



ELABORACION DE UN SISTEMA DE SUPERVISION DE TIEMPOS  
AUTOMATIZADO DE MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO EN LA  
EMPRESA PLASTICOS TRUHER S.A.

DIEGO ESTEBAN PEREZ ECHEVERRI

UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2006

ELABORACION DE UN SISTEMA DE SUPERVISION DE TIEMPOS  
AUTOMATIZADO DE MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO EN LA  
EMPRESA PLASTICOS TRUHER S.A.

DIEGO ESTEBAN PEREZ ECHEVERRI

Trabajo de grado  
Para optar el título de Ingeniero Mecánico

Asesor principal:  
CARLOS TRUJILLO JARAMILLO  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2007

Para todos los que hacen  
parte de mi familia, su apoyo y esfuerzo han  
sido fundamentales en mi desarrollo  
personal y profesional

## CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN   | 11   |
| 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA  | 12   |
| 3. OBJETIVOS  | 14   |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL   | 14   |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS  | 14   |
| 4. ALCANCE DEL PROYECTO   | 15   |
| 5. METODOLOGÍA  | 16   |
| 6. MARCO TEORICO  | 17   |
| 6.1. LOS PLC  | 17   |
| 6.2. ADQUISICIÓN DE DATOS CON PLC                                 | 20   |
| 6.3. PROGRAMACIÓN DE LOS PLC                                      | 22   |
| 6.3.1. Lista de instrucciones (Statement list)                    | 25   |
| 7. ADQUISICION DE TECNOLOGIA                                      | 29   |
| 7.1. OBJETIVOS DEL CAPÍTULO                                       | 29   |
| 7.2. COMPRA DEL PLC,  | 29   |
| 7.2.1. Por que se selecciono a Festo?                             | 29   |
| 7.3. NECESIDADES DEL PLC  | 30   |
| 7.3.1. Comunicación bajo el protocolo TCP/IP.                     | 30   |
| 7.3.2. Entradas digitales del PLC.                                | 31   |
| 7.3.3. El Software de programación                                | 34   |
| 8. DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES                          | 35   |
| 8.1. OBJETIVOS DEL CAPÍTULO                                       | 35   |
| 8.2. FUNCIONAMIENTO BASICO DE LAS MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO | 35   |
| 8.2.1. El moldeo en inyección como proceso en paralelo.           | 35   |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 8.2.2. | El ciclo de moldeo por inyección                          | 36 |
| 8.2.3. | Diagrama de tiempos de una maquina inyectora.             | 37 |
| 8.3.   | SEÑAL DIGITAL PARA EL TIEMPO DE CICLO                     | 39 |
| 8.3.1. | Definición del ciclo de inyección                         | 39 |
| 8.3.2. | Estado de las entradas digitales del PLC Festo fc640      | 40 |
| 8.3.3. | Las señales que permiten la medición del tiempo de ciclo. | 41 |
| 8.4.   | PROGRAMA DEL PLC  | 44 |
| 8.4.1. | Comunicación de Excel con el PLC fc640                    | 44 |
| 8.4.2. | Variables que se utilizan en el FST                       | 45 |
| 8.4.3. | Configuración del PLC                                     | 46 |
| 8.4.4. | El programa   | 48 |
| 8.4.5. | El programa 0   | 49 |
| 8.4.6. | El programa 1   | 49 |
| 8.4.7. | El programa 2   | 53 |
| 8.4.8. | El programa 3   | 56 |
| 8.4.9. | Nomenclatura de variables utilizadas por maquina          | 59 |
| 8.5.   | EL PROGRAMA DE EXCEL                                      | 60 |
| 8.5.1. | Hoja principal de supervisión                             | 61 |
| 8.5.2. | Hoja principal de supervisión de maquina individual       | 63 |
| 8.5.3. | La hoja de configuración de y lectura de señales          | 65 |
| 8.5.4. | La hoja de reporte por turno                              | 68 |
| 8.5.5. | La hoja de reporte general                                | 69 |
| 8.5.6. | Aplicaciones en Excel con Visual Basic                    | 69 |
| 8.5.7. | Descripción de las funciones y subrutinas en VBA          | 70 |
| 9.     | CONEXIONES Y DISPOSITIVOS                                 | 76 |
| 9.1.   | OBJETIVOS DEL CAPITULO                                    | 76 |
| 9.2.   | FUNCIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN.               | 76 |
| 9.2.1. | Fuente de alimentación PLC                                | 76 |
| 9.2.2. | Cable apantallado de 4 hilos                              | 77 |
| 9.2.3. | La tarjeta de Acople y amplificación                      | 78 |

