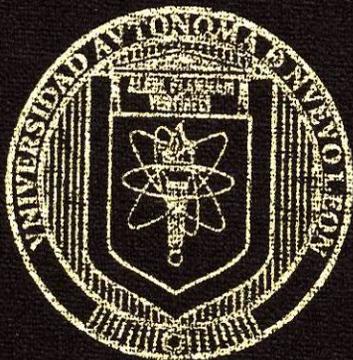


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS



SINCRONIZADOR VISUAL DE PRODUCCION
(TAKT TIME)

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA DE CIENCIAS COMPUTACIONALES

PRESENTA:
JOSE PABLO VELAZQUEZ GONZALEZ

DICIEMBRE DEL 2004

TL

TS155

.63

.V45

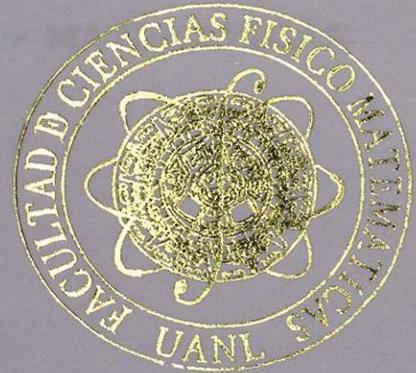
2004

c.1



1080171462

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS



SINCRONIZADOR VISUAL DE PRODUCCION
(TAKT TIME)

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIATURA DE CIENCIAS COMPUTACIONALES

PRESENTA:
JOSE PABLO VELAZQUEZ GONZALEZ

DICIEMBRE DEL 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO – MATEMATICAS



**Sincronizador Visual de Producción
(TAKT TIME)**

POR

José Pablo Velázquez González

**Como requisito parcial para obtener el grado
de LICENCIATURA DE CIENCIAS
COMPUTACIONALES**

Diciembre del 2004

AGRADEZCO PROFUNDAMENTE:

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por darme el conocimiento y la perseverancia para seguir adelante y a la vez la fuerza para levantarme de mis caídas y las humildad para disfrutar mis victorias.

A MIS PADRE:

José Velázquez Castillo y Ma. Del Refugio González de Vzz, por darme todo el cariño, amor y confianza para seguir en este arduo camino que apenas estoy empezando.

A MIS HERMANAS:

Por ser una diversión y luz de alegría en mi vida.

AL LIC. ROGELIO J. SEPÚLVEDA

Por Ayudarme con mucho esfuerzo para lograr y realizar la obtención de la tesis.

A MIS AMIGOS:

A toda mi banda y perrada que me han ayudado en mi vida que han sido luz y sombra en este trayecto por mi crecimiento como persona a todos mis colegas de la facultad y amigos (Beth, Adriana, Yenia, Vero, Chupis, Chispa, Recto, Rodrigo, Mari, Sonia, Carreño, Lalo, a todos), compañeros, conocidos y de mas, en especial a la raza de Santa Catarina (Miguel, Moy, Limones, Zurda, Ray , a todos) y García (Papo, Gil, Chompi a todos) por divertirme y recordarme que nunca estaré solo y contare con su amistad, y si alguien se me olvido y de corazón es mi amigo también se le dedica esta tesis.

AL PERSONAL DE ANDON TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.

Al Filántropo de la ingeniería industrial visual al Ing. Juver Ayala Cervantes por darme la confianza y la fe de realizar este magnifico sistema y sobre todo la paciencia para saber soportar mis errores, y por su apoyo y sinceridad al Sr. Benito Cervantes (arriba los tigres).

Porque la gracia, inteligencia y sabiduría que Dios te regale úsala haciendo el bien para que sean esas misma virtudes fortalecidas y siempre sobreabunden, que al fin es lo que al alma fortalece.

Gracias

ALERE FLAMMAM VERITATIS

PROLOGO

El propósito de esta tesis es informar que existen una cantidad enorme de sistemas computacionales que unidos a sistemas electrónicos y aplicados a las líneas de ensamble o de producción de cualquier líneas de manufactura generan una gran herramienta de ayuda y sincronización, sabemos que México tiene una gran cantidad de empresas nacionales y transnacionales que se dedican al ensamble o fabricación de cualquier producto para ofrecerlo o distribuirlos a sus clientes o satisfacer sus propias necesidades como empresa esta rama no se encuentra exenta de sistemas ya que son utilizados para la obtención de indicadores de desempeño, coordinación, logística, etc. , en el transcurso de esta tesis se mencionara la existencia de algunos sistemas que se dedican a la dedicación y /o sincronización de las líneas de producción y abordaremos en una manera mas profunda el sistema TAKT TIME el cual fue desarrollado por su servidor en el ámbito del software y no hubiera sido posible sin la ayuda de los coordinadores de este gran proyecto, teniendo como principal objetivo unir a todos los departamentos de una línea de ensamble. El resultado es un sistema eficiente, de bajo costo, que extiende el estado de la creación y que se adapta los requerimientos de la empresas.

TABLA DE CONTENIDO

1 – Introducción.

1.1 Antecedentes.....	1
-----------------------	---

2 - Líneas de Producción.

2.1 Definición.....	3
2.2 Objetivos.....	4
2.3 Características.....	7
2.4 Modelo o Tipos (Ejemplos de Líneas de Producción)	8
2.5 Indicadores que Miden el Desempeño de la Producción.....	11
2.6 Indicadores que Afectan el desempeño de la Producción.....	13

3 – Investigación de Sistemas de Líneas de Producción.

3.1 Introducción.....	16
3.2 Tabla de Características.....	18
3.3 Sistema a Evaluar.	21

4 – TAKT TIME.

4.1 Objetivos.....	23
4.2 Beneficios.....	25
4.3 Ventajas.....	26
4.4 Desventajas.....	27
4.5 Características.....	28
4.5.1 Andon	
4.5.1.1 Objetivo.....	30
4.5.1.2 Características.....	30
4.5.1.3 Funcionalidad.....	32
4.5.2 AndonSys	
4.5.2.1 Objetivo.....	34
4.5.2.2 Características.....	34
4.5.2.3 Funcionalidad.....	35
4.5.3 Visor Gerencial	
4.5.3.1 Objetivo.....	39
4.5.3.2 Características.....	39
4.5.3.3 Funcionalidad.....	39

5 – Fase de Diseño General Detallado AndonSys.

5.1 Diagrama General del Sistema.....	41
5.2 Definiciones de Módulos.....	42
5.3 Descripción de Módulos.....	54
5.4 Diseño de Entrada de Datos.....	65
5.5 Descripción Procedimientos.....	70
5.6 Diseño de la Base de Datos.....	81
5.7 Características de la Base de Datos.....	82

6 – Fase de Diseño General Detallado Visor Gerencial.

6.1 Diseño General del Sistema.....	90
6.2 Definición de Módulos.....	91
6.3 Descripción de Módulos.....	93

7 – Conclusiones.

Referencias Bibliográficas.....

96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Sistema de Producción Básico.....	3
Figura 2-2 Diagrama de Sistema Continuo.....	10
Figura 2-3 Diagrama de Sistema Intermitente.....	11
Figura 2-4 Tiempo Muerto.....	15
Figura 3-1 Esquema General del Sistema.....	22
Figura 4-1 Tablero Digital.....	31
Figura 4-2 Diagrama Instalación Típica.....	31
Figura 4-3 Estructura del Packet.....	32
Figura 4-4 AndonSys.....	36
Figura 4-5 Visor Gerencial.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Sistemas de Manufactura (1era. PARTE).....	18
Tabla 3-2 Sistemas de Manufactura (2nda. PARTE).....	20

1.1 Antecedentes

Cada día es mayor el número de empresas nacionales y extranjeras que se dedican a la producción y manufactura en nuestro país y el cumplimiento de la entrega de pedidos en cantidad y fecha, hoy en día es el criterio principal ganador de pedidos por encima del precio y calidad del producto. Cuando no se cumple con la entrega a los clientes a tiempo se les causa un gran problema, deteniendo su línea de producción, haciéndoles perder cantidades de dinero enorme y causando un efecto domino a otras empresas que dependan de este producto, por lo tanto los proveedores tienen problemas severos desde cláusulas de penalidades, hasta el extremo de perder la certificación de proveedor corporativo por entrega impuntual o deficiente.

Existen una infinidad de software o hardware que tienen información básica para el cumplimiento de fecha de entregas, pero esta información solo tiene acceso el nivel gerencial de las compañías y supervisores olvidándose de involucrar al operador quien es la pieza fundamental de cualquier proceso y es uno de los puntos principales de esta problemática.

Cuando se entra a cualquier empresa con una línea de producción y se le pregunta al supervisor de la línea sobre este aspecto primordial: ¿Cuántas piezas llevas producidas con respecto a tu ritmo de producción (Takt Time)?

El supervisor menciona cuantas piezas tiene en inventario, pero en realidad no sabe cuantas piezas realmente debe de llevar con respecto a su ritmo de producción. Al igual los operadores de las líneas no tienen idea de cuantas piezas producidas llevan, si están atrasados en la producción o adelantados, por lo tanto no saben si deben seguir con el mismo ritmo de su producción, disminuirlo o aumentarlo.

Esta información es la base para tener el conocimiento del desempeño de la línea y del análisis de las causas que originan la variabilidad en el proceso de la producción para el gerente, quien establecerá las contingencias para atacar los problemas que atrasaron la producción de la línea capacitando a los supervisores de las líneas, pero por desgracia esto es al final de turno o cuando

la línea ya esta detenida por alguna causa desconocida por el gerente y empieza hacer un análisis post mortem siendo ya demasiado tarde para resolverlo.

Pero esto aun no termina tanto para el supervisor de la línea, cuando tiene que recopilar todos los sucesos que ocurrieron en la línea, cuanto fue el tiempo operativo y perdido de la línea, cual fueron las causas del tiempo perdido, cuanto duro cada evento; Estas razones tienen que dar cuenta a sus superiores ya que al capturar la información y presentarlo en un ambiente de graficas es una travesía y sin olvidar que esa información puede ser manipulada para no demostrar la gravedad del asunto.

Aunque no solo el operador es a veces el principal causante de la deficiencia de las líneas de producción, muchas veces es el proveedor interno o externo de la compañía que disminuye el flujo de producción, ya sea por una reparación de maquina o por que el material del proveedor venía defectuoso.

También la cantidad de piezas producidas que son defectuosas es una perdida para la empresa, y tener el conocimiento de cuantas piezas no cumplieron con las normas de calidad es fundamental para establecer un método para detectar cuales fueron las causas de esos defectos y aplicarlo a la línea.

Estos factores son la base para que una línea de producción pueda fracasar o tener días pésimos si no se le atiende con cuidado, o no se le da la atención requerida para un optimo desempeño ya que muchas empresas pierden cantidades de dinero enormes por el malo desempeño de una línea de producción ante un cliente, ya que el proveedor pierde dinero solo para no perder a un cliente que es fundamental para el y resulta difícil asimilar de manera visual y practica la situación del desempeño de las líneas de producción con respecto a los objetivos de la compañía.

2.1 Definición

La función de la producción de las empresas se relaciona con el empleo de factores humanos, mecánicos y materiales para la fabricación de bienes o servicios, para sí mismas u otras empresas que dependan de ellos. Es preciso indicar, que para la obtención de esos bienes, es necesario uno o más procesos de transformación que pueden clasificarse en:

- ✓ Físicos, como en las operaciones de fabricación.
- ✓ De lugar, como en el transporte o en las operaciones de almacenamiento.
- ✓ De intercambio, como en las operaciones con los minoristas.
- ✓ Fisiológicos, como en el caso de la sanidad.
- ✓ Psicológicos, como en el caso de los servicios de entretenimiento.
- ✓ Información, como en el caso de las comunicaciones.

En el caso de las líneas de producción o ensamble se aplican los procesos físicos los cuales, a partir de una serie de entradas (insumos), siguiendo una o más operaciones de conversión, se crean en salidas (productos) las cuales son revisadas por un control de inspección que verifican, que se cumplan los estándares mínimos de calidad establecidos por la compañía, a todo este proceso se le conoce como sistema de producción.

La Figura 1.1 muestra un diagrama de un sistema de producción que es el más simple que existe, ya que cada empresa, a partir de este diagrama se empieza para personalizar su sistema y adecuarlo a sus necesidades dependiendo de las características de fabricación del producto.

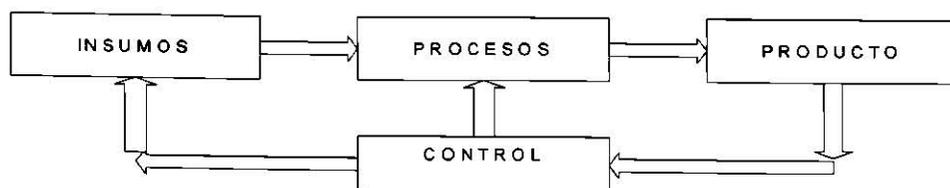


Figura 2-1 Sistema de Produccion Basico

Este sistema debe caracterizarse por ser creador de utilidad (la cualidad que tiene los productos que los hace idóneos para ser empleados por los posibles clientes), para que el producto fabricado pueda ser rentable para la empresa. La utilidad puede ponerse de manifiesto de cuatro formas fundamentales (forma, lugar, tiempo y propiedad). Dotando a los productos de utilidad, la empresa se asegura que son valorados económicamente por los consumidores, que estarán dispuestos a pagar un precio determinado por ellos.

La operación eficiente de los sistemas de producción depende en gran medida de la calidad en el diseño de los componentes que los conforman, así como en la integración de éstos con el resto del sistema empresarial ya sea operadores de la línea, maquinaria, ritmo de trabajo, etc. Los sistemas de producción son parte integral de la cadena del valor (conjunto de procesos industriales que agregan valor al producto desde su concepción al mercado) en la empresa.

2.2 Objetivos

En las empresas, dentro de su área de producción cuentan con una gran cantidad de departamentos y secciones, entre ellas las líneas de producción. Los objetivos más importantes que cumplen las líneas de producción podemos mencionar, la de organizar el trabajo en su ámbito, seleccionar los procesos productivos, establecer la distribución de las plantas, localizar las instalaciones, diseñar puestos de trabajo, gestionar los inventarios, calcular los tiempos de fabricación de los insumos y planificar la producción. Pero nosotros nos basaremos internamente en la línea de producción, los objetivos a alcanzar se han centrado en seis aspectos fundamentales: **coste, productividad, calidad, flexibilidad, rapidez y servicio**. La selección de unos objetivos u otros deberán llevarse a cabo en función de sus prioridades estratégicas, con el fin de alcanzar ventajas competitivas sostenibles según las políticas de las compañías. Se pretende, en definitiva, conseguir que la compañía sobresalga por encima de sus competidores en algún aspecto al que los clientes asignen importancia. Además, no podemos perder de vista que el hecho de que la empresa se centre en uno de sus objetivos de forma prioritaria, no implica en ningún caso que pueda dejar de lado los otros. A continuación procederemos a examinar brevemente los objetivos de las líneas de producción.

Control y Reducción de Costes

El coste expresa el valor monetario de los bienes y servicios consumidos por la empresa en el desarrollo de su actividad. Es evidente la importancia de la reducción de costes como arma competitiva de la empresa. Por un lado, es uno de los factores determinantes del precio de venta de los productos, que en muchos casos, tiene una gran relevancia a la hora de competir. Los objetivos fundamentales de reducir costes sin disminuir la calidad de los productos elaborados son:

- ✓ Mejorar el aprovechamiento de los recursos existentes.
- ✓ La realización de inversiones que mejoren la tecnología empleada en la línea.

Productividad

No es más que una medida de la eficiencia de la operación de la empresa que relaciona la producción con el consumo de recursos en que esta ha incurrido para poder llevar a cabo su actividad, la cual las líneas deben de cumplir o tratar de cumplirla. La elevada productividad es uno de los objetivos esenciales de las empresas. No solo es importante el valor que alcanza esta variable en términos absolutos para la empresa, sino que es preciso analizar como evoluciona la de la competencia y cual es su tasa de variación.

Calidad

La calidad tiene una incidencia fundamental sobre los costes de la empresa, especialmente con los derivados de la existencia de productos defectuosos. La mala calidad es origen de costes tanto tangible como intangibles de poca calidad de insumos que afectan a la elaboración de los productos. Las líneas de producción deben de cerciorarse y verificar que los insumos que compran o fabrican deben de cumplir con una calidad aceptable para ser utilizada en el ensamble de un nuevo producto, para poder fabricar y cumplir la aceptación de sus clientes.

El Cumplimiento y la Rapidez de las Entregas

Este objetivo suele comprender básicamente dos aspectos, que configuran la denominada competencia basada en el tiempo. Se trata de las entregas rápidas y las entregas en fecha. En definitiva, se trata de conseguir el menor tiempo de entrega posible, definiendo este como el intervalo de tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido hasta que el cliente lo recibe en condiciones de ser utilizado, y de entrega en la fecha comprometida con el cliente el mayor numero de pedidos posible, lo cual suele medirse en función del nivel del servicio de entregas realizadas a tiempo y en total acordado, ya que este objetivo es uno de los que mas caos hace a empresas que dependen de la entrega de este producto.

Flexibilidad

La flexibilidad de un sistema puede definirse consecuentemente como la habilidad de una entidad para desplegar y replegar sus recursos en forma eficaz y eficiente en respuesta a las condiciones cambiantes, la flexibilidad se refiere a la capacidad de responder ante el cambio, a la adaptabilidad, o a la habilidad para hacer frente a las circunstancias cambiantes que afectan la producción, a través de cambios en la demanda, en el suministro, en los productos, en el proceso, en el equipamiento y en la mano de obra.

Servicio

Las líneas de producción deben tener un servicio para alcanzar una ventaja competitiva sostenible, el servicio incrementa el valor añadido del producto, es un determinante clave en la percepción de calidad o falta de ella. La creciente demanda de un nivel de servicio elevado por parte de los clientes hace que, cada vez con mas frecuencia, los servicios se convierten mas en un requisito para competir que en una ventaja competitiva.

Los objetivos que hemos mencionado no son independientes, sino que entre ellos existen múltiples interacciones, que será preciso tener en cuenta a la hora de establecer niveles de logro en cada uno, sobre todo cuando exista conflicto entre ellos ya que los puede ver o existir.

2.3 Características

Cualquier sistema sin importar a donde va enfocado posee características, aspectos semejante o enfocados hacia el mismo objetivo, en la línea de producción estas características pueden ser desde el tipo de insumo que fabriquen, la cantidad de procesos para obtenerlo, el flujo de los procesos para fabricar el producto, etc. Las características son semejantes sin importar cual es el giro industrial de la empresa o la fabricación del insumo, dentro de las características básicas de una línea de producción estos son las siguientes:

Procesos:

Cantidad de procesos o estaciones por la cual debe de pasar el material para poder ser transformado en el producto final es manipulado por maquinas, mano de obra o ambos.

Flujo:

Son los tipos de rutas que toma el material para ser transformado dependiendo de las características de los productos a obtener al momento de ser ensamblado, cierto material puede seguir un flujo continuo de estaciones o procesos de ensamble para poder ser convertido en el producto final, este flujo no puede saltar algún proceso al momento de ser ensamblado.

Ritmo de Producción (Takt Time):

Es el tiempo de ciclo ya estimado en el cual los materiales deben de ser ensamblado para obtener el producto final, este ritmo es calculado dependiendo del producto, la cantidad de mano de obra y la cantidad de procesos que deben de pasar para obtenerlo.

Finalidad:

Forma de operar dependiendo de la demanda o las necesidades que el mercado exija.

