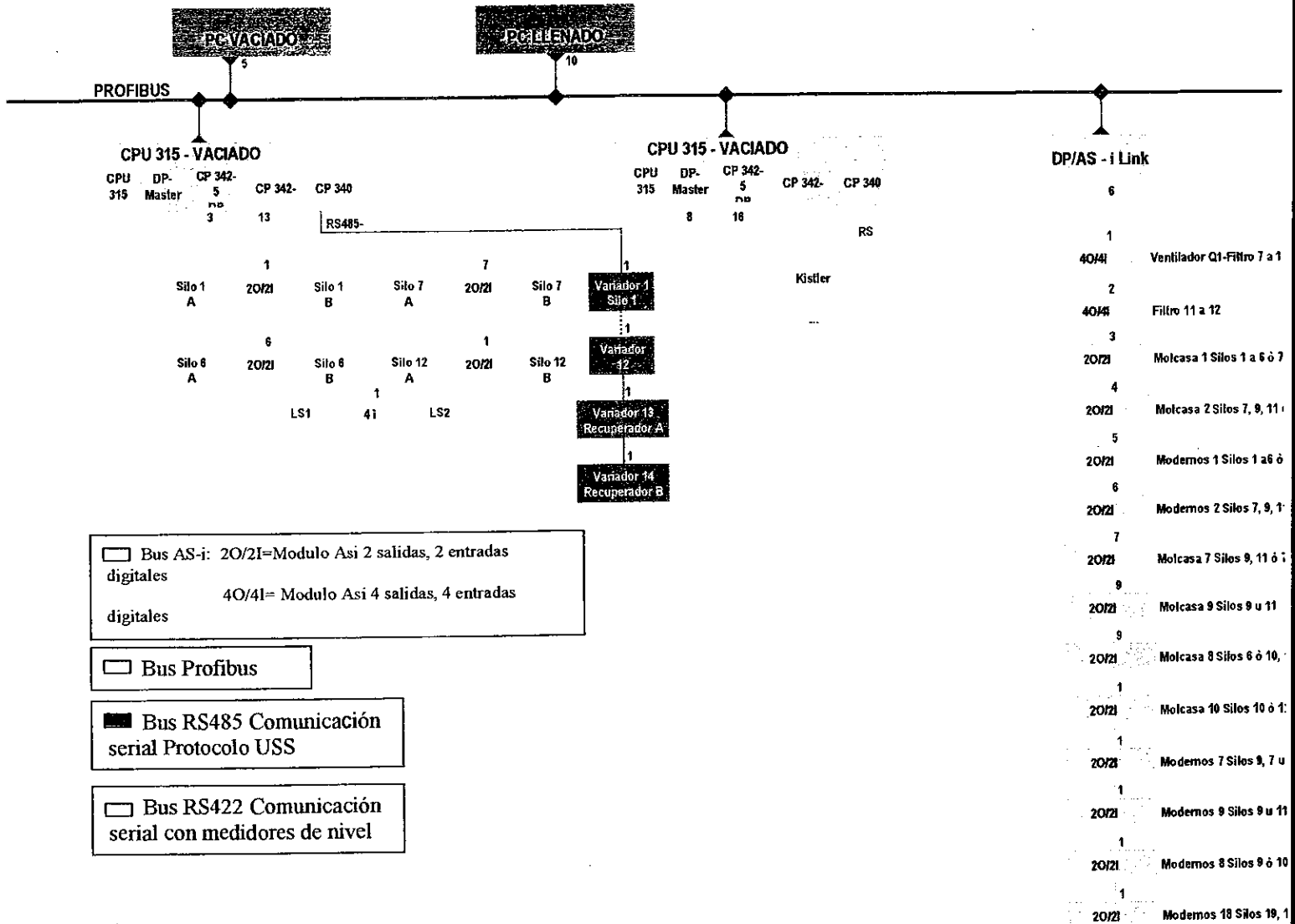
J. Weigmann und G. Kilian. Dezentralisieren mit Profibus-DP. 1998. Publicis MCD

Werbeagentur GmbH, Munchen. 192 pp.

Franklin G.F. Control de sistemas dinámicos con retroalimentación. 1991.

Addison-Wesley Iberoamericana. 618 pp.

APENDICE A
DIAGRAMA DE BUS DE COMUNICACION GENERAL



Bus AS-i: 20/21=Modulo Asi 2 salidas, 2 entradas digitales
 40/41= Modulo Asi 4 salidas, 4 entradas digitales

Bus Profibus

Bus RS485 Comunicación serial Protocolo USS

Bus RS422 Comunicación serial con medidores de nivel

Diagrama General Bus de Comunicación

APENDICE B

ESTRUCTURA EN BLOQUES DEL PROGRAMA SISTEMA DE LLENADO