|        |                                  |    |
|--------|----------------------------------|----|
| 9.2.4. | Tubería EMT y accesorios         | 81 |
| 9.2.5. | Gabinete para PLC de Supervisión | 81 |
| 10.    | CONCLUSIONES                     | 83 |
| 11.    | BIBLIOGRAFÍA                     | 85 |
| 11.1.  | BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA             | 85 |
| 11.2.  | BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET         | 86 |
| 12.    | ANEXO1                           | 88 |
| 13.    | ANEXO2                           | 95 |

## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1 – Operadores para listas de instrucciones (Statement list) | 27   |
| Tabla 2 – Evaluación de los PLC                                    | 29   |
| Tabla 3 – Registro de las banderas utilizadas por maquina          | 59   |
| Tabla 4 – Registro de las flag words utilizadas por maquina        | 59   |
| Tabla 5 – Registro de los timers utilizados por maquina            | 60   |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|  | Pág. |
|--|------|
| Ilustración 1– Componentes del sistema de un PLC   | 18   |
| Ilustración 2 – Adquisición de datos y control de procesos a través de un sistema SCADA                | 22   |
| Ilustración 3 – Ejemplo de diagrama de contactos   | 23   |
| Ilustración 4 – Ejemplo de diagrama de bloques   | 23   |
| Ilustración 5 – Ejemplo de lista de instrucciones  | 24   |
| Ilustración 6 – Estructura de una instrucción en Statement list  | 26   |
| Ilustración 7 – El PLC en red local  | 31   |
| Ilustración 8 – Conexión de maquinas a PLC, única señal  | 32   |
| Ilustración 9 – Conexión de maquinas a PLC, doble señal  | 33   |
| Ilustración 10 – Inyectoras en paralelo  | 36   |
| Ilustración 11 – Diagrama de tiempos de Inyectora en operación automático                              | 38   |
| Ilustración 12 – Diagrama de tiempos de Inyectora en operación semiautomático                          | 38   |
| Ilustración 13 – Representación cíclica del ciclo de inyección   | 39   |
| Ilustración 14 – Estado de entradas digitales del PLC  | 40   |
| Ilustración 15 – Valores de voltaje que determinan los estados de las entradas digitales del PLC fc640 | 41   |
| Ilustración 16 – Diagrama de tiempos de estado de la entrada digital del PLC Festo fc640               | 42   |
| Ilustración 17 – Diagrama de señales de maquina a el PLC Festo   | 43   |
| Ilustración 18 – Intercambio de información entre el PLC y Excel                                       | 44   |
| Ilustración 19 – IPC Data Server   | 45   |
| Ilustración 20 – Dimensiones y puertos del PLC fc640   | 46   |

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 21 – Configuración del IPC Data Server                    | 47 |
| Ilustración 22 – Árbol de proyectos del FST                           | 48 |
| Ilustración 23 – Creación de un programa en el FST                    | 49 |
| Ilustración 24 – Diagrama de flujo programa 1                         | 52 |
| Ilustración 25 – Diagrama de flujo programa 2                         | 55 |
| Ilustración 26 – Diagrama de flujo programa 3                         | 57 |
| Ilustración 27 – Diagrama de flujo programa proyecto 6                | 58 |
| Ilustración 28 – Pagina principal de supervisión                      | 62 |
| Ilustración 29 – Pagina principal de supervisión de maquina           | 63 |
| Ilustración 30 – Mensaje cuando ya fue inicializada la supervisión    | 64 |
| Ilustración 31 – Mensaje cuando se inicializa supervisión             | 65 |
| Ilustración 32 – Hoja de configuración y registro de variables 1      | 66 |
| Ilustración 33 – Hoja de configuración y registro de variables 2      | 67 |
| Ilustración 34 – Hoja de reporte por turno                            | 68 |
| Ilustración 35 – Hoja de reporte general                              | 69 |
| Ilustración 36 – Esquema de conexión de la fuente de alimentación PLC | 77 |
| Ilustración 37 – Tarjeta de acople de conexión                        | 79 |
| Ilustración 38 – circuito en escalera de la tarjeta de acoplamiento   | 80 |
| Ilustración 39 – Tarjeta de acople en maquina                         | 80 |
| Ilustración 34 – Gabinete con PLC instalado en planta                 | 81 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El sistema de supervisión de tiempos de operación de maquinas de inyección de plásticos en la empresa Plásticos Truher S.A se pretende realizar completamente de manera automatizada. Actualmente la empresa se encuentra en crecimiento y el proceso de supervisión de operación, cada vez es más complejo e inexacto.