Proceso de Fabricación:

Existen dos tipos de fabricación que son por inventarios y por pedidos, la primera es para satisfacer necesidades de la misma compañía y la segunda es para satisfacer las necesidades de otras empresas

Hombre, Maquina Material:

Por medio de los tres elementos mencionados coordinados eficientemente mediante una buena administración podemos obtener los productos que nos generan ganancia y por tanto que le traen prosperidad a una empresa.

2.4 Modelos o Tipos (Ejemplos de Líneas de Producción)

Un sistema que pertenece ya sea a una fabrica, una empresa, una agencia gubernamental, etc. poseen diferentes o semejantes modelos de producción para prestar el servicio al cual están asignados hemos mencionado que existe una amplia gama de procesos para obtener un servicio o producto, enseguida definiremos la clasificación de los sistemas y profundizaremos en el tipo de sistemas el cual se aplica a las líneas de producción.

Clasificación de sistemas:

- ✓ Físicos y Abstractos
- ✓ Naturales y Elaborados
- ✓ Abiertos y Cerrados
- ✓ Técnicos y Civiles o Sociales.
- ✓ Por Proceso y Por Ordenes

Físicos: Son aquellos sistemas que existen físicamente o están implantaron.

Abstractos: Son aquellos que solo existen en forma conceptual o en la mente de alguien.

Naturales: Son aquellos sistemas elaborados por la naturaleza

Elaborados: Son aquellos sistemas elaborados por el hombre.

Técnicos: Son los que integran aplican la tecnología para alcanzar una meta.

Civiles o Sociales: Tiene como finalidad la satisfacción de un objetivo social.

Abiertos: Son aquellos donde es muy difícil predecir su comportamiento. La retroalimentación existente no es controlable y en algunos casos es subjetiva (el organismo del cuerpo humano).

Cerrados: Son aquellos que tienen objetivos, insumos, productos y relaciones claramente determinados por lo que el control, retroalimentación y pronóstico pueden ser establecidos de manera precisa y objetiva.

Por Proceso: Es aquel que por medio de un proceso común se elaboran todos los productos.

Por Ordenes: Es aquel donde cada lote de productos diferentes sigue un proceso especial.

Estos dos últimos sistemas (**Por Proceso y Por Ordenes**) pertenecen a los sistemas de producción, los cuales se aplican a las líneas de producción en base a sus procesos nosotros nos enfocaremos, estos sistemas productivos se dividen en: **Sistemas Productivos Continuos** y **Sistemas Productivos Intermitentes** los cuales ambos poseen diferentes características y formas de trabajo, pero su objetivo es el mismo.

Sistemas Continuos

Los sistemas productivos de flujo continuo (líneas de producción dedicadas) son aquellos en los que las instalaciones se uniforman en cuanto a las rutas de ensamble y los flujos en virtud de que

los insumos son homogéneos, ya que el procedimiento de ensamble se mueve de proceso a proceso. La Figura 2-2 muestra un diagrama de cómo sería un sistema continuo.

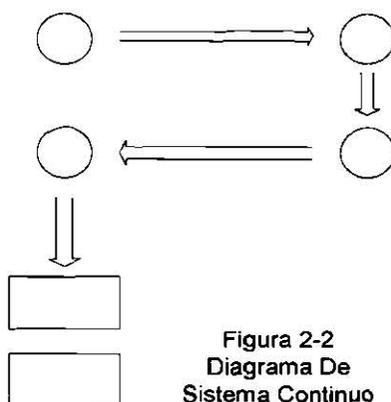


Figura 2-2
Diagrama De
Sistema Continuo

Estos tipos de sistemas en las empresas de manufactura se le conocen como líneas de producción dedicadas se fabrica el mismo producto siguiendo un flujo continuo de procedimientos bajo un ritmo de producción variable dependiendo de la demanda del producto. Aunque estos sistemas la producción a gran escala es una característica principal.

Sistemas Intermitentes

Los sistemas intermitentes (células o celdas de producción mixtas) son aquellos en donde las instalaciones deben ser suficientemente flexibles para manejar una gran variedad de productos y tamaños, ya que en estos sistemas se fabrican diferentes tipos de insumos o combinación de insumos de estación a estación, pueden saltar diferentes procesos de preparación. Además, las piezas de la familia son similares en su tiempo de preparación, tiempo de ciclo, requisitos en materia de herramientas y accesorios, y necesidades de inspección. Los sistemas intermitentes no fabrican la misma pieza una y otra vez pero sí la misma familia de piezas. La figura 2-2 muestra modalidades del sistema antes mencionado.

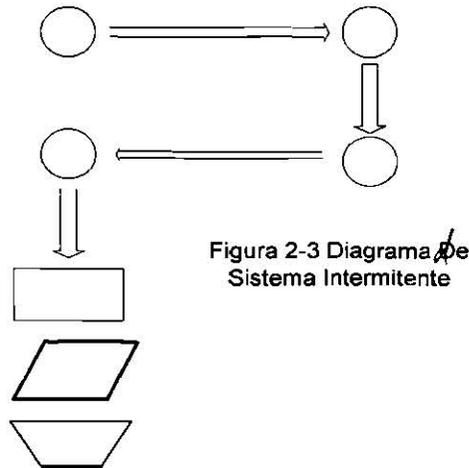


Figura 2-3 Diagrama de Sistema Intermitente

Estos sistemas tienen estaciones de trabajo distintas agrupadas en células para producir una familia de productos, organización célula a célula por flujo de producto no necesariamente los productos deben seguir un proceso continuo en ocasiones pueden necesitar menos procesos que otros productos.

2.5 Indicadores que Miden el Desempeño de la Producción.

El término "indicador" en el lenguaje común, se refiere esencialmente a datos cuantitativos, que nos permiten darnos cuentas de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Los indicadores pueden ser medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas, la importancia de los indicadores radica en muchas situaciones ya que permiten medir cambios o situaciones a través del tiempo, y así orientarnos de cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos para evaluar y dar surgimiento al proceso de nuevos desarrollos.

Los indicadores de desempeño de la producción deben estar relacionados con los productos estratégicos o relevantes (bienes y / o servicios) de la institución, debe ser una herramienta que entrega información a través de una medición cuantitativa respecto al logro o resultado en la entrega de los productos (bienes y / o servicios) generados por la institución permitiendo interferir directa o indirectamente en una medida del logro de las metas propuestas.

Los indicadores para evaluar el desempeño de una línea de producción los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad son: eficiencia, efectividad, eficacia y comportamiento.

Eficiencia:

Se refiere a la producción de bienes o servicios que la sociedad valora mas, al menor costo social posible, elaborar la eficiencia de la producción significa alcanzar los mayores resultados económicos con los menores gastos de trabajo social, siendo elementos fundamentales para su elaboración:

- ✓ La utilización de la producción de los adelantados de la ciencia y la técnica.
- ✓ Elevación de la calidad de la producción

Es decir describe la relación entre dos magnitudes: la producción física de un producto y los insumos o recursos que se utilizaron para alcanzar ese nivel de producto. En otros términos, se refiere a la ejecución de las acciones, beneficios o prestaciones de servicios utilizando el mínimo de recursos posibles.

Eficacia:

Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado también sea los "Resultados" en relación con las "Metas y cumplimiento de los Objetivos organizacionales". Para ser eficaz se deben priorizar las tareas y realizar ordenadamente aquellas que permiten alcanzarlos mejor y más rápidamente.

Eficacia es el grado en que algo (procedimiento o servicio) puede lograr el mejor resultado posible, la falta de eficacia no puede ser reemplazada con mayor eficiencia por que no hay nada más inútil que hacer muy bien, algo que no tiene valor.

Efectividad:

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. La efectividad de la producción es el desarrollo económico de la actividad productiva, los cálculos de esta permiten relacionar e integrar en un plan único los volúmenes y ritmos de crecimiento de la producción en correspondencia con las necesidades sociales, por una parte y las magnitudes de los gastos productivos por otra.

La base para lograr el aumento de la efectividad, es decir los puntos de partida de un plan de producción son:

- ✓ Productividad del trabajo.
- ✓ Rendimiento de los fondos.
- ✓ **Aplicación de nuevas tecnologías.**
- ✓ Aumento de la ganancia y la rentabilidad.
- ✓ Aumento de la calidad.
- ✓ Ahorro de recursos.

Comportamiento:

Indica la evolución de la producción de la línea con respecto al tiempo de su turno laboral, permitiendo observar en que lapso del tiempo la línea dejó de producir y donde perdió el ritmo de trabajo, para poder ejecutar alguna acción inmediata.

Todos estos indicadores se pueden capturar ya sea por cada hora trabajada de la línea e incluso cada media hora para tener un análisis completo de cual ha sido su tendencia durante la jornada laboral y poder realizar acciones de mejoras a esa área donde se realizó su análisis, pero por desgracia realizar esa tarea no es fácil.

2.6 Indicadores que Afectan el Desempeño de la Producción

Dentro de cualquier sistema que existe o que se encuentra aplicado a cualquier sector cuenta que acciones o factores que hacen que el rendimiento de ese sistema disminuya el desempeño o le

objetivo el cual el sistema fue asignado, impidiendo cumplir con la entrega del servicio al cual se dedican, estas acciones que afectan los procesos de un sistema pueden llegar al grado de detener por completo el sistema, ya sea por hora o días hasta el grado de detener sistema que pertenecen a la misma empresa o los sistemas de sus proveedores, provocando severas consecuencias.

Para medir el "mal" desempeño o funcionamiento causado por cualquier factor en una línea de producción se le conoce como tiempo muerto o tiempo perdido el cual en la mayoría de las empresas es una pérdida directa de dinero, esta pérdida de dinero es porque se está pagando salarios a operadores que no se encuentran haciendo sus actividades y porque afectada la entrega puntual de los insumos.

Tiempo Muerto

Es simplemente el tiempo el cual estuvo detenido el sistema, ya sea por un proceso (mecánico, humano o material) o un factor ajeno al sistema (clima), después se mide la cantidad de piezas que se dejaron de producir en ese lapso tiempo, existen dos tipos de tiempo muerto que son:

- ✓ Tiempo Muerto Menor (Micro Paros o Huecos de Línea)
- ✓ Tiempo Muerto Mayor

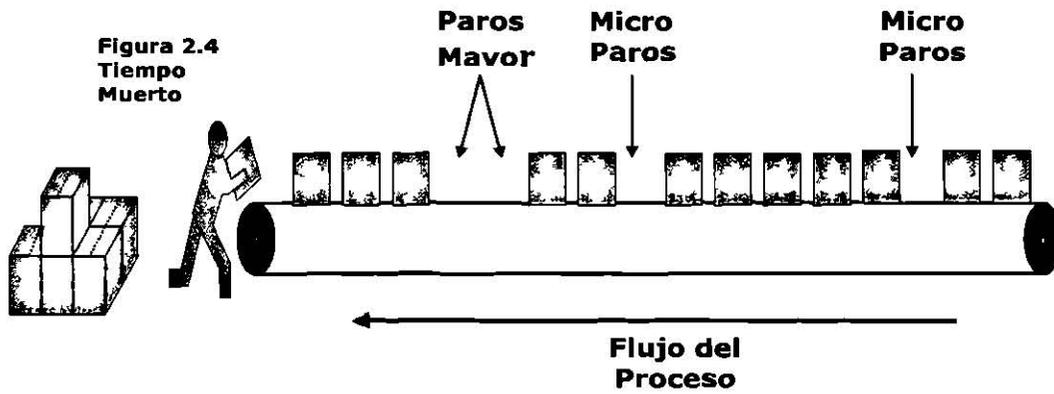
Tiempo Muerto Menor:

Son micros paros crónicos casi invisibles, difíciles de detectar y cuantificar por el típico método de supervisión ya que no provocan necesariamente un paro de maquina pero si afectan el flujo suave y consistente de la producción y son los que al final de turno afectan dramáticamente los objetivos de la producción.

Tiempo Muerto Mayor:

Son los tiempos muertos grandes los cuales son detectados por el método de supervisión, ya que la línea se encuentra detenida al momento de observarlo.

En la figura 2-4 se muestra un ejemplo de cómo sería el comportamiento de un tiempo muerto, ya que mencionamos que algunos de los descritos pueden ser observados y calculados por el método de supervisión y otros no.



3.1 Introducción

Dentro de la ingeniería industrial, siendo mas específico en las líneas de producción o ensamble existe una gran cantidad de herramientas que indican el comportamiento en el cual se encuentra la producción en este momento permitiendo a los operadores, supervisores de las líneas e incluso gerentes de la empresa tomar decisiones oportunas y rápidas, estas herramientas se encuentran desarrollados en dos grandes alcances de la tecnología, la electrónica (hardware) y las aplicaciones de computo (software) e incluso en ambas, permitiendo una mayor comodidad unir a varios departamentos de una empresa. A continuación mostraremos un listado de las diferentes herramientas que se encuentran en el mercado dividiéndolas en tres secciones en la cual fueron creadas: (Creadas con Hardware, Creadas con Software y Creadas con Hardware Manipulado por Software).

a) Creadas con Hardware:

Estas herramientas fueron creadas en su totalidad por componentes electrónicos permitiendo la interacción de los supervisores y operadores en las líneas, dando una visión del comportamiento de la producción pero no incluye a niveles de departamento de mas alto nivel, no registran o guardan una estadística de todas las actividades que se realizaron para verificar el comportamiento de la producción y muchas veces sus modificaciones para nuevas tareas son muy costosas. Ejemplos:

- ✓ DIGITAL DISPLAY SYS

b) Creadas con Software

Las herramientas creadas bajo software muestran una gran ventajas para los supervisores y gerentes de la empresa por su rapidez y exactitud a tiempo real permitiendo ver la tendencia del comportamiento de la producción observando reportes y graficas, pero no involucran a los operadores de las líneas los cuales son las piezas importantes en una línea de ensamble o producción. Ejemplos:

- ✓ FRAME

c) Creadas con Hardware Manipulado por Software.

Estas herramientas incluyen a más de un departamento de producción, permitiendo ver el comportamiento y el ritmo de trabajo de la línea, desde el operador más humilde hasta el gerente de más alto rango dentro o fuera de la empresa. Ejemplo:

- ✓ ADAPTIVE VISUAL
- ✓ ANDON DISPLAYS
- ✓ APS INC.
- ✓ I-GEAR
- ✓ INDUSTRIAL DISPLAYS
- ✓ TAKT TIME

3.2 Tabla de Características.

Las Tablas 3.1 y 3.2 muestran las características con las cuales cuentan cada uno de los sistemas que mencione en el capítulo anterior, que son aplicados a las líneas de producción, mostrando de forma breve cual es su función y característica o si carecen de cierta cualidad, indicando que la mayoría de las tecnologías son de origen extranjero y solamente una es de origen nacional, no quiero decir que son las únicas que existen ya que como sabemos la tecnología crece y se desarrolla a pasos enormes:

TABLA 3.1	SISTEMAS DE MANUFACTURA (1ERA. PARTE)			
	Adaptive Visual	Andon Displays	APS INC	Digital Displays Sys
Ritmo de Producción	No muestra el ritmo producción que deben de llevar en la línea	No muestra el ritmo producción que deben de llevar en la línea	No muestra el ritmo producción que deben de llevar en la línea	No muestra el ritmo producción que deben de llevar en la línea
Producción Real	Muestra la cantidad de productos terminados pero este debe ser capturado desde un sistema	Muestra la cantidad de productos terminados pero este debe ser capturado desde un sistema	Muestra la cantidad de producto terminado a través de una pistola de código de barras.	Muestra la cantidad de producto terminado a través de una pistola de código de barras.
Comportamiento	Muestra la tendencia del comportamiento de la línea pero los datos deben ser capturados.	Muestra la tendencia del comportamiento de la línea pero los datos deben ser capturados.	Muestra la tendencia del comportamiento de la línea, pero estos datos pueden variar.	No muestra la tendencia del comportamiento de la línea
Eficiencia	Muestra le eficiencia solo cuando esta se captura por un supervisor en el sistema.	Muestra la eficiencia de la línea pero los datos deben ser capturados.	Muestra la eficiencia de la línea pero los datos deben ser capturados.	Muestra la eficiencia de la línea.
Tiempo Muerto y Operativo	Muestra el tiempo perdido, cuando se captura por el usuario, ni el trabajado	No muestra el tiempo perdido, ni el trabajado.	Muestra el tiempo Perdido, ni el operativo	No muestra el tiempo perdido, ni el operativo

Software y Hardware	Es el que maneja el tablero, manda la información a presentar en el tablero y maneja un Andon de comunicación por el RS232	Maneja la información que se presentara en el tablero y Maneja un Andon de comunicación por el RS232	Maneja toda la información a mostrar en el Andon	No maneja Software
Base De Datos	Comunicación con cualquier BD	Comunicación con cualquier BD.	Comunicación con cualquier BD.	No tiene comunicación con BD.
Consulta Histórica (Graficas)	Se puede acceder a consulta historia de la compañía.	No se puede acceder a consulta historia de la compañía	Se puede acceder a consulta historia de la compañía.	No genera consultas históricas
Acceso a Operadores, supervisores y gerencia.	Los 3 departamentos tienen acceso.	Solo los operadores y los supervisores pueden tener acceso.	Los 3 departamentos tienen acceso.	Solo los operadores y los supervisores pueden tener acceso.

TABLA 3.2	SISTEMAS DE MANUFACTURA(2NDA. PARTE)			
	Frame	I-Gear	Industrial Display	Takt Time
Ritmo de Producción	Muestra el ritmo de producción que deben de llevar en la línea	No Muestra el ritmo de producción en la línea.	No Muestra el ritmo de producción en la línea.	Muestra el ritmo de producción que deben de llevar en la línea
Producción Real	Muestra la cantidad de productos terminados pero este debe ser capturado desde un sistema	Muestra la cantidad de productos terminados he incluso otros indicadores tienen.	Muestra la cantidad de productos terminados he incluso otros indicadores tienen.	Muestra la cantidad de productos terminados he incluso otros indicadores tienen.
Comportamiento	No obtiene el comportamiento de la línea.	Obtiene el comportamiento de línea.	No Obtiene el comportamiento de línea.	Obtiene el comportamiento de la línea.
Eficiencia	No obtiene la eficiencia de la línea.	Muestra le eficiencia desde el mismo software.	Muestra le eficiencia desde el mismo Hardware.	Muestra la eficiencia desde el software.
Tiempo Muerto y Operativo	No indica el tiempo muerto y no indica el tiempo muerto trabajado	No indica los tiempos perdido en la línea, Indica el tiempo trabajado pero al final del turno	No genera tiempos muertos, No muestra el tiempo trabajado.	Genera los tiempos muertos de la línea, Muestra el tiempo operativo a tiempo real
Software y Hardware	No maneja software, se programa por medio de una botonera, El hardware es quien	Maneja un software con múltiples acciones, Es un Andon que contiene varios indicadores para	Maneja un software que controla al tablero, Es un Andon que contiene cuatro indicadores	El software maneja al Andon, Es un Andon que contiene tres indicadores

	hace toda la operación no esta en modo de esclavo.	la visualización		
Base De Datos	No tiene comunicación con BD.	Comunicación con cualquier BD.	No tiene comunicación con BD.	Comunicación con cualquier BD.
Consulta Histórica (Graficas)	No genera ninguna consulta.	Se generan consultas históricas	No genera consulta de datos.	Realiza consulta históricas
Acceso a Operadores, supervisores y gerencia.	Solo los operadores y supervisores visualizan el desempeño de la línea.	Los 3 departamentos tienen acceso	Solo los operadores y supervisores visualizan el desempeño de la línea.	Los 3 departamentos tienen acceso

3.3 Sistema a Evaluar.

La tecnología con la cual entraremos a detalle para explicar sus características y bondades es el sistema * TAKT TIME el cual fue creado por especialistas mexicanos de tres distintas áreas científicas: Hardware (Ingeniero en electrónica y comunicaciones), Software (Licenciado en ciencias computaciones) y Diseño General (Ingeniero Industrial). Juntando estas tres áreas de distintas ingenierías se creó esta tecnología la cual desglosaremos para su entendimiento y ratificar el objetivo de la misma y de la tesis a defender.