La inexactitud en el proceso radica en la forma de realizar la supervisión, ya que de manera manual no es posible conocer con exactitud o correctamente los tiempos operativos de las maquinas. El factor se agrava con el incremento o cantidad de maquinaria que tiene la empresa.

El sistema de supervisión automatizado se evalúa inicialmente en una cantidad limitada de maquinas para determinar su desempeño y funcionamiento a favor del proceso de supervisión de tiempos de inyectoras, luego internamente la empresa estudia la posibilidad de implementar completamente el sistema a todas las maquinas inyectoras.

Inicialmente se implementa en 8 maquinas inyectoras, pero la capacidad del PLC instalado para este procedimiento consta de 32 entradas, es decir se puede instalar en 32 maquinas sin necesidad de adquirir otro PLC.

La Empresa Plásticos Truher S.A. se encuentra en crecimiento y para sus directivos es muy importante tener mecanismos cada día más sofisticados y fácil de utilizar, que ayuden a mejorar los procesos de la compañía, enmarcado siempre dentro de la política de calidad y el mejoramiento continuo.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El incremento de maquinaria de inyección de plástico dentro de la empresa PLASTICOS TRUHER S.A. hace que cada vez sea mas complicado conocer con certeza el comportamiento del proceso, teniendo en cuenta que este funciona como un sistema en paralelo, monitorear y obtener la información de cada una de las maquinas manualmente se hace complicado y la información es cada vez mas inexacta y menos oportuna.

La supervisión actual de los tiempos de producción se realiza una vez en cada uno de los turnos que tiene la planta, tres en total, se registra en planillas y se asienta la información en el sistema manualmente.

El proceso de inyección de plásticos existen dos tipos básicos de funcionamiento de la maquinaria de inyección que son: semiautomático y automático, en el funcionamiento semiautomático el tiempo de ciclo es variable, depende del operario, y es difícil que con una sola toma de tiempo en el turno se conozca el comportamiento de la maquina a través de este. El funcionamiento automático, el tiempo de ciclo es constante y no depende del operario, pero el funcionamiento de la maquina depende del comportamiento del molde, del operario y de los problemas que puedan ocurrir dentro del proceso, la maquina puede ser detenida con o sin motivo y la información no se registra oportunamente. Con el sistema de supervisión se conoce la eficiencia de los tiempos respecto a un ciclo estándar que tiene cada molde según criterios establecidos internamente en la empresa, y se puede identificar si la maquina es detenida.

El sistema de supervisión se implementa inicialmente en ocho maquinas inyectoras, mediante una variable fundamental del proceso que son los tiempos de ciclo de la maquina, con este dato se puede conocer: el tiempo de paro de una maquina, el incremento o desfase de los ciclos, el tiempo que opero en el turno, el tiempo promedio de operación por turno, el numero de ciclos, y con el numero de ciclos la producción realizada en los turno, claro esta que de manera ideal, ya que no se esta teniendo en cuenta el desperdicio que se genera en el proceso. Para conocer con certeza la producción en un turno, es necesario descontar la producción que se desperdicia, esto se puede implementar utilizando otra entrada al PLC, para descontar la producción.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un sistema de supervisión sistematizado de tiempos para maquinas inyectoras de plástico, por medio de un PLC bajo el protocolo de comunicación TCP/IP integrado a una red local.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un programa de consulta al sistema de supervisión en Excel con aplicaciones en Visual Basic, por medio de una comunicación TCP/IP con el PLC, que registre, guarde y permita la consulta de información pertinente del proceso.
- Diseñar un programa de operación para el PLC, orientado hacia las necesidades que se requieren para la medición de tiempos de ciclo en la maquinas inyectoras.
- Realizar el montaje y conexiones necesarias, que permitan la comunicación de las maquinas con el PLC, además que la información de este llegue por medio de una conexión de red al usuario final y sea visualizada mediante el programa de supervisión en Excel.
- Iniciar y acondicionar el sistema de supervisión de tiempos al proceso de producción, para 8 maquinas inyectoras inicialmente definidas por el proceso de producción.
- Acondicionar el montaje y el sistema de supervisión para posibilitar la ampliación a mas maquinas inyectoras de las ocho propuestas inicialmente

#### 4. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto sobre la supervisión de tiempos del sistema productivo de inyección de plástico para la empresa PLASTICOS TRUHER S.A. y por medio de el alcance de los objetivos planteados, se obtiene una herramienta que facilita el trabajo de supervisión de tiempos de operación de las maquinas inyectoras, integrado en un único programa, de fácil consulta para el usuario que requiera o necesite la información del comportamiento operativo de las maquinas inyectoras en cualquier momento. Convirtiéndose en un sistema de información útil para el mejoramiento del proceso, ya que basados en esta información se pueden tomar acciones correctivas y preventivas durante el proceso, antes y después.

El sistema es el inicio de un proyecto que se puede convertir en una herramienta que opere en toda la planta de inyección, inicialmente esta en ocho maquinas de inyección de plásticos y operando en una red local, las características y propiedades de la tecnología implementada principalmente el PLC, permiten una fácil ampliación de 8 a 32 maquinas y la posibilidad de desarrollar las aplicaciones para que operen en Internet. La capacidad de entradas del PLC limita el numero de señales por maquina y las maquinas que se pueden supervisar, si el numero de maquinas es mayor y no son suficientes las entradas al PLC, se pueden instalar mas controladores PLC y de igual manera los datos de los PLC que se instalen son leídos desde un único programa de supervisión.

## 5. METODOLOGÍA

La elaboración del sistema de supervisión en la empresa consta de tres fases, que son: la adquisición de la tecnología necesaria para el proyecto, desarrollo de programas, conexión y puesta en marcha del sistema.

La primera fase principalmente consiste en la evaluación y adquisición del PLC, materiales para las conexiones y accesorios, de acuerdo a diferentes características y condiciones exigidas por el proyecto.

La segunda fase se compone en mayor relación a las otras de parte técnica, en esta etapa se realiza todo el desarrollo de programas, tanto del PLC, como el de visualización y control en Excel con aplicaciones en VBA, se considera la implementación de dispositivos, de medida o de conexión y se evalúa la forma de conexión en las maquinas que se van a monitorear.

La ultima fase del proyecto consta básicamente de la conexión, alambrado y puesta en marcha del sistema de supervisión dentro del proceso productivo.

Todo el proceso es un trabajo en conjunto interno de la empresa, donde participa: Producción, Ingeniería, Sistemas y Montajes.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1. LOS PLC

El término 'control lógico programable' (PLC) se define en IEC 1131, parte 1, como:

"Un sistema electrónico de funcionamiento digital, diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para la realización de funciones específicas tales como enlaces lógicos, secuenciación, temporización, recuento y cálculo, para controlar, a través de entradas y salidas digitales o analógicas, diversos tipos de máquinas o procesos. Tanto el PLC como sus periféricos asociados están diseñados de forma que puedan integrarse fácilmente en un sistema de control industrial y ser fácilmente utilizados en todas las aplicaciones para las que están previstos." (MANUAL TEORICO PLC).

La tarea original de un PLC es la interconexión de señales de entrada, de acuerdo con un determinado programa y, si el resultado de esta interconexión es "cierta", activar la correspondiente salida. El álgebra de Boole forma la base matemática para esta operación, ya que solamente reconoce dos estados definidos de una variable: "0" (falso) y "1" (cierto). Consecuentemente, una salida solo asume estos dos estados.

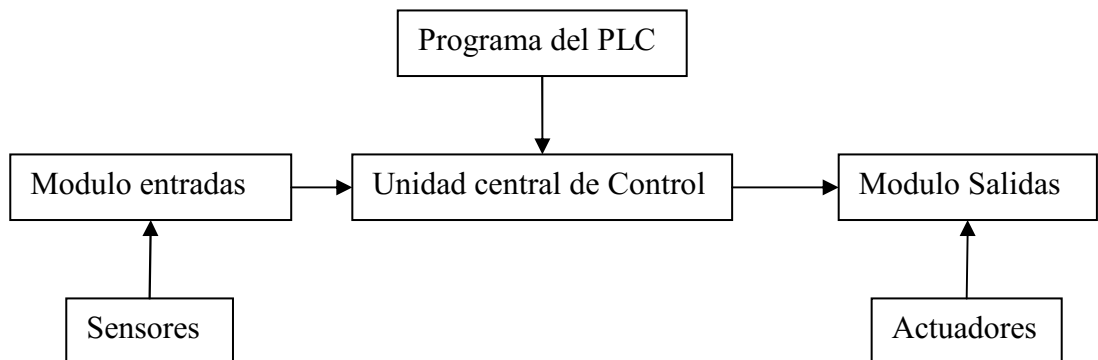
Las demandas que se requieren de los PLCs siguen creciendo al mismo ritmo que su amplia utilización y desarrollo en la tecnología de automatización. Por ejemplo: la visualización, es decir, la representación de los estados de las máquinas o la supervisión de la ejecución del programa por medio de una pantalla o monitor. También el control directo, es decir, la