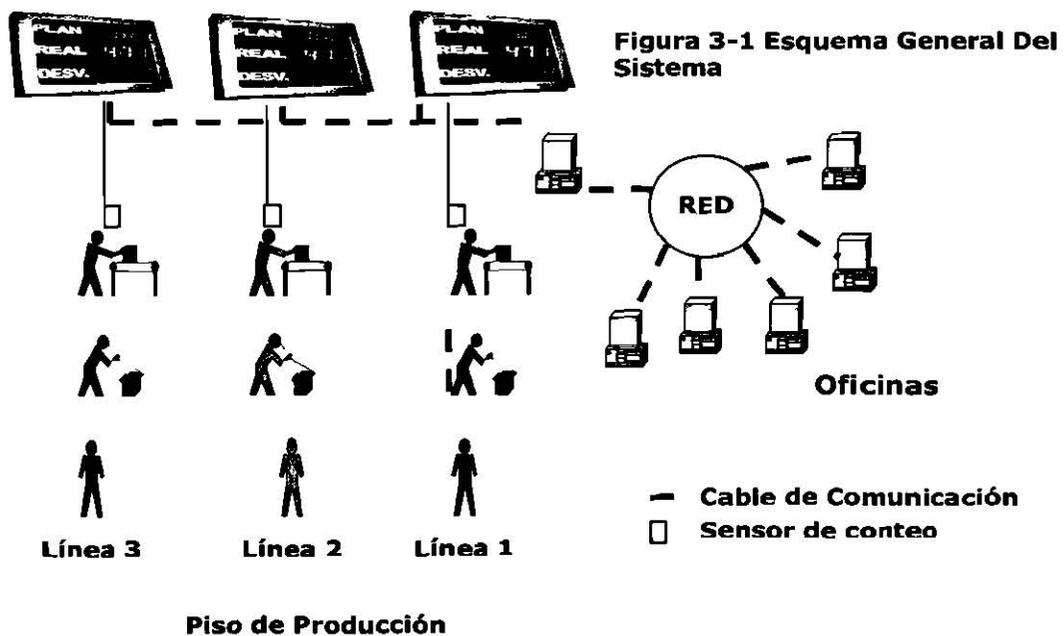
El sistema * TAKT TIME está conformado por tres componentes que unidos forman una gran herramienta que son el ANDON, ANDONSYS y Visor Gerencial.

El sistema ANDON es un dispositivo electrónico digital (Tablero) que indica el ritmo de producción con el cual debe de trabajar a través de tres indicadores PLAN, REAL y DESV a los operadores de una línea de producción, el cual este sistema es manipulado por un programa.

El sistema ANDONSYS es quien manipula al ANDON mandándole las ordenes de acuerdo a la configuración que los supervisores de las líneas de manufactura hayan establecido y a su vez generando estadística de algunos indicadores de desempeño.

El Visor Gerencial permitir indicar al gerente de las líneas de producción cual es el comportamiento de sus líneas si la necesidad de tener que bajar a las líneas y buscar al supervisor y preguntarle, a través de este sistema se muestra de manera gráfica cual es la tendencia de las líneas y si están cumpliendo con sus objetivos.

En la figura 3.1 se muestra un diagrama de cómo sería el sistema TAKT TIME en cualquier línea de producción



4.1 Objetivos

- ✓ Contar con un equipo que sirva como detonador de acciones inmediatas para corregir oportunamente cualquier desviación respecto a los objetivos de la compañía contando con información a tiempo real de manera visual y virtual tanto en el piso de producción como en oficinas administrativas.
- ✓ Apoyar la coordinación del personal gerencial, de supervisión y operario involucrados en el proceso productivo, mediante una comunicación eficaz y oportuna del comportamiento y estatus de la producción y de las estaciones de trabajo.
- ✓ Tener una herramienta practica y de operación simple que detecte los huecos de producto en la banda y cuantifique el tiempo muerto generado por estos.
- ✓ Contar con una herramienta de apoyo para la supervisión de la producción que muestre de manera clara y visible la condición actual de las operaciones, ayudando así al personal de la línea a identificar con rapidez una irregularidad y efectuar una acción inmediata
- ✓ Facilitar la comunicación de los indicadores de producción a todos los involucrados de la línea (operadores, supervisores, proveedores internos, gerencia, etc.) para tener noción del comportamiento por las acciones realizadas por cada departamento.
- ✓ Estabilizar la operación para lograr los objetivos de planeación permitiendo con ello pronosticar con una mayor precisión las entregas a los clientes.
- ✓ Registrar y detectar con precisión los huecos (micro paros) y las causas que generaron los mismo, ya que los micros paros son difíciles de detectar y cuantificar por el típico método de supervisión ya que no provocan necesariamente un paro de maquina pero si afectan el flujo suave y consistente de la producción.

- ✓ Registrar y detectar con precisión los tiempos muertos (paros de maquina) y las causas que los generan para tener noción cual fue la causa que esta dañando mas a la línea y la duración exacta del evento.

- ✓ Registrar los defectos y las causa que los generan para tener una noción amplia de cuales son los factores que afectan la producción defectuosa del producto fabricado y realizar las contingencias adecuadas para no fabricar productos defectuosos que hacen perdidas a la compañía.

- ✓ Tener un medio ágil para la obtención de indicadores de producción que sean registrados o almacenados en un medio físico y que puedan ser consultados cualquier día de la semana dentro de la compañía, ya sea rendimiento, comportamiento, eficiencia operativa, eficiencia final, causas de tiempo muerto o huecos, cantidad de defectos, etc.

- ✓ Detener la producción cuando se realiza un paro programado ya sea por alguna capacitación a usuarios o salida a comer.

- ✓ Modificar el ritmo de producción para observar el comportamiento de la línea y si los operadores pueden llegar a la meta establecida o romper paradigmas que se tenían acerca de la línea.

- ✓ Registrar con presión el tiempo de respuesta de los proveedores internos al momento de presentar el servicio a la línea.

4.2 Beneficios

- ✓ Al contar con una herramienta que detecte de manera sencilla los huecos de producto en la banda permitirá tomar las acciones que incrementaran la productividad y reducirán los tiempos muertos de manera significativa para su mayor rendimiento.
- ✓ Mejorara radicalmente la calidad de la administración de la línea de producción, mostrando la información relevante de la operación a tiempo real de forma simple, fácil de ejecutar y de administrar para cualquier usuario.
- ✓ Evidenciara el desempeño de la línea de producción permitiendo la atención oportuna cuando se presente una desviación respecto a los objetivos planeados de la compañía.
- ✓ Comunicará los indicadores de desempeño a tiempo real de manera clara y simple tanto ejecutivos como a operadores de las líneas.
- ✓ Trabajara como un detonador de acciones, desarrollando el sentido del reto y motivando al personal operativo a mejorar su desempeño para romper la meta establecida por la compañía.
- ✓ Involucrara a todo el personal operativo con los objetivos de producción de la empresa.
- ✓ Permitirá tomar decisiones de manera preventiva, al contar con información veraz que evidenciara la existencia de desviaciones, irregularidades e inconsistencias de cualquier turno o día(s) de la semana.
- ✓ Se puede dejar encendido el sistema sin necesidad de apagarlo ya que se puede establecer que no se guarde la estadística de cierto día de la semana.

- ✓ Se puede colocar cualquier tipo de grafica extra que el cliente desee para una observación mas detallada de la línea.
- ✓ El supervisor de la línea no estará capturando la información de los indicadores de desempeño que sé este realizando con respecto avance el turno de trabajo.
- ✓ El tiempo de implementación del sistema es muy corto y no se requiere un alto nivel de preparación para los usuarios ya que el sistema es muy amigable y de fácil comprensión.

4.3 Ventajas

- ✓ Comunica o une a los departamentos de una línea de producción, para tomar decisiones apropiadas involucrando a todo el personal que labora o interviene en dicha área, tanto al gerente de la línea, al supervisor o proveedores internos de la misma, hasta al operador de dicha área que muchas veces es olvidado.
- ✓ Permite observar a tiempo real cual es el desempeño de tu producción, con respecto a tu ritmo de trabajo (TAKT TIME).
- ✓ Almacena estadística automáticamente los indicadores que obtiene el tablero obteniendo los derivados de esos indicadores tales como: eficiencia, producción, tiempo operativo, tiempo muerto, evitando capturar u obtener estos indicadores para el encargado de la línea o supervisor.
- ✓ Genera reportes de tiempo muerto cuando la línea se detiene por completo e incluso cuando se atrasa varios segundos generando los micros paros de producción.
- ✓ La información que genera este sistema puede ser consultara desde cualquier de Lan de la compañía ya sea información actual o de días anteriores.

- ✓ Se conecta a cualquier PLC para sistemas Semi - Automatizados.
- ✓ Puede manipular hasta 8 tableros con diferentes ritmos de producción y configuraciones de turnos y pausas.
- ✓ Permite modificar el ritmo de trabajo (TAKT TIME) para observar y manejar un nuevo desempeño o cambio de producto, para obtener un costo menor en la venta de algún producto.
- ✓ Se puede emigrar a cualquier tipo de base de datos, y se puede colocar dentro de la computadora que manipula el software o desde cualquier servidor.
- ✓ No se permite manipular la información del comportamiento de la línea de producción y sus indicadores, haciendo más confiable y fidedigna la información.
- ✓ No genera estadística cuando se establece por el usuario algún día de cualquier turno como un día feriado o inhábil.

4.4 Desventajas

- ✓ Se requiere del tablero electrónico (ANDON) y del software (ANDONSYS) para que el TAKT TIME pueda trabajar en cualquier línea, de lo contrario la falta de alguno de estos requerimientos no sirve de absolutamente de nada, para su funcionamiento.
- ✓ Su comunicación es vía RS485 con un convertidor a señal RS232 (puerto serial) lo cual lo hace la necesidad de uno y que cada momento se encuentre conectado tanto el hardware como el software.
- ✓ Su distancia no debe de exceder de los 1000 metros de distancia.

- ✓ No obtiene la estadística individual cuando una línea produce o cambia de producto en cualquier jornada de trabajo, solamente con respecto a la línea.
- ✓ No se puede instalar en áreas donde se encuentre mucha interferencia de señal o electromagnetismo.
- ✓ Se necesita al menos un puerto serial o RS232 libre para conectar el ANDON con el Sistema.
- ✓ Se requiere una computadora cerca de la línea de producción con acceso a la Lan de la compañía.
- ✓ La captura de defectos es manual a través del usuario.
- ✓ No se puede consultar la información a través de la Intranet .
- ✓ No tiene conectividad a sistemas ERP (Enterprise Resource Planning).
- ✓ La consulta de indicadores de desempeño es con respecto a la línea no a los productos que se corren en ella, es decir las consultas no es individual.

4.5 Características

Permite a los operadores encargados de las líneas de producción, visualizar la cantidad de piezas terminada o producidas actualmente, permitiendo saber si su ritmo de trabajo o ensamble es el correcto para aumentarlo o permanecerlo igual. Indica a los operadores cuando es la hora de su receso o comida o si los objetivos de establecidos no se están cumpliendo.

Ofrece a los supervisores manipular el tablero según los turnos con el cual están trabajando, a su vez modificar el ritmo de trabajo de la línea, para probar si pueden cumplir con mejores metas o disminuirla por falta de la demanda del producto. Indicar las horas de comidas o jutas para no afectar los objetivos establecidos y que no se vea afectado por el sistema; en la estadística guardada ,al igual que los días no laborales.

Guarda la estadística de algunos indicadores del desempeño automáticamente tales como:

- ✓ Eficiencia.
- ✓ Producción.
- ✓ Comportamiento.
- ✓ Tiempo Muerto
- ✓ Actividad Operativa.

Es configurable para detectar todos los tiempos muerto menores (micro paros) y mayores de manera automáticamente, mostrando un reporte al termino del tiempo muerto.

Permite guardar manualmente la cantidad de defectos de piezas que ocurrieron durante los días laborales de la línea, para detectar cuales fueron las causa que afectaron al producto final.

La información que genera el sistema puede ser consultara desde cualquier sección dentro de la empresa para cualquier personal encargado de la línea o quien desea saber el comportamiento de la misma.

Permite dividir el tiempo muerto según el proceso para poder asignarlo ecuánimemente

No se puede prestar para manipular la información, para indicar circunstancias que no son acorde a lo que realmente ha pasado en la línea

4.5.1 Andon

4.5.1.1 Objetivo

Apoyar la coordinación del personal de supervisión y operario involucrados en el proceso productivo del insumo a terminar, mediante una comunicación a tiempo real eficaz y oportuna del comportamiento de la producción con respecto a lo planeado y a su vez indicar cuando es la hora correcta de su salida y entrada de algún descanso o junta y la cantidad de producción que según el plan deben de llevar para cumplir con la fecha del compromiso con el cliente. Tomar acciones oportunas e inmediatas que permitan cumplir de manera consistente las metas de fabricación diarias facilitando el monitoreo del rendimiento. Permitir a los operarios saber si el ritmo de trabajo con el cual están ensamblando es el indicado para mantener el ritmo constante o aumentarlo para cumplir con las metas establecidas.

4.5.1.2 Características

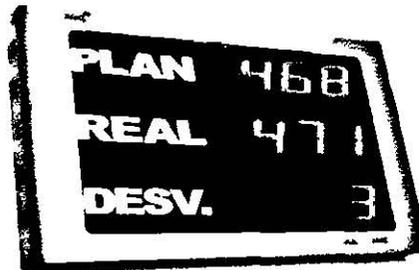
El Tablero Digital (ANDON Figura 4.1) cuenta con tres indicadores (displays) dinámicos (PLAN, REAL y DESV), que permiten ver el comportamiento de la producción segundo a segundo, sin la necesidad de estar preguntando a romper la concentración de algún individuo más. A continuación definiré cada uno de estos indicadores:

PLAN: Indica la producción que debe llevarse completada de acuerdo al Takt Time (Ritmo de trabajo). Esto es el tiempo en lo que debe producirse un producto, incrementando en plan según la escala de tiempo que se le haya sido configurada

REAL: Indica la producción real completada actualmente por la línea es decir, el producto terminado en la línea incrementándose en uno a través de un sensor, pulsando una botonera, o un contacto seco que mande cualquier sistema.

DESV: Alerta cuando la producción es negativa (es decir la resta del REAL y el PLAN), al cumplirse la condición el indicador DESV empezara a parpadear, indicando que los objetivos de la producción no se están cumpliendo.

Figura 4.1 Tablero Digital



Las características físicas con las que cuenta el tablero es: 20" de Alto Por 25" de Ancho, con tres displays de 4 números de 5" de alto y 3 ½ " de ancho, permitiendo tener una visibilidad de 60 metros.

El protocolo de comunicación esta diseñado para operara bajo un esquema de red hasta de 8 esclavos (tableros), este protocolo puede ser implementado en una topología tipo BUS en la cual un maestro (Sistema AndonSys) puede interactuar con sus esclavos utilizando una misma conexión física. Aquí la comunicación de llamado es iniciada por el maestro, los esclavos escuchan la pregunta o comando del maestro pero solamente aquel con la dirección correspondiente en el mensaje atiende a dicha petición. El resto de los esclavos deberá de permanecer en estado de ocio hasta que no sea interrogado específicamente. Si el esclavo no responde, o el maestro no escucha la respuesta, se deberán de tomar las medidas pertinentes para repetir o abortar dicha pregunta.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama de una instalación típica de una red de esclavos y un maestro.

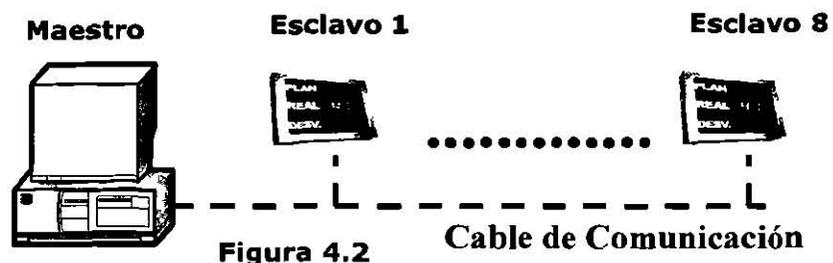


Figura 4.2

La instalación de la red debe seguir las recomendaciones aplicadas al estándar RS-485 y RS-422 en cuanto a todos sus requerimientos, el protocolo RS485 si bien es un estándar industrial, la mayoría de las computadoras comerciales no poseen puertos con dicho protocolo, pero existe una gran cantidad de convertidores de bajo costo RS-485 a RS-232 que pueden ser empleados para hacer dicha conversión y poder interconectar una computadora genérica con un tablero.

4.5.1.3 Funcionalidad

Para mencionar la funcionalidad que tiene el tablero primero tenemos que explicar como el tablero recibe las ordenes que el maestro manda realizar, ya que como he mencionado el tablero no puede realizar ninguna de sus funciones hasta que el maestro lo indique.

El intercambio de información entre el esclavo y el maestro se realiza por medio de packets (tramas de información) de información y control. Sea cual sea el packet transmitido por el maestro, el esclavo siempre responderá con un packet, de lo contrario, el maestro deberá de asumir que el esclavo no escucha la comunicación y deberá tomar las medidas pertinentes de repetir o abortar la instrucción según sea el caso. El maestro enviara los comandos u ordenes al esclavo y este responderá utilizando tramas de información, los cuales están formados de la siguiente manera (Figura 4.3).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
SOH	DES	ORG	CMD	DF	DE	DD	DB	DC	DA	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CKS

Figura 4.3 Estructura del Packet

Donde:

SOH Carácter Start Of. Header, que sirve para indicar el inicio de un packet.

DES Dirección del esclavo a recibir la información (1 al 8).

ORG Dirección de origen del packet.

CMD Numero de instrucción u orden.

DF. DO Área de 16 bytes de longitud que servirá para el paso de parámetro y / o información correspondiente a cada comando en cuestión.

CKS Suma Aritmética para verificar la autenticidad de la instrucción o respuesta.

Los packets son transmitidos de izquierda a derecha, es decir el SOH primero y el CKS al ultimo.

Ya mencionado de manera técnica como recibe el tablero las funciones por parte del maestro a continuación mencionaré las funciones que realiza al recibir estas instrucciones correctamente.

Reseteo :

Cuando el esclavo recibe la instrucción este coloca los tres indicadores del tablero sin importar que cantidad de valores tenga actualmente en ceros, para empezar nuevamente la producción.

Cambio de Ritmo:

Al recibir esta instrucción, cambia el tiempo de incremento en uno del parámetro PLAN es decir si este se incrementaba cada 30 segundos en uno y se le ordena que ahora se incremente cada 15 segundos este realizada la nueva orden al momento de recibir la instrucción correctamente.

Colocar Pausa:

Esta instrucción al ejecutarse coloca los tres indicadores en modo de parpadeo y detiene el cronometro del indicador del PLAN lo cual le impide que se incremente hasta que se le quite la pausa colocada.

Quitar Pausa:

Quita la causa que se le coloca al tablero, quitando a los indicadores el modo de parpadeo y habilitando el cronometro del indicador PLAN.

Mandar Estatus:

Esta instrucción es la más importante de todas ya que esta al momento de preguntarle al tablero cual es la cantidad que tiene sus indicadores actualmente, esta responde con la información que tiene los parámetros y la cual permite al sistema AndonSys realizar todas sus funciones, lo cual lo hace indispensable.