facilidad de intervenir en los procesos de control o, alternativamente, impedir tal intervención a las personas no autorizadas. También se ha visto la necesidad de interconectar y armonizar sistemas individuales controlados por PLC, por medio de redes o buses de campo. Aquí, un ordenador master permite la generación de órdenes de mayor nivel para el procesamiento de programas en los diversos sistemas PLC interconectados.

La conexión entre de varios PLCs, así como la de un PLC con el ordenador máster se realiza por medio de interfaces de comunicación especiales. Para ello, la mayoría de los más recientes PLCs son compatibles con sistemas de bus abiertos estandarizados, tales como Profibus según DIN 19 245. Gracias al enorme aumento de la potencia y capacidad de los PLCs avanzados, estos pueden incluso asumir directamente la función de un ordenador máster (MANUAL CONTROLADORES).

Por lo tanto, un control lógico programable es sencillamente un ordenador, adaptado específicamente para ciertas tareas de control.

Ilustración 1– Componentes del sistema de un PLC



La función de un módulo de entrada es la de convertir señales de entrada en señales que puedan ser procesadas por el PLC y pasarlas a la unidad de control central. La tarea inversa es realizada por el módulo de salida.

El verdadero procesamiento de las señales se realiza en la unidad central de control, de acuerdo con el programa almacenado en la memoria.

El programa de un PLC puede crearse de varias formas: a través de instrucciones parecidas al lenguaje ensamblador (assembler), en lista de instrucciones, el lenguaje de alto nivel orientados al problema, tales como el texto estructurado, o en forma de diagrama de flujo como se representa en el diagrama de funciones secuencial.

Desde 1992, existe un estándar internacional para controles lógicos programables y dispositivos periféricos asociados (herramientas y programación y diagnosis, equipos de verificación, interfaces hombre-máquina, etc.). En este contexto, un dispositivo configurado por el usuario y compuesto por los elementos citados anteriormente, se conoce como un sistema PLC (NORMA@2007).

El nuevo estándar IEC 1131 consta de cinco partes:

Parte 1: Información general

Parte 2: Requerimientos y verificaciones del equipo

Parte 3: Lenguajes de programación

Parte 4: Directrices para el usuario

Parte 5: Especificación del servicio de mensajes

El módulo de entradas de un PLC es el módulo al cual están conectados los sensores del proceso. Las señales de los sensores deben pasar a la unidad central. Las funciones importantes de un módulo de entradas es la siguiente:

- Detección fiable de la señal
- Ajuste de la tensión, desde la tensión de control a la tensión lógica
- Protección de la electrónica sensible de las tensiones externas
- Filtrado de las entradas

El principal componente de los actuales módulos de entradas, que cumple con estos requerimientos es el opto acoplador. El optoacoplador transmite la información del sensor por medio de la luz, creando así un aislamiento eléctrico entre el control y los circuitos lógicos, protegiendo con ello a la sensible electrónica de las tensiones espúreas externas. Actualmente, los optoacopladores avanzados garantizan protección a picos de aproximadamente 5 kV, lo que es adecuado para aplicaciones industriales (MANUAL TEORICO PLC).

## 6.2. ADQUISICIÓN DE DATOS CON PLC

SCADA, acrónimo de “Supervisory Control and Data Acquisition (en español, Control supervisor y adquisición de datos)”.

Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente necesario que pertenezca a este ámbito), para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, tales como (SCADA@2007):

Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador)

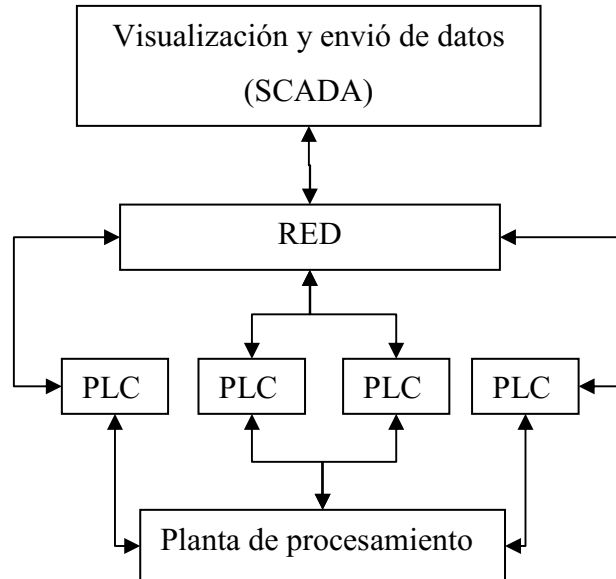
- Estado actual del proceso. Valores instantáneos;
- Desviación o deriva del proceso. Evolución histórica y acumulada;

Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador):

- Generación de alarmas;
- HMI Human Machine Interface (Interfaces hombre-máquina);
- Toma de decisiones: Mediante operatoria humana o Automática (mediante la utilización de sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos).

Un sistema de adquisición de datos se puede utilizar para: Monitorizar procesos químicos, físicos o de transporte en sistemas de suministro de agua, para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, de gas o en oleoductos y otros procesos de distribución y de procesamiento, en donde sea posible medir alguna variable. Gestión de la producción (facilita la programación de la fabricación); Mantenimiento (proporciona magnitudes de interés tales para evaluar y determinar modos de fallo, índices de Fiabilidad, entre otros); Control de Calidad (proporciona de manera automatizada los datos necesarios para calcular índices de estabilidad de la producción, administración (actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP (Enterprise Resource Planning o sistema de planificación de recursos empresariales), e integrarse como un módulo más); Tratamiento histórico de información (mediante su incorporación en bases de datos) (SCADA@2007).

Ilustración 2 – Adquisición de datos y control de procesos a través de un sistema SCADA



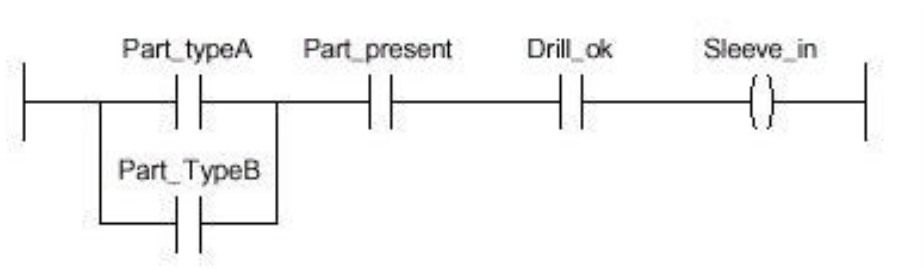
### 6.3. PROGRAMACIÓN DE LOS PLC

IEC 1131-3 define cinco lenguajes de programación. Aunque la funcionalidad y estructura de estos lenguajes es muy diferente, son tratados como una sola familia de lenguajes por IEC 1131-3, con elementos de estructura solapados (declaración de variables, partes de organización tales como funciones y bloques de función, etc.) y elementos de configuración.

Los lenguajes pueden mezclarse de cualquier forma dentro de un proyecto de PLC (NORMA@2007).

- Diagrama de contactos o Diagrama en escalera (Ladder diagram) LD  
El Diagrama de contactos es un lenguaje de programación gráfico derivado de los esquemas de circuitos de los mandos por relés directamente cableados. El diagrama de contactos contiene líneas de alimentación a derecha e izquierda del diagrama; a estas líneas están conectados los reglones, que se componen de contactos (normalmente abiertos y normalmente cerrados) y de elementos de bobina (MANUAL TEORICO PLC).