4.5.2 AndonSys**4.5.2.1 Objetivo**

Contar con una herramienta que ayude de manera visual al supervisor de la línea saber el comportamiento o el desempeño en el cual se encuentra la misma y realizar las acciones necesarias para mejorar sus objetivos.

Registrar con precisión los huecos (micro paros) y las causas que generaron los mismo y poder consultarlo de manera histórica y presentarlos de manera visual.

Registrar con precisión los tiempos muertos (paros de maquina) y las causas que los generan para tener noción cual fue la causa que esta dañando mas a la línea y la duración exacta del evento y poder consultarlo de manera histórica y presentarlos de manera visual.

Configurar el tablero según el ritmo de trabajo y laboral con la cual cuenta la línea donde se coloque el sistema.

Sincronizar la comunicación de manera visual o virtual entre operario y supervisor a tiempo real.

4.5.2.2 Características

Que el supervisor tenga poca interacción con el sistema es decir que se configura una vez y no necesite de muchos cambios o captura de formatos de información.

Algunos indicadores de desempeño se guarden automáticamente si necesidad de capturar la información.

Programar el ritmo de producción según la oferta de la demanda del producto para observar el comportamiento de la línea y si los operadores pueden llegar a la meta establecida o romper paradigmas que se tenían acerca de la línea.

Mostrar reportes automáticos a tiempo real del sistema.

Detiene la producción cuando se realiza un paro programado ya sea por alguna capacitación a usuarios o salida a comer.

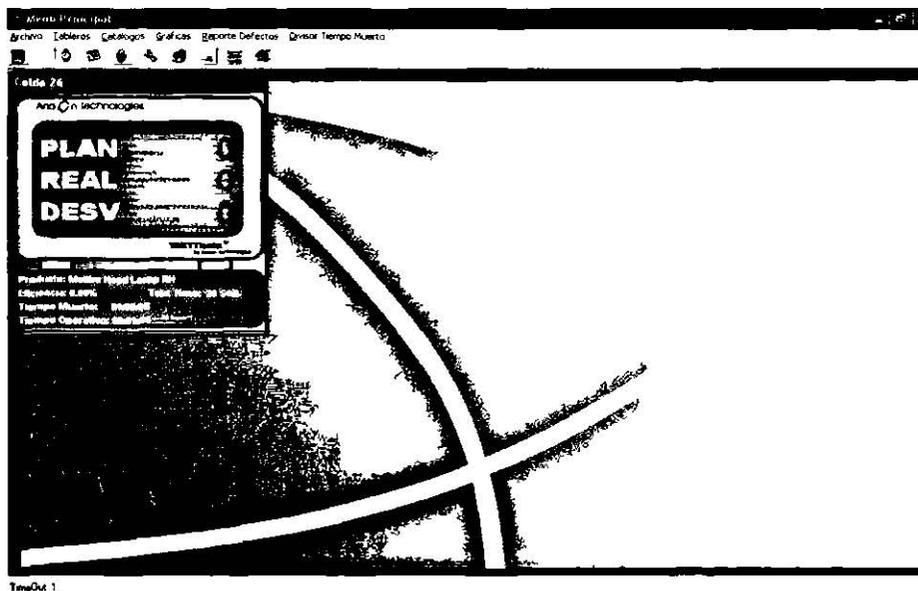
Permite ver los indicadores que tiene actualmente el tablero si necesidad de ir a la línea.

No se presta para la manipulación de la información o uso indebido de ella y mostrarla tal y como ocurrieron los hechos.

4.5.2.3 Funcionalidad

Las funciones que realiza el sistema es el de darle las ordenes mencionadas anteriormente al tablero y preguntarle sobre el valor de los indicadores a continuación se describirá las funciones que realiza el sistema maestro (ANDONSYS Figura 4.4)

Figura 4.4 AndonSys

**Guardar Estadística:**

Se almacena la información en la base de datos sin necesidad de capturarla, ya sea cada hora de trabajo o cuarto de hora de algunos indicadores tales como: Eficiencia, Comportamiento, Producción y Actividad Operativa.

Preguntar Indicadores Tablero:

El sistema pregunta al tablero cual es la cantidad que posee actualmente los indicadores y este responde con el valor que tienen y los muestra en la pantalla principal del sistema como un tablero virtual.

Configuración Turnos:

Dentro de esta acción existe tres subprocesos que son: la hora en que inicia el turno, en la que termina el turno y el inicio de pausa y termino de pausa

Inicio Turno:

Al momento de ser la hora exacta del inicio del turno el sistema manda la orden del reseteo al tablero indicándole que coloque sus indicadores en cero y que empiece con el actual ritmo de producción, sin importar que valores tenga el sistema.

Fin Turno:

Al ser la hora de terminar el turno el sistema guarda en la base de datos los indicadores finales de cómo termino la producción finalmente.

Inicio Pausa:

Coloca el tablero en modo de pausa impidiendo que la producción avance colocando los indicadores del esclavo en modo de parpadeo hasta que sé de la orden de quitar la pausa siempre y cuando sea la hora establecida por el usuario.

Termino Pausa:

Quita al tablero la pausa colocara por el usuario, estableciendo el estado actual del tablero antes de que se le colocara la pausa.

Modificar Ritmo Trabajo:

Se selecciona el esclavo a modificar su ritmo de incremento del indicador del plan, se establece el nuevo ritmo a trabajar (en segundos por una pieza), se realiza la orden y el tablero asume la nueva tarea y empieza con el nuevo ritmo de trabajo, incrementando una pieza en el tiempo establecido el indicador PLAN del tablero.

Días Inhábiles:

Permite establecer los días no laborales de la línea y evitar que el sistema guarde estadística o genere reportes que afectan la productividad de la línea e incluso este almacenando información que no es fidedigna.

Consultas Graficas:

Se selecciona el tipo de grafica y nombre de línea a consultar la información ya sea por turno específico o general al igual por días o rango de días, si la información existe esta se mostrara ya sea en forma de graficas ya sea de línea, pasteles, paretos y barras según la grafica que se selecciono.

Catálogos:

Permite guardar toda las causas de paros de línea defectos y productos para asignarlo rápidamente a los reportes de eventos negativos que ocurren en la línea.

Reporte Defectos:

El supervisor captura las causas de los defectos que pasaron durante el turno, para poder ser observados mediante su paretos correspondiente

Configuración y Detección de Tiempo Muerto:

La configuración de tiempo muerto se divide en dos configuraciones:

- ✓ Tiempo Muerto Menor
- ✓ Tiempo Muerto Mayor

El tiempo muerto menor sirve para indicarle al sistema que cada cierto minuto pregunte si la producción a seguido avanzando, es decir el valor del indicador REAL se ha estado incrementando (han estado produciendo), si el valor del indicador permanece igual que la ultima vez que se pregunto este activa un cronometro de tiempo muerto que empieza a moverse hasta que el valor actual del PLAN se haya incrementado.

El tiempo muerto mayor sirve para establecer si la duración total del tiempo muerto fue critica, por lo que sí la duración total del paro es superior al tiempo muerto mayor establecido el sistema mandara un informe al supervisor llamado como **para mayor** que deberá de ser alimentado seleccionando el tipo de 5M (Método, Mano De Obra, Maquina, Materiales, Medio Ambiente) que afecto en el ritmo continuo de trabajo.

Este proceso le es de tanta ayuda a los supervisores ya que tienen la plena seguridad que la duración es fidedigna y estará almacenada para consultas a tiempo

4.5.3 Visor Gerencial

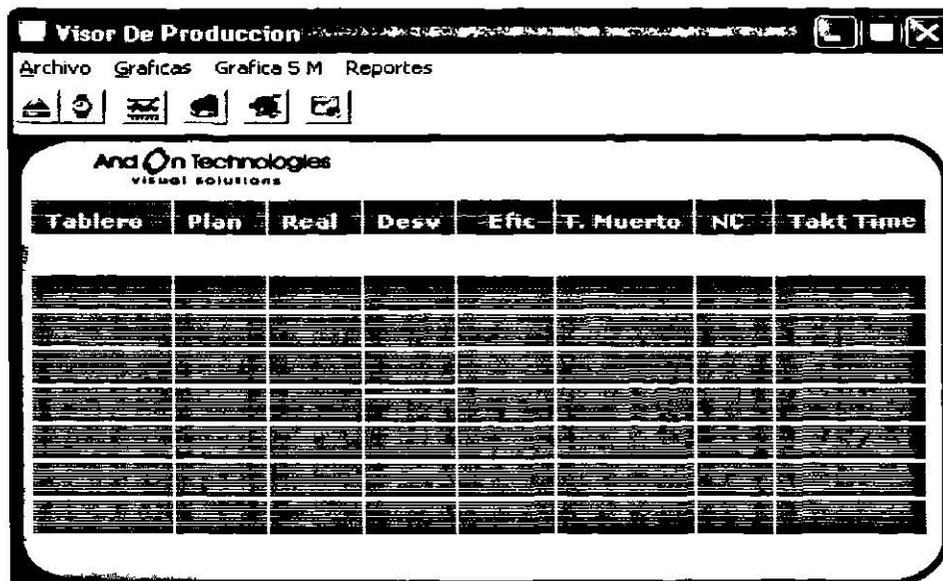
4.5.3.1 Objetivo

Involucrar a la alta gerencia en el desempeño del piso de producción y en la toma de decisiones oportunas para no afectar los objetivos de la compañía.

4.5.3.2 Características

El visor gerencial (Figura 4.5) permite avisar mediante códigos de color cuando surge una desviación con respecto a los objetivos de la compañía. También permite tener información a tiempo real sin la necesidad de bajar al piso de producción por medio de graficas.

Figura 4.5 Visor Gerencial



4.5.3.3 Funcionalidad

Son suficientes las funciones que realiza el visor para cualquier ejecutivo ya que un para cualquier personal de la alta gerencia tiene su tiempo limitado para realizar actividades de mucho tiempo, por lo tanto estas son las cualidades que posee el visor gerencial.

Mostrar Indicadores de Desempeño:

Se encarga de mostrar los indicadores suficientes para realizar la toma de decisiones rápida y oportuna tales como la eficiencia de la línea, el tiempo muerto, su ritmo de producción, el Plan, Real, Desviación y la cantidad de eventos de tiempo muerto no capturados por el supervisor.

Mostrar Aviso del Desempeño Mediante Colores:

Por medio de eventos de colores se indica cual es el comportamiento de la línea, para solamente observar el visor cuando el usuario se encuentra realizando otra actividad.

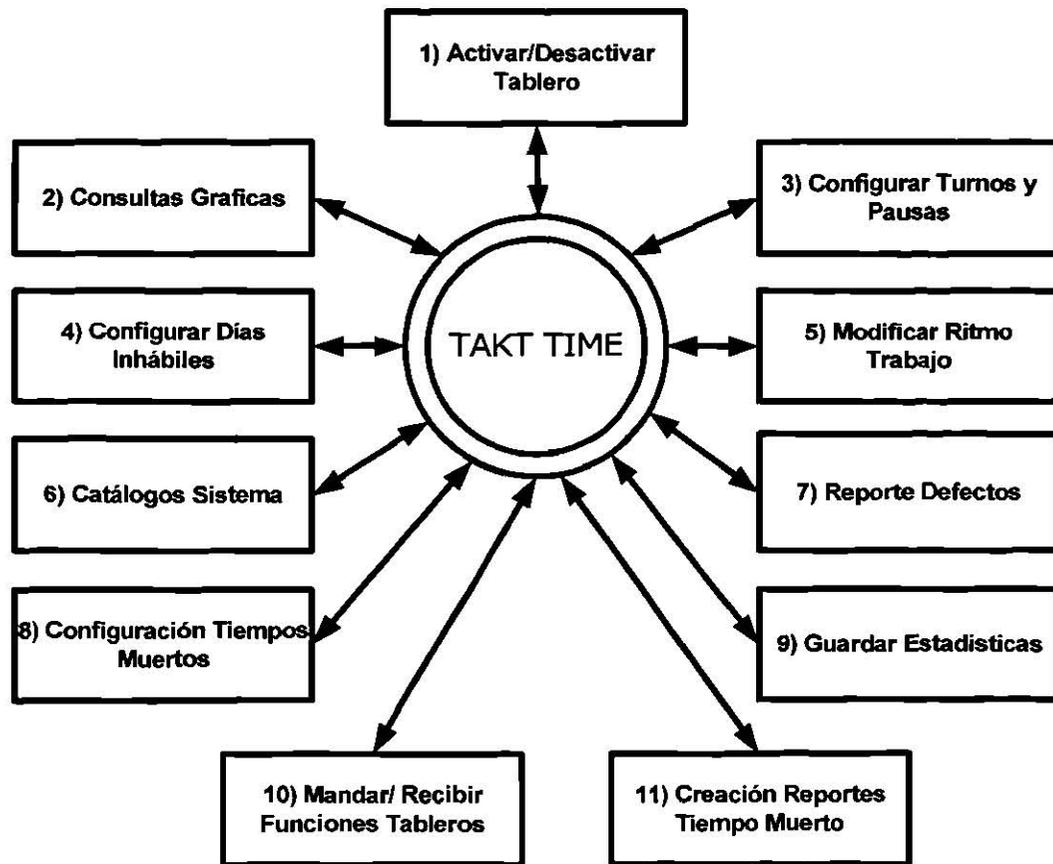
Color	Significado
Rojo	Esta por debajo de los objetivos planeados, se considera grave de acción inmediata , ✓
Verde	Esta cumpliendo con los objetivos planeados, no se considera ninguna acción , ✓
Amarillo	Esta sobre produciendo sobre la base de los objetivos, esta acción depende según de la empresa ya que para unas esto puede ser bueno, para otras no lo es.

Consultas de Graficas:

Se selecciona el tipo de grafica y nombre de línea a consultar la información ya sea por turno especifico o general al igual por días o rango de días, si la información existe esta se mostrara ya sea en forma de graficas ya sea de línea, pasteles, paretos y barras según la grafica que se selecciono

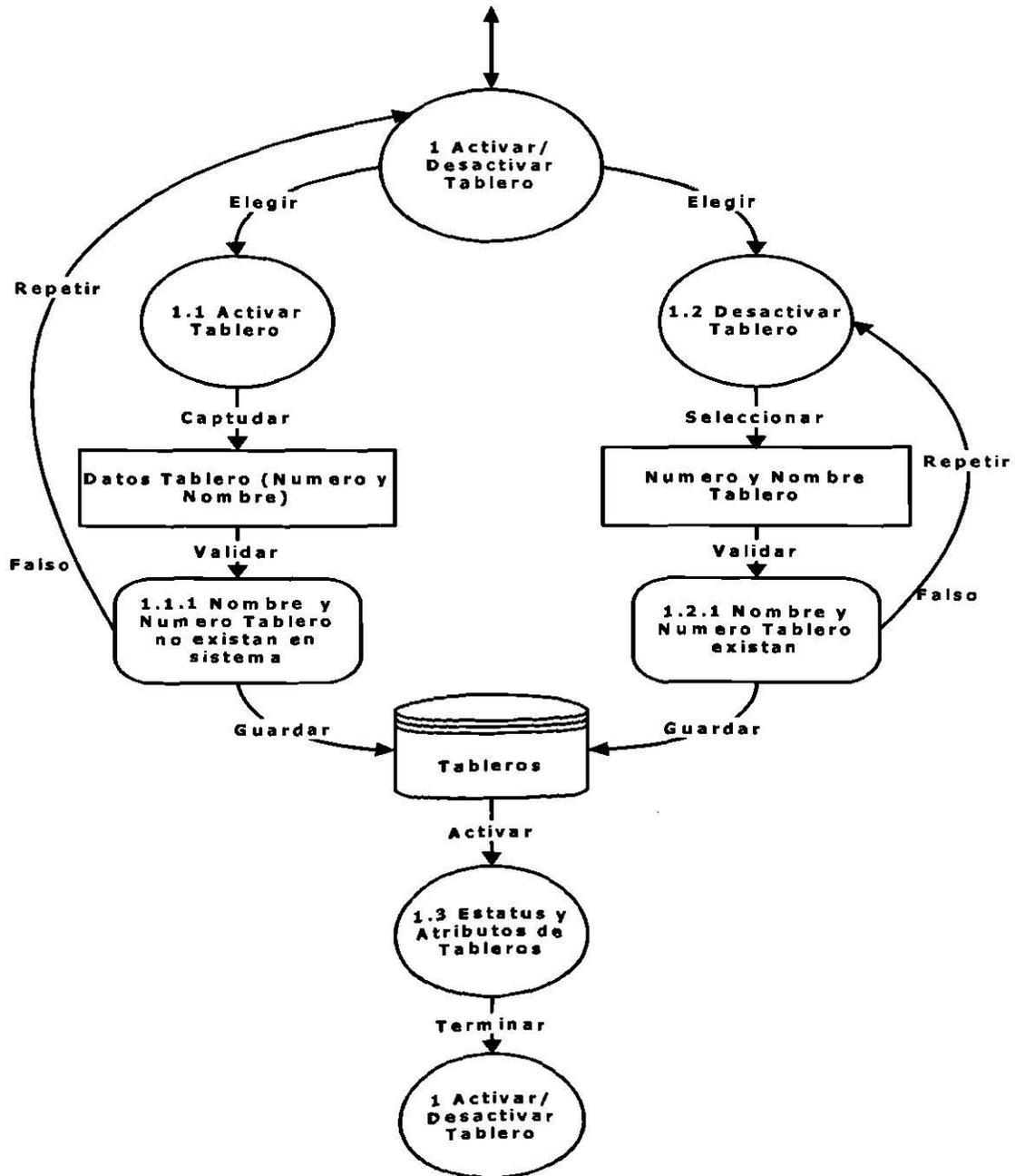
5.1 Diagrama General

DIAGRAMA GENERAL DETALLADO

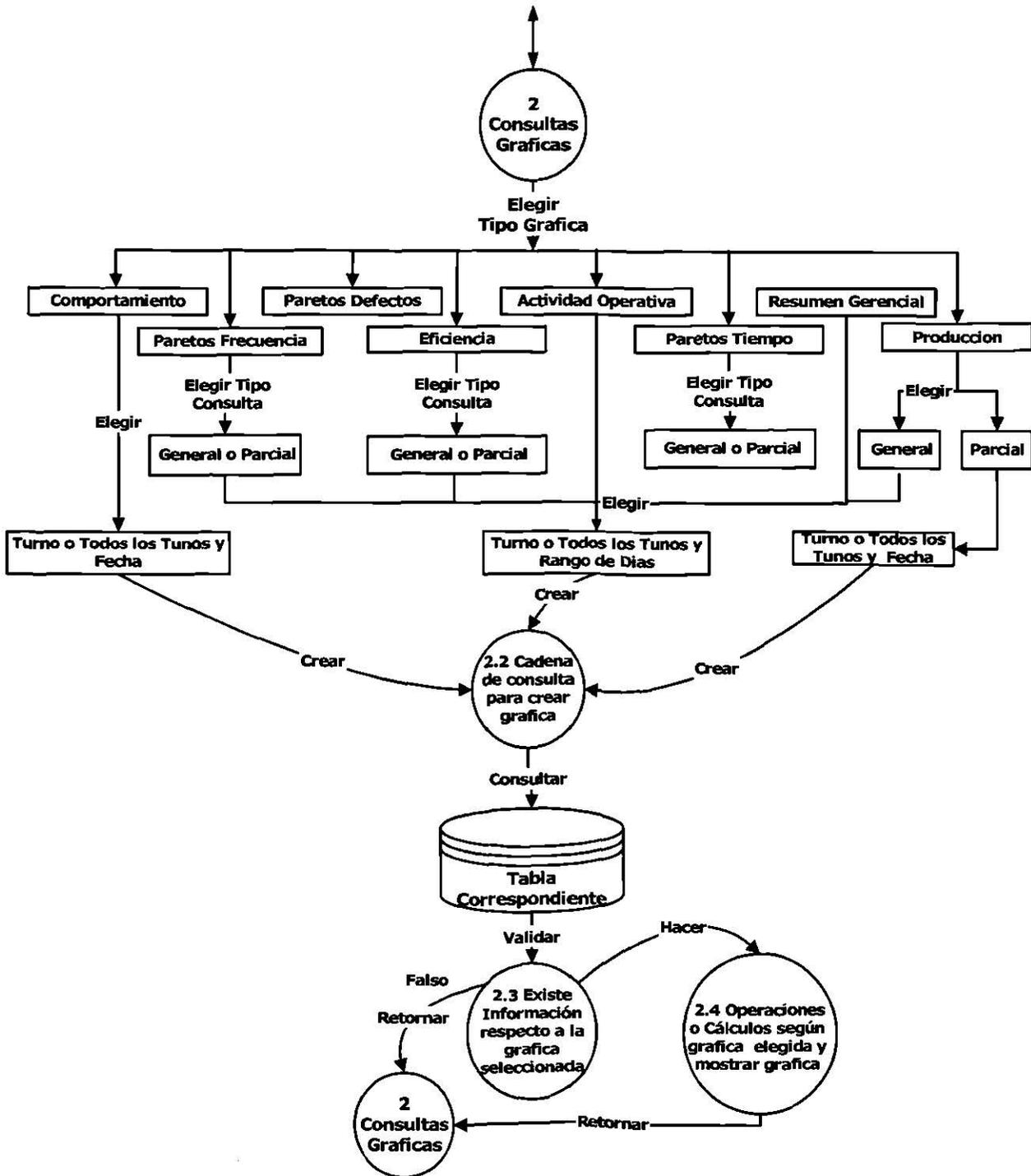


5.2 Definiciones Módulos

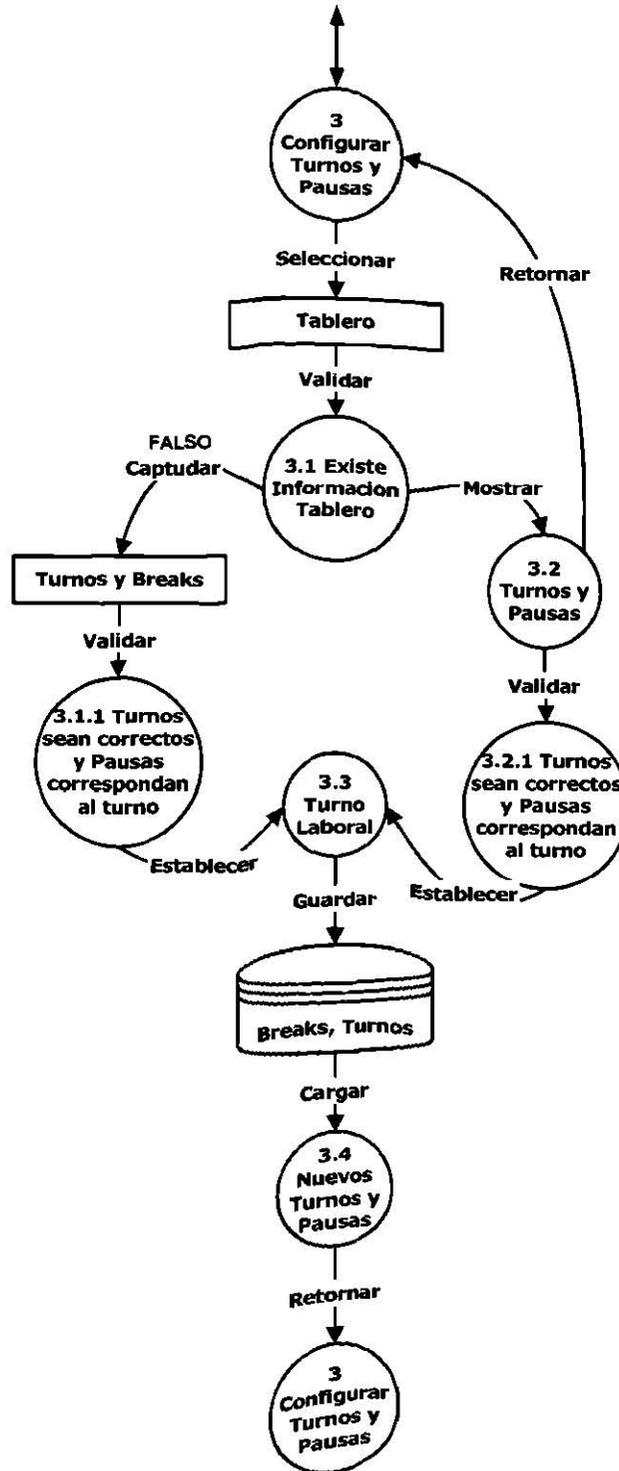
1 Activar / Desactivar Tablero



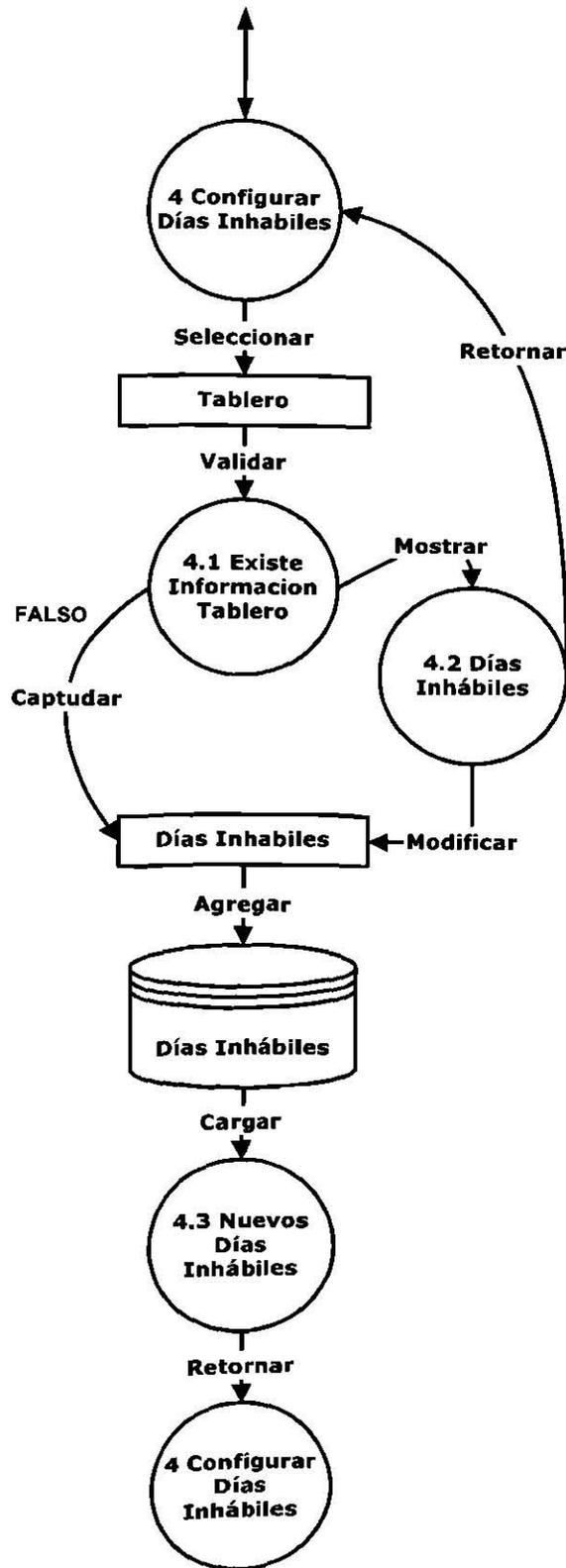
2 Consultas Graficas



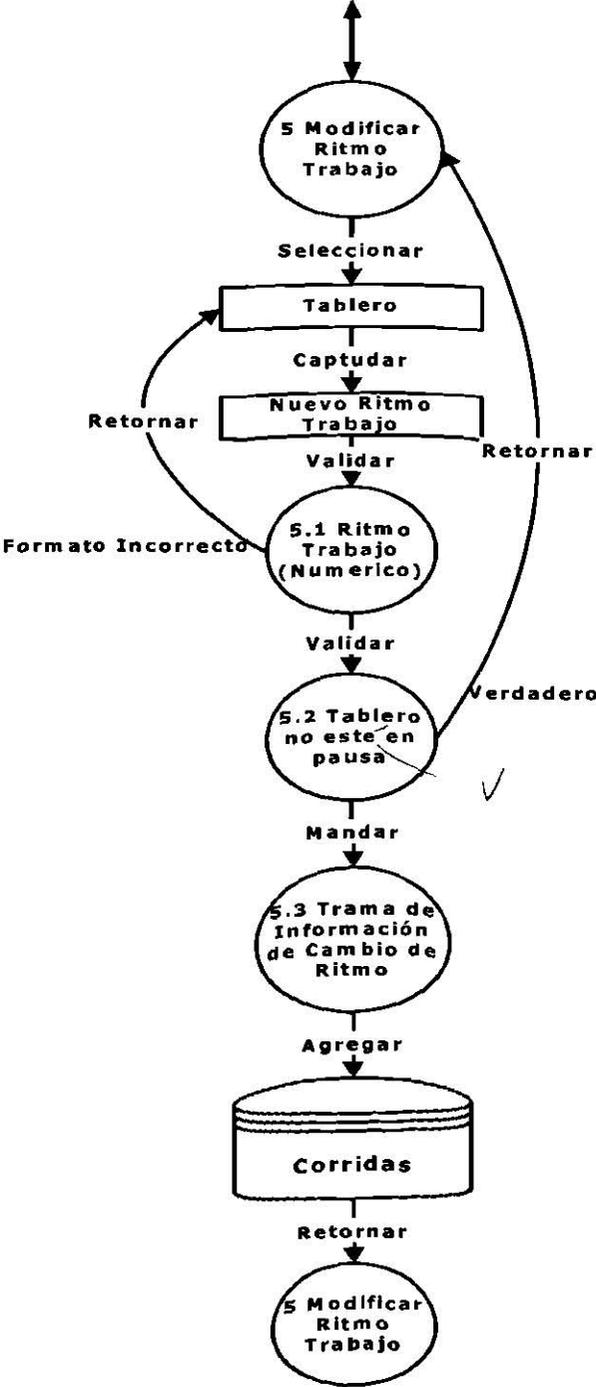
3 Configurar Turnos y Pausa



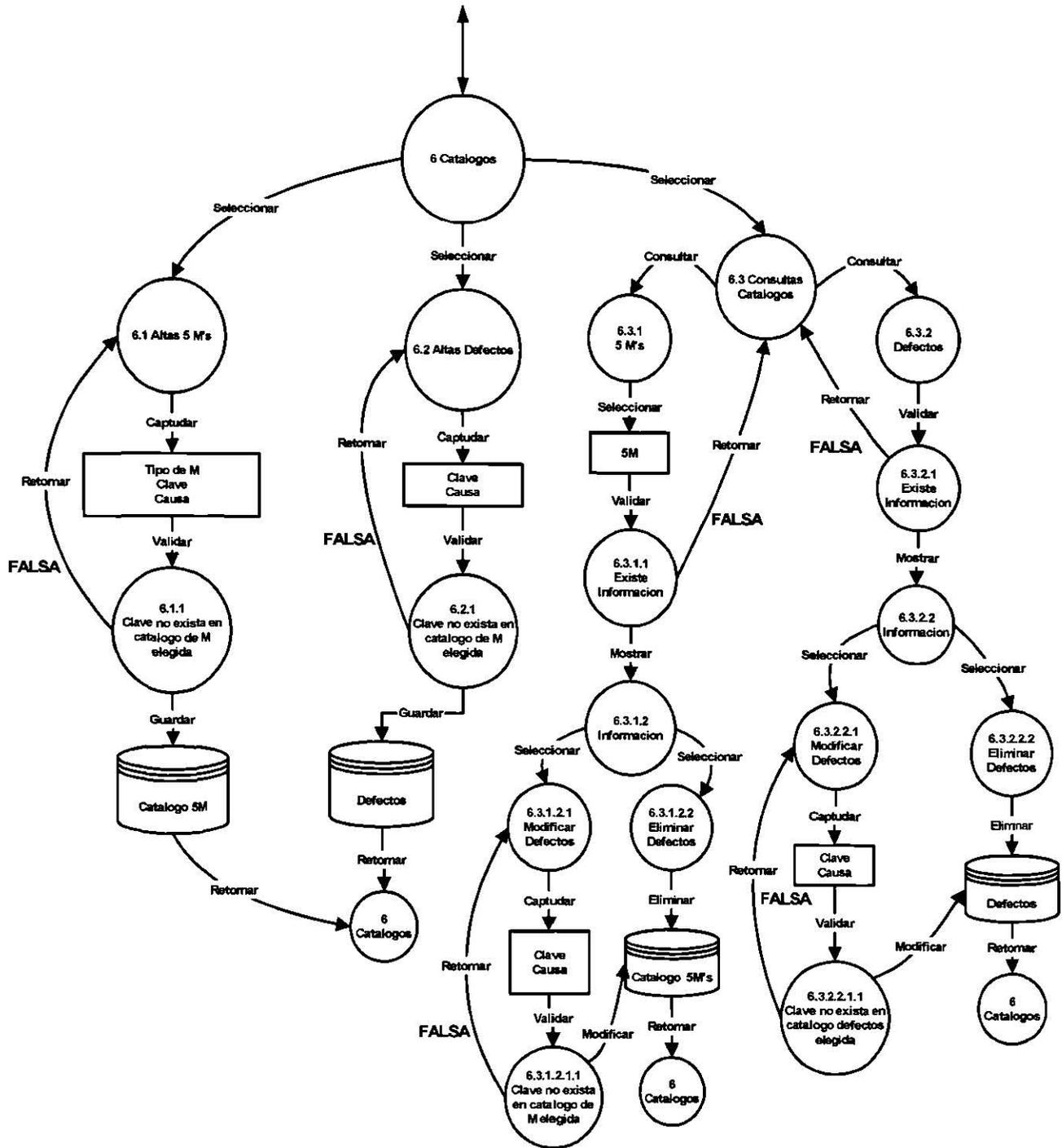
4 Configurar Días Inhabiles



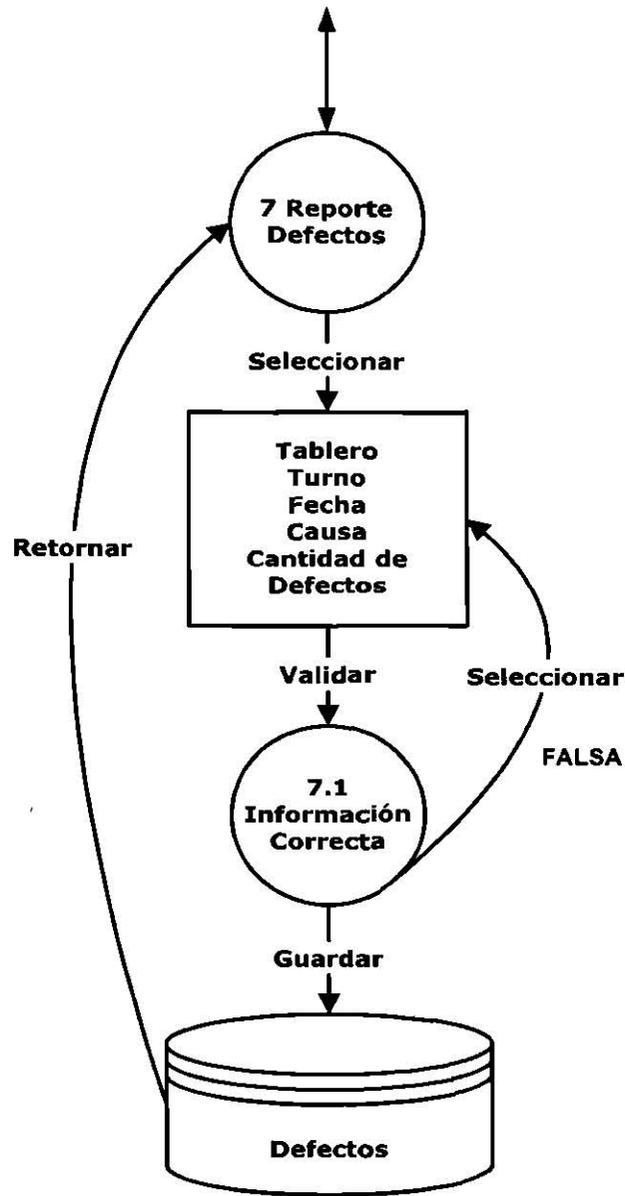
5 Modificar Ritmo Trabajo



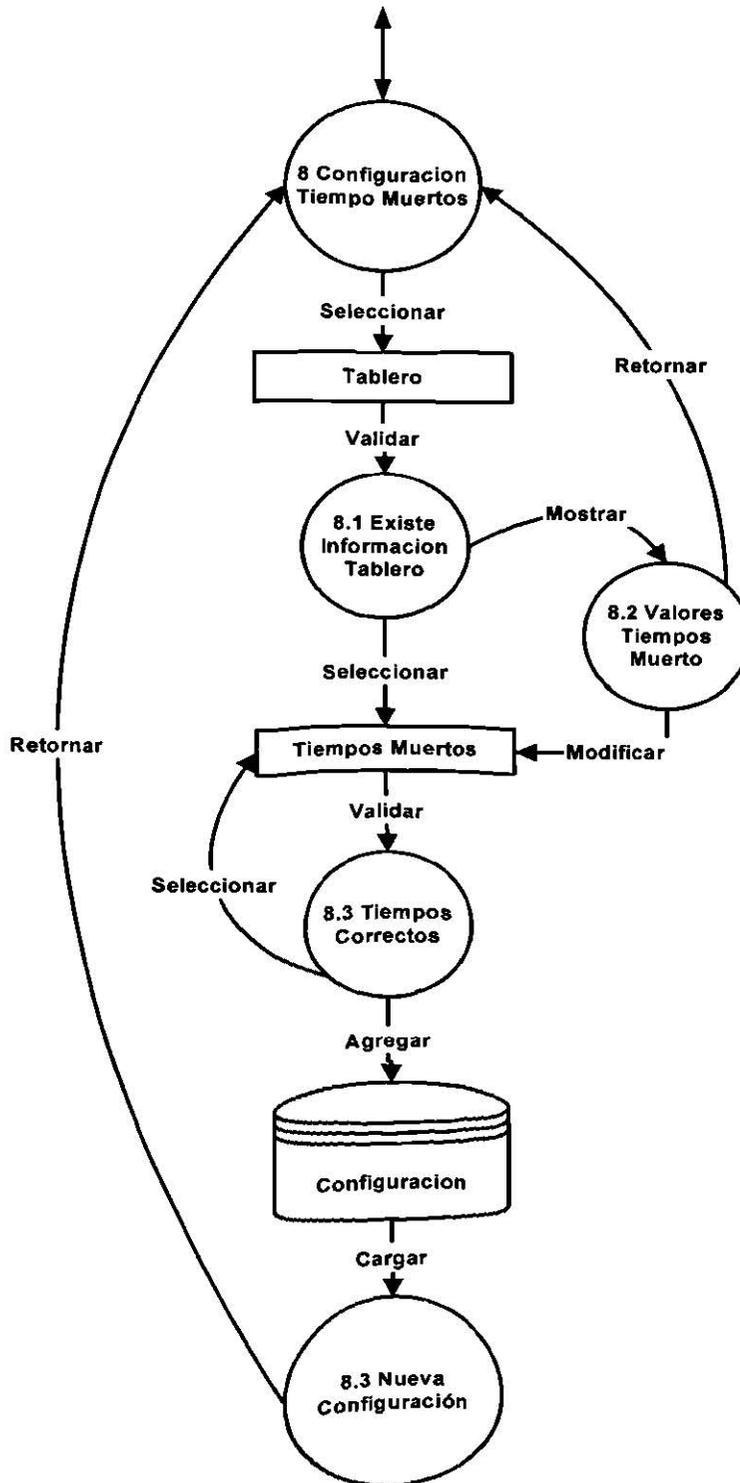
6 Catalogos



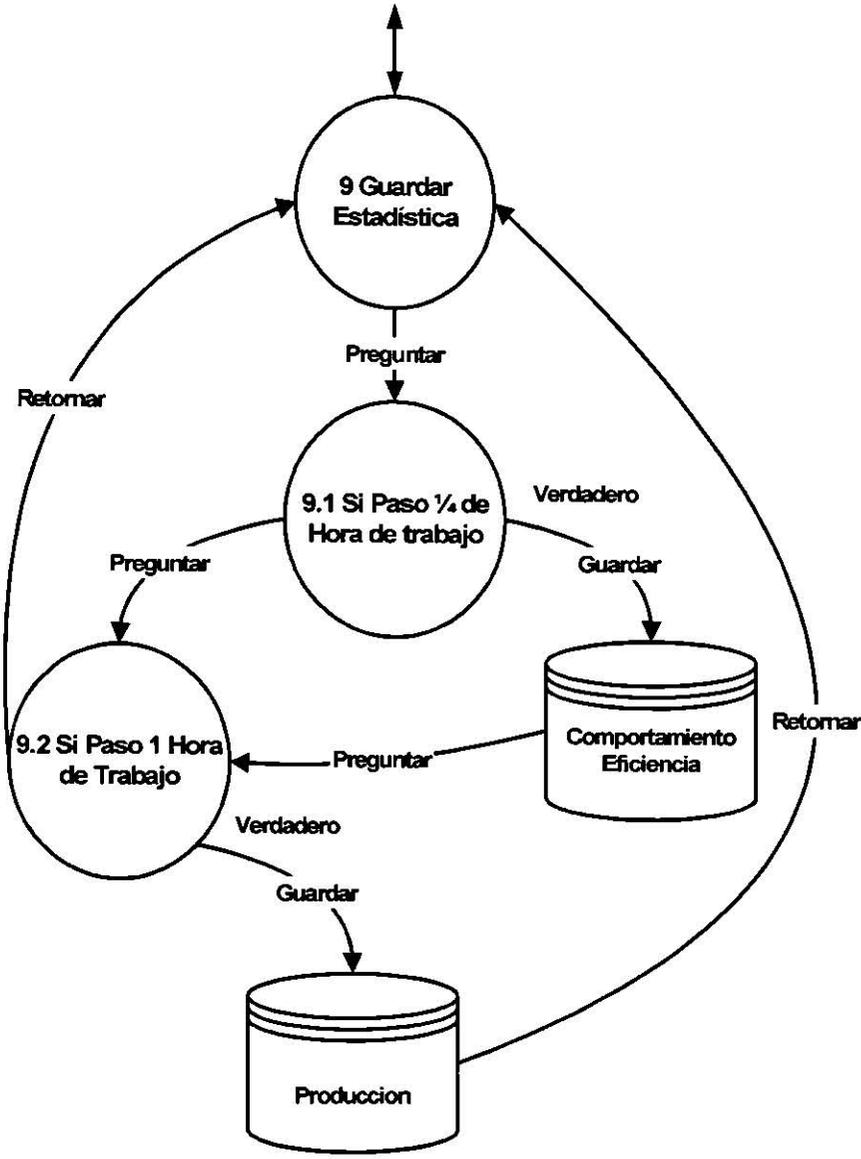
7 Reporte Defectos



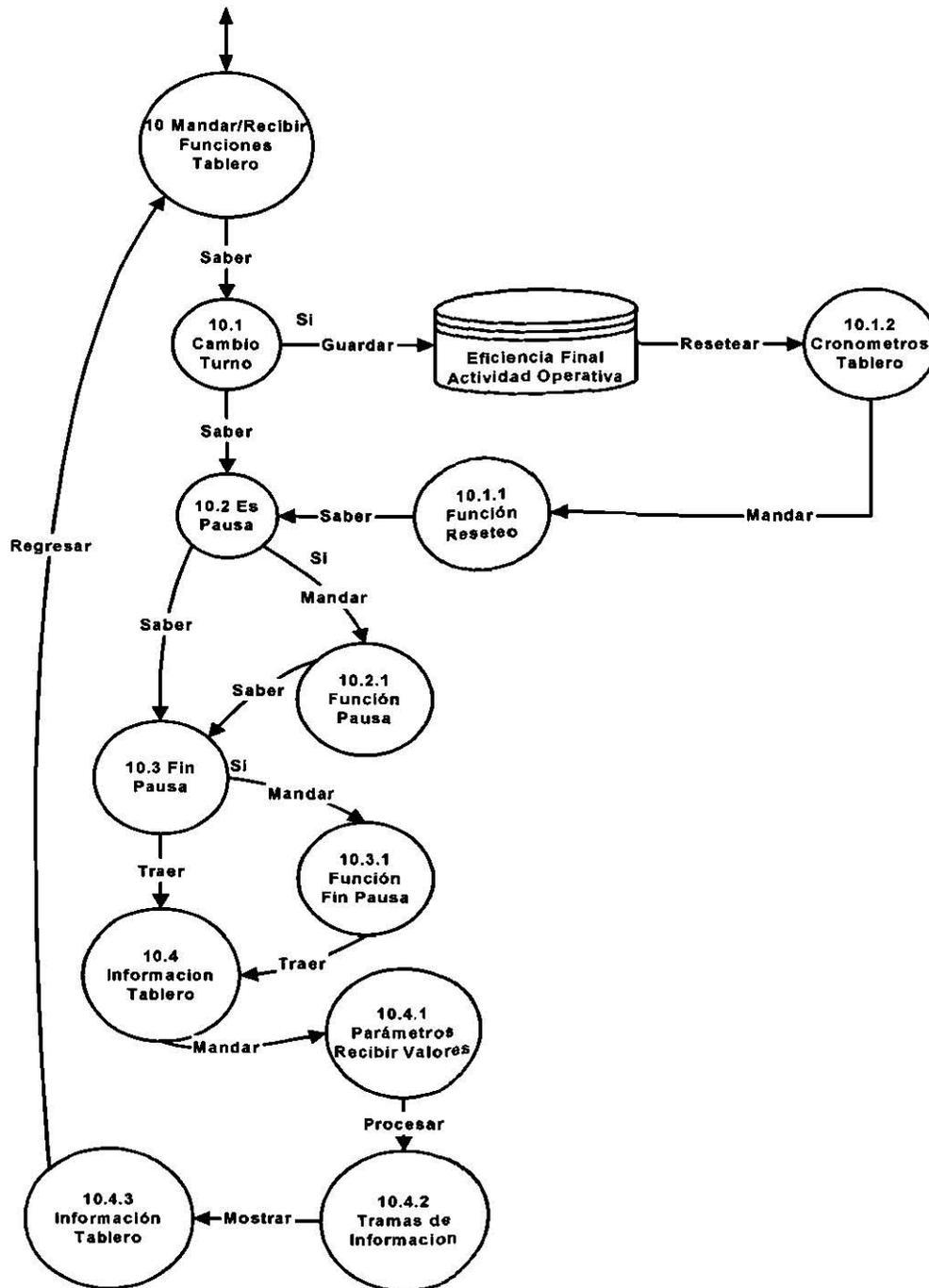
8 Configuración Tiempo Muertos



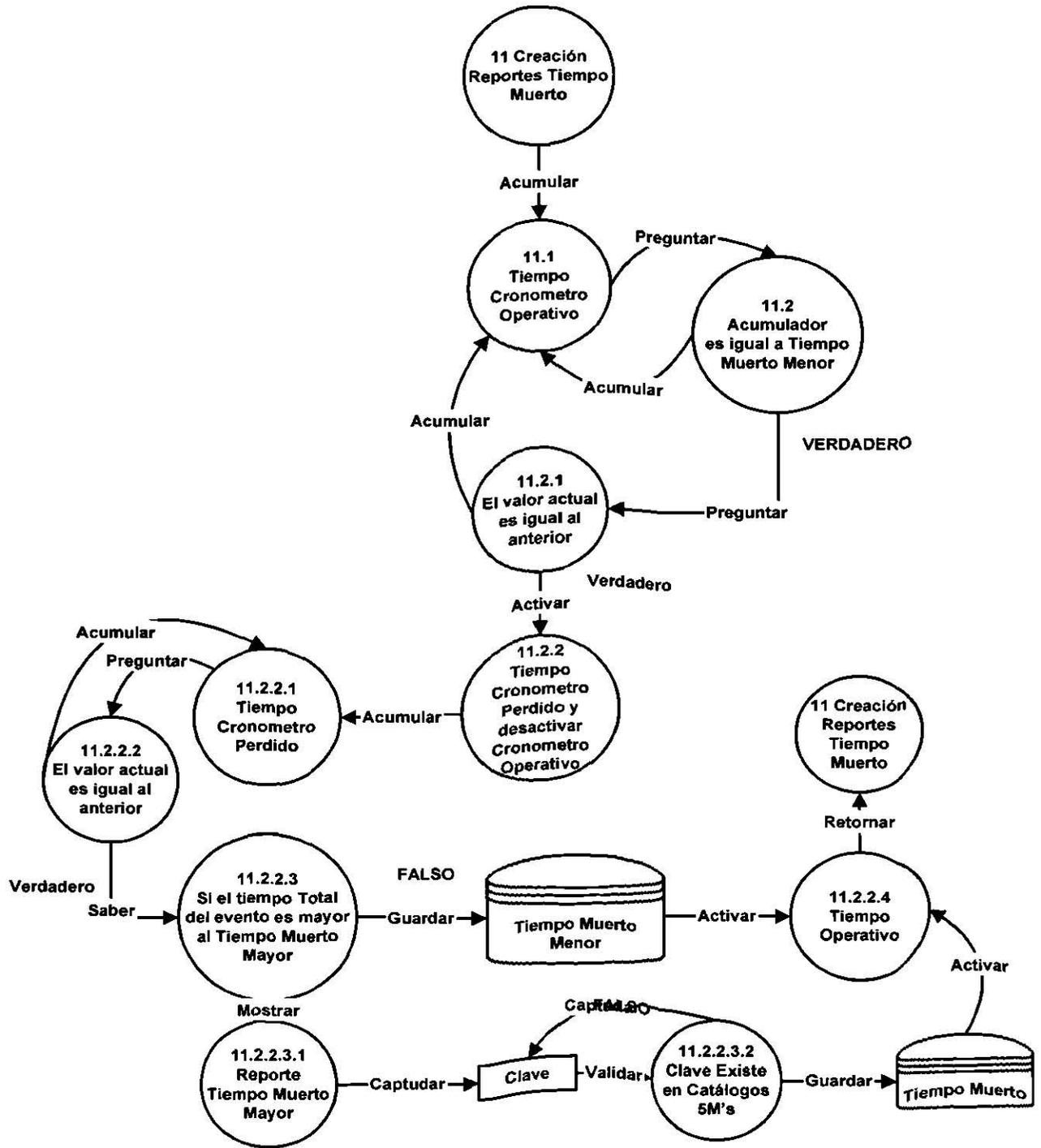
9 Guardar Estadística



10 Mandar / Recibir Funciones Tableros



11 Creación Reportes Tiempo Muerto



5.3 Descripción de Módulos

1 Activar / Desactivar Tablero

EL objetivo de este modulo es el de activar los tableros que se van a utilizar en el sistema o desactivarlos para su funcionamiento.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

1.1 Activar Tablero

Objetivo: Capturar el nombre del tablero con el cual se llamara y él numero con el cual se comunicara el sistema al tablero real.

1.1.1 Nombre y Numero Tablero no existan en Sistema

Objetivo: Validar que el nombre del tablero no exista y que él número antecesor del tablero este dado de alta, si la información cumple que se guarde en la tabla "Tableros" de la base de datos, de lo contrario que regrese al modulo 1.1.

1.2 Desactivar Tablero

Objetivo: Elegir el tablero que se desactivara.

1.2.1 Nombre y Numero Tablero existan

Objetivo: Validar que el tablero elegido sea el correcto y que su antecesor este activado si cumple se eliminara el tablero de la base de datos

1.3 Estatus y Atributos de Tablero.

Objetivo: Contar la cantidad de tableros ya existentes en la base de datos y cargar todos los estatus y atributos del tablero que son turnos, pausas y tablero virtual.

2 Consultas Graficas

EL objetivo de este modulo es el de mostrar los indicadores que almacena el sistema, a través de un formato grafico para su mayor entendimiento ya sea la eficiencia, producción, comportamiento y tiempo muertos que ha detectado el sistema.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

2.1 Elegir la grafica a consultar

Objetivo: Seleccionar el tipo de grafica y el tablero para consultar su información.

2.2 Cadena Consulta

Objetivo: Crear la cadena que nos permitirá traer la información de la base de datos y mostrarla a través de un ambiente grafico.

2.3 Validar Consulta

Objetivo: Verificar que la consulta realizada exista información de lo contrario regresar al inicio.

2.4 Operaciones o Cálculos

Objetivo: Realizar las acciones u operaciones de cálculos u ordenamiento según el tipo de grafica elegidos, para mostrarlos en pantalla.

3 Configurar Turnos y Pausas

El Objetivo de este modulo es el de activar las pausas que se utilizaran en el tablero y los inicios de turnos de la empresa donde se utilizara.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

3.1 Existe Información Tablero

Objetivo: Validar que exista información del tablero seleccionado, si esta información existe muestra los turno y pausas anteriores capturadas.

3.1.1 Turnos y Pausas Correctos

Objetivo: Verificar que los turnos sean correctos y que las pausas establecidas correspondan al turno asignado y su duración de pausa no sobrepasen a su turno correspondiente al momento de terminar la captura o reasignación.

3.2 Turnos y Pausas

Objetivo: Mostrar todas las pausas y turnos que se asignaran al tablero, y si se desea se podrá reasignar otro tipo de pausas o inicios de turno.

3.3 Turno Laboral

Objetivo: Establecer cual es turno y fecha laboral en la cual se ha configurado el sistema al momento de terminar su captura y guardar la información en la tabla Breaks y Turnos

3.4 Nuevos Turnos y Pausas

Objetivo: Cargar todas las nuevas pausas del tablero y su duración.

4 Configurar Días Inhábiles

El Objetivo de este modulo es el de activar los Días Inhábiles que se utilizaran en el tablero, para que la información no sea almacenada en la base de datos.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

4.1 Existe Información Tablero

Objetivo: Validar que exista información del tablero seleccionado, si esta información existe muestra los Días Inhábiles anteriores y permite modificarlos, de lo contrario serán capturados para se almacenados en la base de datos sin importar su acción.