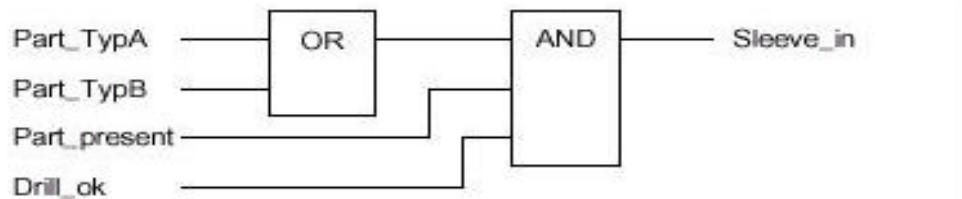
Ilustración 3 – Ejemplo de diagrama de contactos



Manual teórico PLC

- Diagrama de bloques de función (Function block diagram) FBD  
En el diagrama de bloques de función, las funciones y los bloques de función están representados gráficamente e interconectados en redes. El diagrama de bloques de función tiene su origen en el diagrama lógico que se utiliza en el diseño de circuitos electrónicos (MANUAL TEORICO PLC).

Ilustración 4 – Ejemplo de diagrama de bloques



Manual teórico PLC

- Lista de Instrucciones (Statement list o Instruction List)  
La lista de instrucciones es un lenguaje textual tipo assembler; caracterizado por un modelo de máquina simple (procesador con un sólo registro). La lista de instrucciones se formula a partir de instrucciones de control consistentes en un operador y un operando (MANUAL TEORICO PLC).

Ilustración 5 – Ejemplo de lista de instrucciones

```
LD   Part_TypeA
OR   Part_TypeB
AND  Part_present
AND  Drill_ok
ST   Sleeve_in
```

Manual teórico PLC

- Texto estructurado (Structured text) ST  
El texto estructurado es un lenguaje de alto nivel basado en Pascal, que consiste en expresiones e instrucciones. Las instrucciones pueden definirse principalmente como: Instrucciones de selección, tales como IF...THEN...ELSE, etc, instrucciones de repetición tales como FOR, WHILE etc. y llamadas a bloques de función.

El texto estructurado permite la formulación de numerosas aplicaciones, mas allá de la pura tecnología de funciones, tales como algoritmos (algoritmos de regulación de nivel superior, etc.) y manejo de datos (análisis de datos, procesamiento de estructuras de datos complejas, etc.)

- Diagrama de funciones secuencial (Sequential function chart) SFC

El diagrama de funciones secuencial es un recurso de lenguaje para la estructuración de los programas de control orientados a secuencias.

Los elementos del diagrama de funciones secuencial son las etapas, las transiciones y las derivaciones alternativas y en paralelo. Cada etapa representa un estado del proceso de un programa de control, que se halla activo o inactivo. Una etapa consiste en acciones que, al igual que las transiciones, están formuladas en los lenguajes IEC 1131-3. Las propias acciones pueden contener de nuevo estructuras secuenciales. Esta característica permite la estructura jerárquica de un programa de control. Por lo tanto el diagrama de funciones secuencial es una herramienta excelente para el diseño y la estructuración de programas de control (MANUAL CONTROLADORES).

#### 6.3.1. Lista de instrucciones (Statement list)

Statement list es el lenguaje de programación en el que el PLC Festo utilizado en el desarrollo del sistema de supervisión se programo, el software suministrado por festo el FST para la programación de sus PLC, permite programar en diagrama de escalera (ladder), o lista de instrucciones (statement list) (FESTO@2006).

La recomendación por parte de Festo a través de su soporte es el uso del statement list para la programación de sus PLC, bajo el fundamento que prestan un mejor soporte ya que es comúnmente el más utilizado en este tipo de PLC.

La lista de instrucciones es un lenguaje de programación textual, tipo ensamblador *instrucciones* (assembler). Sus instrucciones son más cercanas a las órdenes procesadas en un PLC.

Un programa de control formulado en lenguaje de Lista de Instrucciones consiste en una serie de instrucciones, en las que cada instrucción se empieza en una nueva línea (MANUAL TEORICO PLC).

En la formulación de una instrucción, se especifica un formato fijo. Una instrucción empieza con un operador con modificador opcional y, si es necesario para la operación en cuestión, uno o varios operandos, separados por comas. Las instrucciones pueden ser precedidas por una etiqueta seguida de dos puntos. La etiqueta actúa como una dirección de salto. Las etiquetas son identificadas de la misma forma que los símbolos. Si se utiliza un comentario, este debe representar el último elemento de la línea. Un comentario se inicia con la cadena (\*, y termina con la cadena \*).