4.2 Días Inhábiles

Objetivo: Mostrar todos los Días Inhábiles que tiene le tablero .

4.3 Turno Laboral

Objetivo: Establecer los Días Inhábiles del tablero seleccionado

5 Modificar Ritmo Trabajo

El Objetivo de este modulo es el de colocar un nuevo ritmo de trabajo al Tablero Electrónico.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

5.1 Ritmo Trabajo

Objetivo: Validar que le ritmo de trabajo capturado sea un valor numérico de 1 a 2 decimales, si es correcto pasa al segmento 5.2 de lo contrario se pide nuevamente que se capture.

5.2 Tablero No Este En Pausa

Objetivo: Si el tablero se encuentra en una pausa impedir que se mande la trama de cambiar ritmo de trabajo, de lo contrario ir al segmento 5.3

5.3 Trama de Información de Cambio de Ritmo

Objetivo: Mandar la nueva trama al tablero eléctrico, para su nuevo funcionamiento.

6 Catálogos

El Objetivo de este modulo es el de capturar la información de los defectos y las causa de tiempo muerto por 5 M's.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

6.1 Altas 5M's

Objetivo: Capturar el tipo de causa y las características de la misma.

6.1.1 Clave No Exista en catalogo de M Elegida

Objetivo: Validar que la clave de la causa capturara no se encuentre ya dada de alta dentro de la tabla de la M Elegida, si es así se guardara en su tabla correspondiente.

6.2 Altas Defectos.

Objetivo: Capturar Información del defecto.

6.2.1 Clave No Exista en Catalogo Defectos

Objetivo: Validar que la clave del Defecto capturado no se encuentre ya dada de alta dentro de la tabla, si es así se guardara en su tabla correspondiente.

6.3 Consultas Catálogo

Objetivo: Consultar cualquier catalogo de las 5M's o Defectos que tiene el sistema.

6.3.1 5M's

Objetivo: Realizar las acciones de modificar o consultas a los catálogos de las 5M's.

6.3.1.1 Existe Información

Objetivo: Validar si existe información con respecto al catalogo elegido y realizar las acciones de consulta, modificación y eliminación.

6.3.1.2 Información

Objetivo: Muestra la información del catalogo elegido y activa las acciones de guardar y eliminar.

6.3.1.2.1 Modificar Catalogo

Objetivo: Capturar los nuevos valores de la causa seleccionada ,

6.3.1.2.1.1 Clave Correcta

Objetivo: Verificar que la información no se repita con otro registro, ya existente

6.3.1.2.2 Eliminar Catalogo

Objetivo: Eliminar Causa del catalogo seleccionado.

6.3.2 Defectos

Objetivo: Realizar las acciones de modificar o consultas a los catálogos de los defectos.

6.3.2.1 Existe Información

Objetivo: Validar si existe información con respecto al catalogo elegido y realizar las acciones de consulta, modificación y eliminación.

6.3.2.2 Información

Objetivo: Muestra la información del catalogo elegido y activa las acciones de guardar y eliminar.

6.3.2.2.1 Modificar Catalogo

Objetivo: Capturar los nuevos valores de la causa seleccionada

6.3.2.2.1.1 Clave Correcta

Objetivo: Verificar que la información no se repita con otro registro, ya existente

6.3.2.2.2 Eliminar Catalogo

Objetivo: Eliminar Causa del catalogo Defectos.

7 Reporte Defectos

El Objetivo de este modulo es el de tener la información de la cantidad de los defectos que han ocurrido durante el turno laboral, para ser mostrada en paretos.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

7.1 Información Correcta:

Objetivo: Validar que la información que se va almacenar en la tabla "Defectos", sea la correcta de lo contrario se capturará nuevamente los campos.

8 Configurar Tiempo Muertos

El Objetivo de este modulo es el de activar la duración de ambos tiempos muertos (Menor y Mayor), para indicar al sistema cual sea el tiempo cuando se muestre el reporte de tiempo muerto

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

8.1 Existe Información Tablero

Objetivo: Validar que exista información del tablero seleccionado, si esta información existe muestra los Tiempos Muertos anteriores y permite modificarlos, de lo contrario serán capturados para ser almacenados en la base de datos sin importar su acción.

8.2 Valores Tiempos Muerto

Objetivo: Mostar los valores de tiempos muertos del tablero \

8.3 Tiempo Correctos

Objetivo: Validar que el tiempo muerto menor sea menor al tiempo muerto mayor si es correcto se almacena la información en la tabla "Configuración", de lo contrario nuevamente se capturan

8.4 Nueva Configuración

Objetivo: Establecer los nuevos Tiempo Muertos del tablero seleccionado.

9 Guardar Estadística

El Objetivo de este modulo es el de guardar toda la información o estadística que se genere a través de los indicadores del tablero virtual.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

9.1 Paso ¼ de hora

Objetivo: Guardar los indicadores de comportamiento y eficiencia cada vez que haya transitado 15 minutos de trabajo.

9.2 Paso 1 hora

Objetivo: Guardar los indicadores de producción cada vez que haya transitado una hora de trabajo.

10 Mandar / Recibir Funciones Tablero

El Objetivo de este modulo es el de comunicarse con el tablero electrónico, para traer la información que tengan sus indicadores y mandar las funciones de cambio de turno, colocar pausa y quitar pausa.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

10.1 Cambio Turno.

Objetivo: Si es cambio de turno guardar la eficiencia final de la línea y la actividad operativa, a su vez establecer el turno y fecha siguiente a trabajar.

10.1.1 Cronómetros Tablero

Objetivo: Reseteo los cronómetros e indicadores del tablero virtual, para obtener la estadística del siguiente turno a trabajar.

10.1.2 Función Reseteo

Objetivo: Mandar la trama de reseteo al tablero, para a cambiar de turno y preguntar si el tablero se reseteo, de lo contrario repetir la misma acción.

10.2 Es Pausa

Objetivo: Preguntar si el tablero debe de estar en una pausa ,

10.2.1 Función Pausa

Objetivo: Mandar la trama de pausa al tablero si la hora en que se programo.

10.3 Fin Pausa

Objetivo: Quitar la pausa al tablero.

10.3.1 Función Fin Pausa.

Objetivo: Mandar la trama de quitar pausa al tablero si es la hora de termino de la misma, ↓

10.4 Información Tablero.

Objetivo: Traer información o indicadores del tablero electrónico, para ser procesador y mostrarlos en pantalla.

10.4.1 Parámetros Recibir Valores.

Objetivo: Recibir las tramas de información del tablero y cerciorarse que sea correctas.

10.4.2 Tramas De Información.

Objetivo: Procesar las tramas de información.

10.4.3 Información Tablero.

Objetivo: Mostrar las información en el tablero virtual.

11 Creación Reportes Tiempo Muertos.

El Objetivo de este modulo es el de saber cuanto es el tiempo muerto perdido por la línea y si este tiempo al momento de terminar el paro cumple con ciertas características, este se mostrara y será editado por el usuario para indicar cual fue la causa del paro.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

11.1 Cronometro Tiempo Operativo.

Objetivo: Acumular el tiempo operativo que tiene el tablero.

11.2 Acumulador igual a Tiempo Muerto Menor.

Objetivo: Saber si el tiempo acumulado es igual al tiempo muerto menor, si es así ejecuta el paso

11.2.1 de lo contrario sigue con 11.1.

11.2.1 Valor Actual es igual al Anterior.

Objetivo: Preguntar si el valor del Real es el mismo que pregunto la vez anterior si se cumple esta acción, pasa al 11.2.2

11.2.2 Activar Cronómetros Tiempo Muerto.

Objetivo: Activar cronometro de tiempo muerto y desactivar cronometro de actividad operativa.

11.2.2.1 Tiempo Cronometro Perdido.

Objetivo: Acumular Tiempo Muerto.

11.2.2.2 Valor Actual es igual al Anterior

Objetivo: Preguntar si el valor del parámetro real es igual al valor anterior, si es así seguirá acumulando tiempo muerto de lo contrario ira al paso 11.2.2.3.

11.2.2.3 Tiempo Total del evento es mayor al tiempo muerto

Objetivo: Saber si el evento o la duración total del mismo al tiempo muerto mayor establecido por le usuario, si es así se dirige al 11.2.2.3.1, de lo contrario se guarda en la base de datos como paro menor.

11.2.2.3.1 Reporte Tiempo Muerto

Objetivo: Mostrar un reporte de tiempo muerto mayor que se capture, solamente la clave de la causa y muestre la duración de la causa y la hora en que inicio.

11.2.2.3.2 Existe Clave en Catálogos 5'M

Objetivo: Validar que la clave tecleada por el usuario existe en algunos de los catálogos y regresara pedirla nuevamente de lo contrario guardar el paro con la causa especifica.

11.2.2.4 Tiempo Operativo.

Objetivo: Activar cronómetros Tiempo Operativo y desactivar cronómetros de tiempo muerto.

5.4 Diseño de Entrada de Datos.

Activar / Desactivar Tableros

Activacion Tableros

Area:

Nombre Tableros

1	<input checked="" type="checkbox"/>	Activar Tablero 1
2	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 2
3	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 3
4	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 4
5	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 5
6	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 6
7	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 7
8	<input type="checkbox"/>	Activar Tablero 8

Configuración Turnos y Pausas

14 Configuración Turnos y Breaks

Nombre De Tablero
Tablero:

Inicio Turno:

Reporte Turno:

	Hora Inicio	Duración
Break 1:	<input type="text" value="08:00"/>	<input type="text" value="0"/> mins.
Break 2:	<input type="text" value="09:00"/>	<input type="text" value="0"/> mins.
Break 3:	<input type="text" value="10:00"/>	<input type="text" value="0"/> mins.
Break 4:	<input type="text" value="11:30"/>	<input type="text" value="0"/> mins.
Break 5:	<input type="text" value="15:00"/>	<input type="text" value="0"/> mins.

Configuración Días Inhábiles

Días No Hábiles Tablero

Días No Hábiles Tablero

Nombre De Tablero
 Tablero:

Días No Hábiles	Turno 1	Turno 2	Turno 3
<input type="checkbox"/> Lunes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Martes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Miércoles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Jueves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Viernes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Sábado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Domingo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Modificar Ritmo Trabajo

Modificar Takt Time

Modificar Takt Time

Nombre De Tablero
 Tablero:

Takt Time a Utilizar:

Reporte Defectos

Reporte Por Defectos

Reporte Por Defectos

Tablero:

Fecha:

Hora:

Turno:

Causa:

Cantidad:

Configuración Tiempo Muerto

Configuración Tableros

Configuración

Nombre De Tablero
 Tablero:

Tolerancia De Tiempo Muerto Menor
 Min.

Tolerancia De Tiempo Muerto Mayor
 Min.

Reporte Tiempo Muerto

Reporte Tiempo Muerto

Tablero:

CODIGO:

Hora:

Duracion:

Fecha:

Catálogos

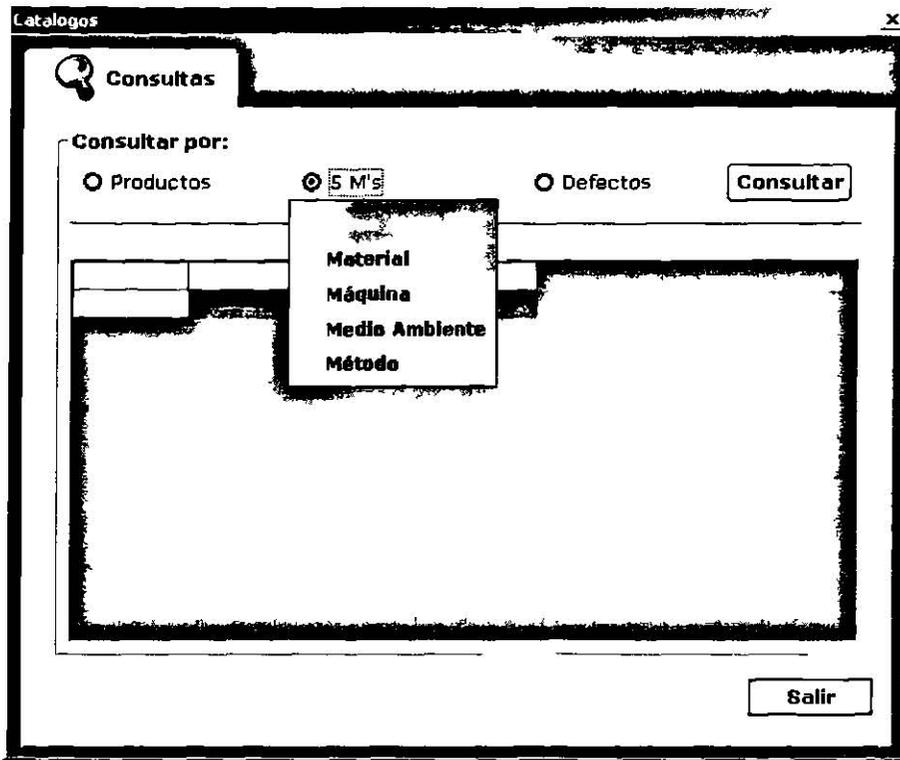
Catálogos 5M's

The screenshot shows a window titled 'Catálogos' with a sub-tab '5 M's'. The main heading is 'Alta de 5 M's'. It contains three required fields: '*Tipo:' with a dropdown menu, '*Clave:' with a text input, and '*Causas:' with a wide text input. A note '* Campos requeridos' is located below the fields. At the bottom right, there are two buttons: 'Aceptar' and 'Salir'.

Catálogos Defectos

The screenshot shows a window titled 'Catálogos' with a sub-tab 'Defectos'. The main heading is 'Alta de Defectos'. It contains two required fields: '*Clave:' with a text input and '*Causas:' with a wide text input. A note '* Campos requeridos' is located below the fields. At the bottom right, there are two buttons: 'Aceptar' and 'Salir'.

Consulta Catálogos



5.5 Descripción de Procedimientos.

1 Activar / Desactivar Tablero

1) Objetivo: Activar los tableros que se utilizaran en las líneas de producción, para su funcionamiento y establecer automáticamente una configuración, hasta que el usuario establezca la verdadera configuración del tablero.

2) Función Principal: Indicar el nombre y el numero el cual se llamara nuestra tablero, para poder conocer el estatus de este y guarda y obtener los indicadores que el sistema obtiene.

3) Requerimientos: Se necesita saber el numero del tablero el cual se indica en la tarjeta de control del tablero electrónico y el nombre de la línea donde se instalara.

4) Periodicidad: Solamente una vez o cuando se instale un nuevo tablero que se comunique con el software.

5) Productos Generados: Comunicación del software con el tablero digital.

6) Descripción: Se seleccionara el numero del tablero siempre y cuando el numero del anterior existe o este dado de alta, se debe capturar el nombre del tablero preferentemente este debe llamarse como se llama en la línea de producción donde se esta instalando, para mayor seguridad y entendimiento por parte del los usuarios del sistema.

2 Consultas Graficas

1) Objetivo: Crear reportes de los indicadores de producción que obtiene y guarda el sistema a través de graficas, para su mayor entendimiento.

2) Función Principal: Permite a los usuarios mostrar los indicadores de producción de cada tablero por medio del sistema en un formato de graficas, sin importar la fecha o turno de alguna jornada de trabajo.

3) Requerimientos: Seleccionar el tipos de indicador (grafica) que desea observar, el turno y la fecha en la cual desea hacer la consulta y este obtendrá la información y se procesara para mostrarse en una grafica.

4) Periodicidad: Siempre que le usuario desee hacer una consulta acerca de cualquier indicador, el día y turno que desee.

5) Productos Generados: Reporte grafico de cualquier indicador seleccionado.

6) Descripción: Se seleccionara el indicador el cual se desee observar su desempeño, el tablero al cual hace referencia, al igual que el turno y la fecha, si los indicadores fueron los paretos se hacen algunos cálculos de obtención para mostrarlos de lo contrario solamente se ordena la información y se muestra.

3 Configurar Turnos y Pausas

1) Objetivo: Establecer el inicio de turnos, pausas, comidas o juntas que se presenten en la línea de producción, sin la necesidad de avisar a los supervisores.

2) Función Principal: Permite al usuario colocar las pausas que pertenecen a su turno laboral y el inicio del mismo, el cual permite al sistema establecer que tipo de turno tiene y la fecha laboral en la cual esta trabajando.

3) Requerimientos: Seleccionar el tablero y capturar el inicio de cada turno y las pausas que tiene la línea.

4) Periodicidad: Una vez si los turnos no cambian al igual las pausas de lo contrario cada vez que se establezca una pausa que no este dentro ya de la configuración establecida.

5) Productos Generados: El tipo de turno al cual pertenece el tablero y la fecha laboral en la cual esta trabajando.

6) Descripción: Se Selecciona el nombre del tablero ha establecer los turnos y pausas se captura el inicio de cada turno, el inicio de cada pausa y su duración en minutos, si no se usan las cinco pausas entonces se deberá colocar en la duración de esa pausa el valor de cero para que no interfiera con el funcionamiento del sistema, al momento de terminar se deberá establecer y cargar las nuevas pausas y en que turno esta trabajando y su fecha laboral.

4 Configurar Días Inhábiles

- 1) **Objetivo:** Configurar los días inhábiles o jornada, ya sea un turno o todo el día.
- 2) **Función Principal:** Indica al sistema que no guarde o genera alguna estadística que afecta el desempeño del sistema.
- 3) **Requerimientos:** Seleccionar el nombre del tablero y lo(s) día(s) los cuales no se trabajara durante la semana ya sea todo el día o algún turno específico.
- 4) **Periodicidad:** Una vez por semana.
- 5) **Productos Generados:** Evitar que se guarde o genere estadística durante algún día no laboral.
- 6) **Descripción:** Se selecciona el nombre del tablero, el día de la semana el cual no se trabajara, al igual el turno que no se trabaja, si es todo el día se seleccionan todos los turnos.

5 Modificar Ritmo Trabajo

- 1) **Objetivo:** Cambiar el ritmo de trabajo de la línea de ensamble cuando se cambia de objetivo.
- 2) **Función Principal:** El sistema indica al tablero que cambie el tiempo de incremento del parámetro REAL
- 3) **Requerimientos:** Seleccionar el nombre del tablero y Capturar el nuevo ritmo de trabajo del tablero.
- 4) **Periodicidad:** Cada vez que el usuario lo desee
- 5) **Productos Generados:** Incrementar el ritmo de producción del tablero eléctrico.
- 6) **Descripción:** Se selecciona el nombre del tablero al cual se modificara el ritmo, también se captura el ritmo de producción y se manda el nuevo ritmo de trabajo al tablero

6 Catálogos

1) Objetivo: Permitir al usuario tener todas las causas que generen tiempo muerto y defectos almacenados y poder usarlos cuando se capturen los tiempos muerto y los defectos.

2) Función Principal: Permite al usuario tener la información de su fallas de la línea o producción en un medio de almacenamiento y asignarlo cuando se necesite.

3) Requerimientos: Seleccionar el tipo de catalogo donde se guardara el evento de perdida de tiempo o defecto, y capturar la clave y causa del evento ,

4) Periodicidad: Una vez.

5) Productos Generados: Catalogo de eventos de perdida de tiempo o defectos para asignarlos a los tiempo muertos o defectos y generar sus paretos correspondientes.

6) Descripción: Se selecciona el tipo de acción a realizar consultas o altas, si elegimos altas debemos seleccionar el tipo de catalogo a capturar ya sea defectos o 5m's, se captura la clave y la causa del evento, en el caso de la 5M's se selecciona a que tipo de M pertenece (Materiales, Maquina, Método, Mano De Obra Medio Ambiente), al elegir la consulta se elige el tipo de consulta ya sea por defectos o algunas de la 5M's si existe información con respecto a la búsqueda este permite las acciones de editar o eliminar registro.

7 Reporte Defectos

- 1) Objetivo:** Tener una bitácora de todos los defectos que han ocurrido durante la jornada de trabajo.

- 2) Función Principal:** Permite al usuario captura los defectos que ocurrieron durante el turno laboral y tener la información en un medio de almacenamiento.

- 3) Requerimientos:** Seleccionar el nombre del tablero, la fecha, hora, turno en que ocurrió el defecto la causa del defecto y la cantidad de piezas que daño la causa.

- 4) Periodicidad:** Cada vez que ocurre un defecto en algún producto en la línea de producción.

- 5) Productos Generados:** Reporte de defectos de la línea de producción.

- 6) Descripción:** Se selecciona el tablero, la fecha, la hora el turno la causa del defecto y cantidad de piezas que fueron dañadas.

8 Configuración Tiempos Muertos

- 1) Objetivo:** Tener dos indicadores que mencionen cuando se debe de empezar a preguntar si el sistema se encuentra en tiempo muerto y al termino del mismo saber con otro indicador si la duración del evento fue critica o no
- 2) Función Principal:** Mencionar al sistema cuando debe de empezar a preguntar si el sistema se encuentra en tiempo muerto e indicar si el termino de un tiempo muerto fue critico o no.
- 3) Requerimientos:** Seleccionar el nombre del tablero, el tiempo que empiece a preguntar tiempo muerto y si el evento fue critico o no.
- 4) Periodicidad:** Una vez
- 5) Productos Generados:** Indicadores de Tiempos Muertos.
- 6) Descripción:** Se Selecciona el tablero a establecer la configuración de tiempos, tanto para el tiempo muerto menor y tiempo muerto mayor, siempre que el tiempo muerto menor sea mayor al tiempo muerto mayor.

9 Guardar Estadística

- 1) **Objetivo:** Evitar que el usuario capture la información de los indicadores de producción,
- 2) **Función Principal:** Almacenar la estadística de los indicadores de producción que genere el sistema.
- 3) **Requerimientos:** Solamente los valores del tablero tanto el plan como el real.
- 4) **Periodicidad:** Cada 20 minutos se guarda estadística o al termino de un turno.
- 5) **Productos Generados:** Estadística del los indicadores de producción ya sea eficiencia. Producción y comportamiento.
- 6) **Descripción:** El sistema toma los indicadores que genere el sistema y los guarda cada uno en su tabla correspondiente, cada 20 minutos.

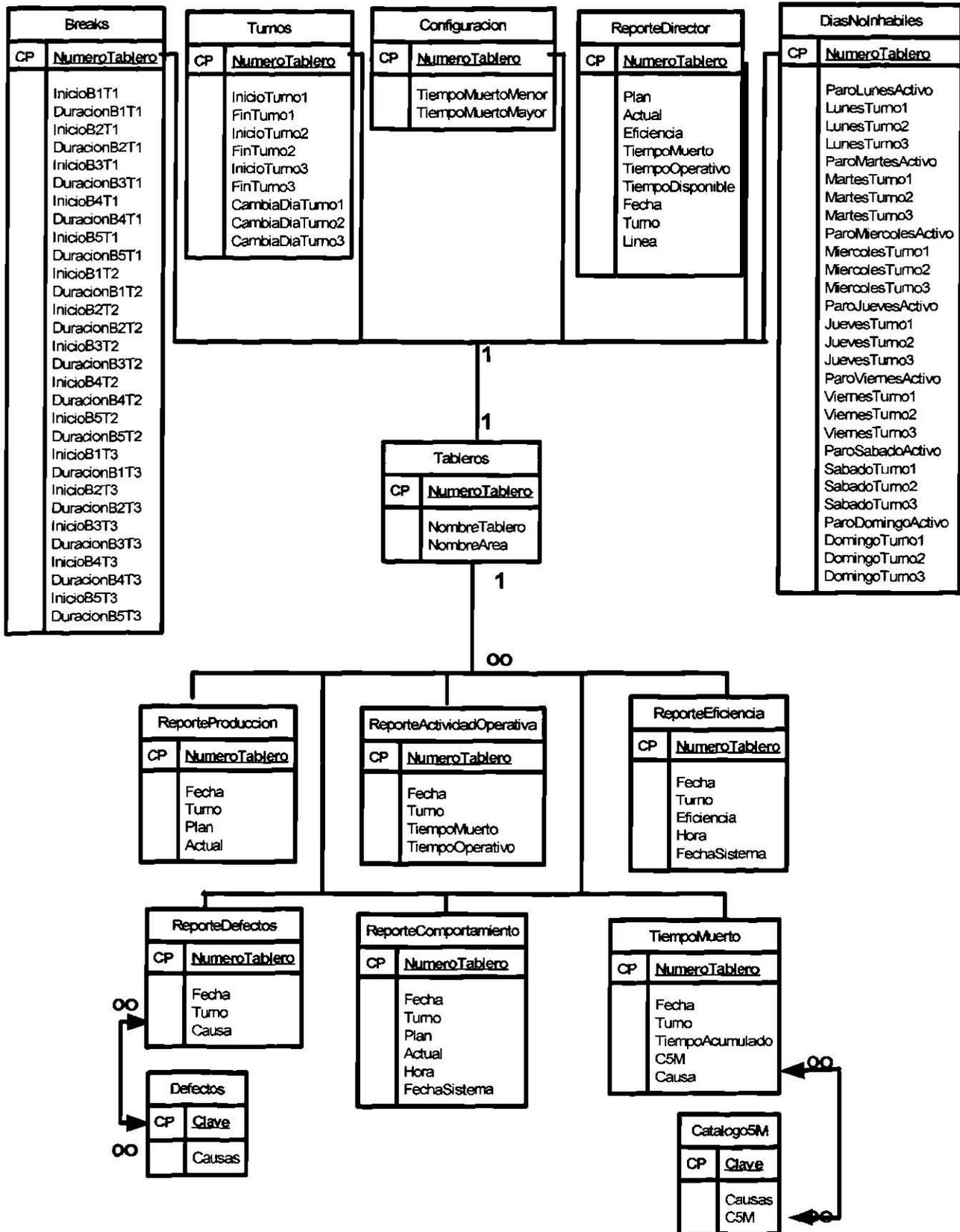
10 Mandar / Recibir Funciones

- 1) Objetivo:** Tener a tiempo real el valor de los indicadores del tablero eléctrico,
- 2) Función Principal:** Conocer los indicadores de tiempo, mandar y quitar las pausas de cada turno y el inicio de cada turno
- 3) Requerimientos:** Inicio de cada turno, inicio y duración de cada pausa y numero del tablero al cual se le preguntara o se mandara la información.
- 4) Periodicidad:** Siempre ,
- 5) Productos Generados:** Recepción de datos del tablero, reseteo de los indicadores del sistema e inicio y termino de pausas.
- 6) Descripción:** Cada segundo se pregunta cual es el estatus del tablero y si es la hora de alguna pausa se coloca la pausa a su vez si es la hora de termino, si es algún inicio de turno manda la trama para iniciar el turno.

11 Creación Reporte Tiempo Muerto

- 1) **Objetivo:** Tener un reporte que informe cuanto fue el tiempo perdido durante un evento crítico o no que detecto el sistema.
- 2) **Función Principal:** El usuario solamente capturada la clave del evento que genero el tiempo muerto cuando es crítico, ya que el sistema le indicada cuanto fue la duración total del eventos.
- 3) **Requerimientos:** Los indicadores del tablero el Plan y el Real.
- 4) **Periodicidad:** Siempre.
- 5) **Productos Generados:** Reporte de Tiempo Muerto tanto críticos como no críticos.
- 6) **Descripción:** Cuando el indicador de tiempo muerto menor se cumple este pregunta si el valor del real es el mismo que la vez anterior, si es así esta situación activa el tiempo muerto y empieza acumular tiempo al momento de incrementarse el Real este se detiene y se obtiene la duración del paro, si esta es mayor o igual al tiempo muerto mayor este muestra un informe, que será solamente llenado por la clave del evento.

5.6 Diseño de la Base de Datos.



5.6 Características de la Base de Datos.

Tableros		
Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
NombreTablero	String (20)	Nombre de la línea de producción asignada al tablero
NombreArea	String (20)	Nombre del área donde pertenece la línea de producción

Configuración		
Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
TiempoMuertoMenor	Integer	Tiempo que inicia la pregunta un tiempo muerto menor en segundos
TiempoMuertoMayor	Date	Tiempo que indica si la conclusión de un tiempo muerto es grave

Defectos		
Campo	Tipo	Descripción
Clave	String (10)	Clave del defecto
Causa	String(10)	Descripción del defecto

Catalogos5M

Campo	Tipo	Descripción
Clave	String (10)	Clave del Tiempo Muerto
Causa	String(20)	Descripción del Tiempo Muerto
C5M	String(15)	Tipo de M al que pertenece

ReporteProduccion

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se guardo el reporte al final del turno
Turno	Byte	Turno cuando se guardo el reporte al final del turno
Plan	Integer	Valor del Plan al final del turno
Actual	Integer	Valor del Real al final del turno

ReporteDirector

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Plan	Integer	Valor del indicador Plan del tablero
Actual	Integer	Valor del indicador Real del tablero
Eficiencia	Single	Valor de la eficiencia del tablero
TiempoMuerto	Date	Total de tiempo muerto del turno actual de la línea
TiempoOperativo	Date	Total de tiempo operativo del turno actual de la línea
TiempoDisponible	Date	Tiempo disponible del turno actual de la línea
Fecha	Date	Fecha laboral en la que se encuentra actualmente el sistema trabajando

ReporteActividadOperativa

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero Del Tablero Electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se guardo el reporte
Turno	Byte	Turno cuando se guardo el reporte
TiempoMuerto	Date	Tiempo muerto total del turno
TiempoOperativo	Date	Tiempo operativo total del turno

ReporteComportamiento

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se guardo el reporte al final del turno
Turno	Byte	Turno cuando se guardo el reporte al final del turno
Hora	Date	Hora cuando se guardo la información
Plan	Integer	Valor del Plan actual
Actual	Integer	Valor del Real actual
FechaSistema	Date	Fecha de la computadora cuando se guardo la información

ReporteEficiencia

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se guardo el reporte
Turno	Byte	Turno cuando se guardo el reporte
Hora	Date	Hora cuando se guardo la información
Eficiencia	Single	Valor de la Eficiencia actual
FechaSistema	Date	Fecha de la computadora cuando se guardo la información

ReporteDefectos

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se guardo el reporte
Turno	Byte	Turno cuando se guardo el reporte
Causa	String	Causa que ocasiono el defecto

TiempoMuerto

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
Fecha	Date	Fecha cuando se genero el reporte
Turno	Byte	Turno cuando se genero el reporte
Hora	Date	Hora cuando se genero el reporte
TiempoAcumulado	Date	Duración total del tiempo muerto
C5M	String	Tipo de M del tiempo muerto
Causa	String	Causa del tiempo muerto

Turnos

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero electrónico
InicioTurno1	Date	Hora inicia turno 1
FinTurno1	Date	Hora termina turno 1
InicioTurno2	Date	Hora inicia turno 2
FinTurno2	Date	Hora termina turno 1
InicioTurno3	Date	Hora inicia turno 3

FinTurno3	Date	Hora termina turno 1
CambiaDiaTurno1	Boolean	Saber si cambia la fecha laboral en el turno 1
CambiaDiaTurno2	Boolean	Saber si cambia la fecha laboral en el turno 2
CambiaDiaTurno3	Boolean	Saber si cambia la fecha laboral en el turno 3

Breaks

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero eléctrico
InicioB1T1	Date	Hora inicia la pausa uno del turno uno
DuracionB1T1	Integer	Duración de la pausa uno del turno uno
InicioB2T1	Date	Hora inicia la pausa dos del turno uno
DuracionB2T1	Integer	Duración de la pausa dos del turno uno
InicioB3T1	Date	Hora inicia la pausa tres del turno uno
DuracionB3T1	Integer	Duración de la pausa tres del turno uno
InicioB4T1	Date	Hora inicia la pausa cuatro del turno uno
DuracionB4T1	Integer	Duración de la pausa cuatro del turno uno
InicioB5T1	Date	Hora inicia la pausa cinco del turno uno
DuracionB5T1	Integer	Duración de la pausa cinco del turno uno
InicioB1T2	Date	Hora inicia la pausa uno del turno dos
DuracionB1T2	Integer	Duración de la pausa uno del turno dos
InicioB2T2	Date	Hora inicia la pausa dos del turno dos
DuracionB2T2	Integer	Duración de la pausa dos del turno dos
InicioB3T2	Date	Hora inicia la pausa tres del turno dos
DuracionB3T2	Integer	Duración de la pausa tres del turno dos
InicioB4T2	Date	Hora inicia la pausa cuatro del turno dos
DuracionB4T2	Integer	Duración de la pausa cuatro del turno dos
InicioB5T2	Date	Hora inicia la pausa cinco del turno dos

DuracionB5T2	Integer	Hora inicia la pausa uno del turno tres
InicioB1T3	Date	Duración de la pausa uno del turno tres
DuracionB1T3	Integer	Hora inicia la pausa dos del turno tres
InicioB2T3	Date	Duración de la pausa dos del turno tres
DuracionB2T3	Integer	Hora inicia la pausa tres del turno tres
InicioB3T3	Date	Duración de la pausa tres del turno tres

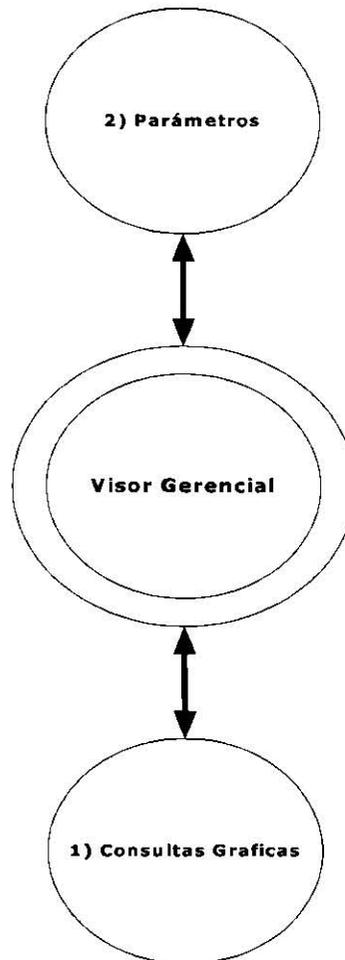
Breaks

Campo	Tipo	Descripción
NumeroTablero	Byte	Numero del tablero eléctrico
ParoLunesActivo	Boolean	Lunes esta activado
LunesTurno1	Boolean	Turno 1 del esta activado
LunesTurno2	Boolean	Turno 2 del esta activado
LunesTurno3	Boolean	Turno 3 del esta activado
ParoMartesActivo	Boolean	Martes esta activado
MartesTurno1	Boolean	Turno 1 del martes esta activado
MartesTurno2	Boolean	Turno 2 del martes esta activado
MartesTurno3	Boolean	Turno 3 del martes esta activado
ParoMiercolesActivo	Boolean	Miércoles esta activado
MiercolesTurno1	Boolean	Turno 1 del miércoles esta activado
MiercolesTurno2	Boolean	Turno 2 del miércoles esta activado
MiercolesTurno3	Boolean	Turno 3 del miércoles esta activado
ParoJuevesActivo	Boolean	Jueves esta activado
JuevesTurno1	Boolean	Turno 1 del jueves esta activado
JuevesTurno2	Boolean	Turno 2 del jueves esta activado
JuevesTurno3	Boolean	Turno 3 del jueves esta activado
ParoViernesActivo	Boolean	Viernes esta activado
ViernesTurno1	Boolean	Turno 1 del Viernes esta activado

ViernesTurno2	Boolean	Turno 2 del Viernes esta activado
ViernesTurno3	Boolean	Turno 3 del Viernes esta activado
ParoSabadoActivo	Boolean	Sábado esta activado
SabadoTurno1	Boolean	Turno 1 del sábado esta activado
SabadoTurno2	Boolean	Turno 2 del sábado esta activado
SabadoTurno3	Boolean	Turno 3 del sábado esta activado
ParoDomingoActivo	Boolean	Domingo esta activado
DomingoTurno1	Boolean	Turno 1 del domingo esta activado
DomingoTurno2	Boolean	Turno 2 del domingo esta activado
DomingoTurno3	Boolean	Turno 3 del domingo esta activado

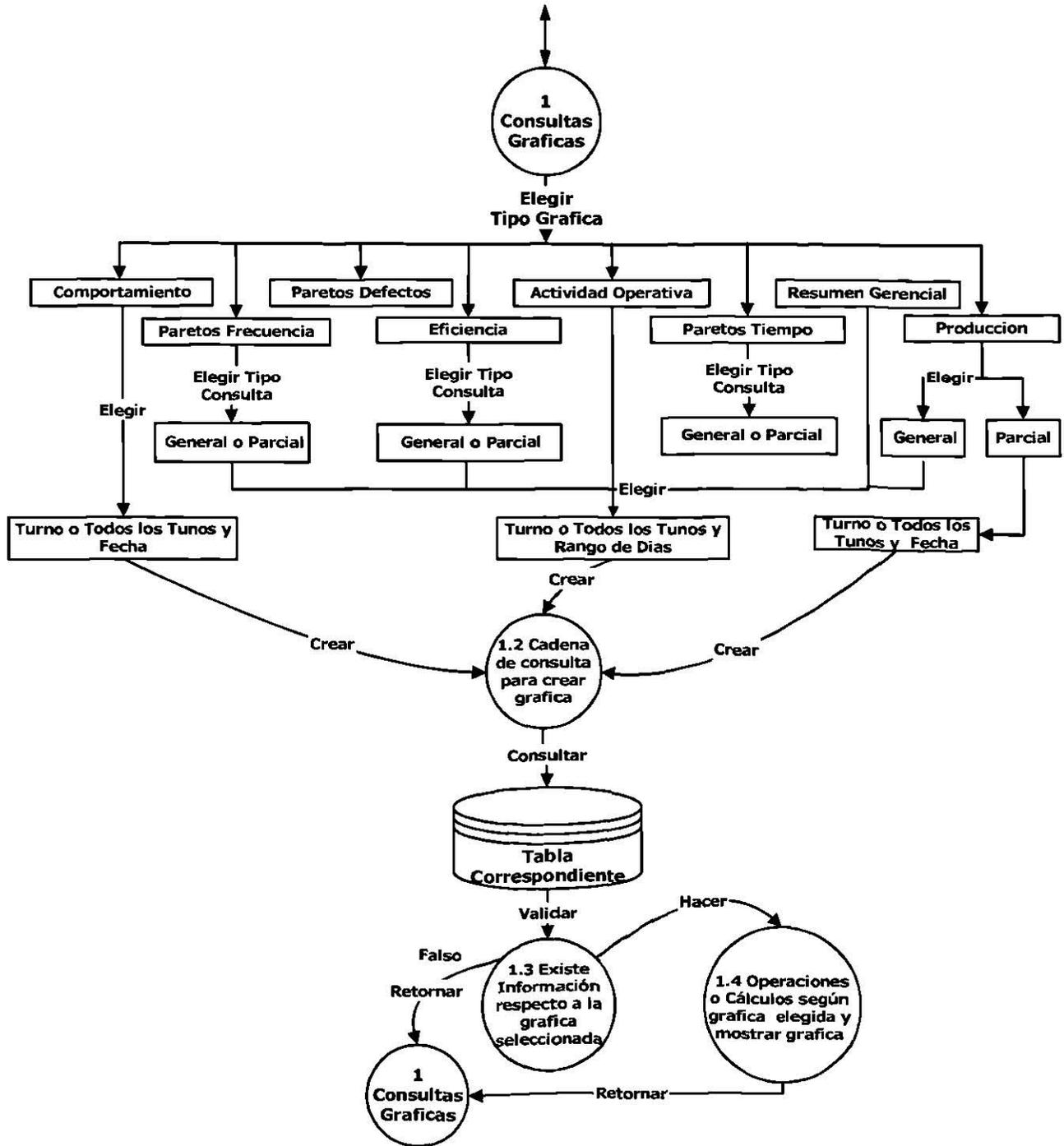
6.1 Diseño General del Sistema

DIAGRAMA GENERAL DETALLADO

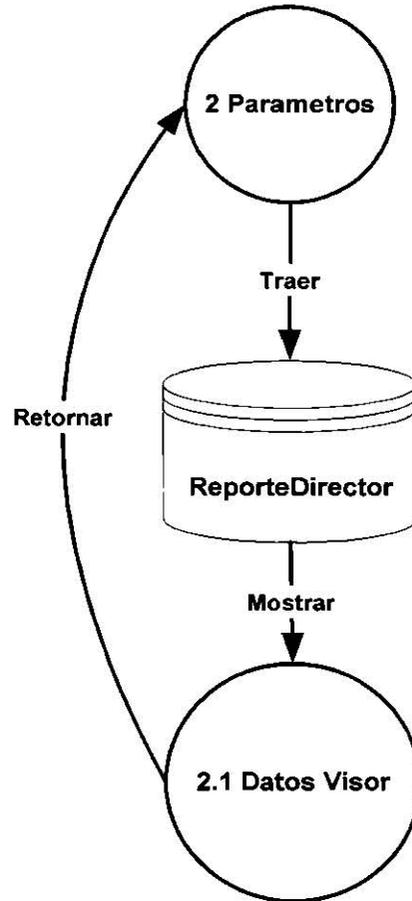


6.2 Definición de Módulos

1 Consultas Graficas



2 Parametros



6.3 Descripción de Módulos.

1 Consultas Graficas

EL objetivo de este modulo es el de mostrar los indicadores que almacena el sistema, a través de un formato grafico para su mayor entendimiento ya sea la eficiencia, producción, comportamiento y tiempo muertos que ha detectado el sistema.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

1.1 Elegir la Grafica a Consultar

Objetivo: Seleccionar el tipo de grafica y el tablero para consultar su información.

1.2 Cadena Consulta

Objetivo: Crear la cadena que nos permitirá traer la información de la base de datos y mostrarla a través de un ambiente grafico.

1.3 Validar Consulta

Objetivo: Verificar que la consulta realizada exista información de lo contrario regresar al inicio.

1.4 Operaciones o Cálculos

Objetivo: Realizar las acciones u operaciones de cálculos u ordenamiento según el tipo de grafica elegidos, para mostrarlos en pantalla.

2 Parámetros

El Objetivo de este modulo es de traer la información de los parámetros con el cual cuenta el tablero actualmente para mostrarlos en el visor del gerente a tiempo real.

Los segmentos de este modulo se presentan a continuación:

1.1 Datos Visor

Objetivo: Traer la información de la tabla Reporte director la cual almacena la información principal del sistema administrador del visor y es presentado por medio de código de colores para su mayor comprensión.

CONCLUSIONES

Descubrimos que aun las líneas de producción no están exentas de ser operadas por dispositivos electrónicos y / o computacionales para proporcionar un mejor desempeño u optimización a cualquier área de producción, ya que los dispositivos electrónicos o computacionales pueden evolucionar o especializarse según el sistema o método que usen las manufactureras, también que es indispensable unir a los departamentos de cualquier empresa sin importar el estatus social o de responsabilidades ya que todos tienen las misma obligaciones dentro de la misma obtener mejores resultados en sus obligaciones, con el takt time se une este puente entre los coordinadores , supervisores y operarios de cualquier línea de producción y puede observar la eficiencia de la misma para tomar las acciones necesarias para resolver el problema.

Timms, Howard L. La función de la producción de los negocios.

Illinois 3ª. Edición 1972

Editorial: CECSA

Schonberger, Richard J. Manufactura de Categoría Mundial.

Colombia. 4ta. Reimpresión 1997

Editorial NORMA

Northey, Patrick y Southway Nigel. Gestión de Tiempos de Ciclos.

Madrid 1998

Editorial Ruiz Polo