Ilustración 6 – Estructura de una instrucción en Statement list

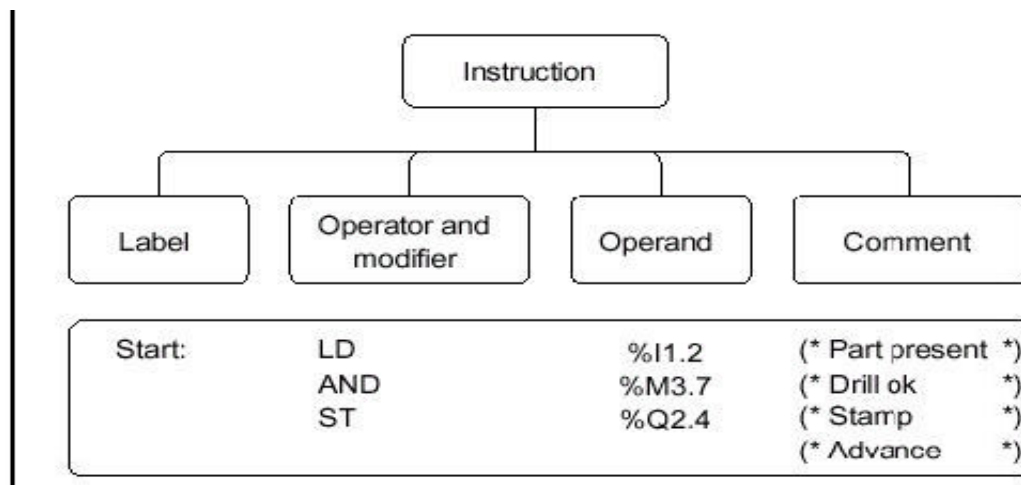


Tabla 1 – Operadores para listas de instrucciones (Statement list)

| <i>Operator</i> | <i>Modifier</i> | <i>Operand</i> | <i>Description/Significance</i>   |
|-----------------|-----------------|----------------|---|
| LD              | N               |                | Reads the specified operand to the accumulator and equates the current result to this operand |
| ST              | N               |                | Stores the current results at specified operands  |
| S               |                 | BOOL           | Sets boolean operand to the value 1, if the value of the current result is a boolean 1        |
| R               |                 | BOOL           | Resets the boolean operand to 0, if the value of the current result is a boolean 1            |
| AND             | N, {            | BOOL           | Boolean AND   |
| &               | N, {            | BOOL           | Boolean AND   |
| OR              | N, {            | BOOL           | Boolean OR  |
| XOR             | N, {            | BOOL           | Boolean exclusive OR  |
| ADD             | {               |                | Addition  |
| SUB             | {               |                | Subtraction   |
| MUL             | {               |                | Multiplication  |
| DIV             | {               |                | Division  |
| GT              | {               |                | Comparison: >   |
| GE              | {               |                | Comparison: >=  |
| EQ              | {               |                | Comparison: =   |
| NE              | {               |                | Comparison: < >   |
| LE              | {               |                | Comparison: <=  |
| LT              | {               |                | Comparison: <   |
| JMP             | C, N            | Label          | Jump to label   |
| CAL             | C, N            | Name           | Invocation of function blocks   |
| RET             | C, N            |                | Return of function or function block  |
| }               |                 |                | Processing of a reset operation   |

Los operadores no están enlazados con ninguna prioridad. Consecuentemente, las operaciones se procesan en la secuencia en la cual se introducen en la lista de instrucciones.

En lista de instrucciones, también el uso de funciones y bloques de función es ilimitado. Las funciones para tareas típicas de tecnología de control, tales como la lógica booleana u operaciones aritméticas se realizan directamente a través de operandos (STATEMENT@2006).

## 7. ADQUISICION DE TECNOLOGIA

### 7.1. OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

- Sustentar la compra de un PLC bajo el protocolo de comunicación TCP/IP.
- Describir las características con las que debe cumplir el PLC para la aplicación, según el criterio definido internamente por el equipo de trabajo dentro de la empresa.

### 7.2. COMPRA DEL PLC,

El PLC seleccionado y puesto en funcionamiento es de marca Festo y referencia fc640 (FICHA TECNICA PLC).

#### 7.2.1. Por que se selecciono a Festo?

En la tabla1 se resume el porque se selecciono a Festo, entre las tres opciones que se estudiaron en la empresa para la compra del PLC. Entre los PLC evaluados, los criterios más importantes para la empresa, son: precio, soporte técnico y Software.

La compañía Festo particularmente no cobra por el Software suministrado para la programación del PLC y su distribución es gratuita, el precio del PLC es muy competitivo con respecto a las características suministradas, presta un buen servicio de soporte técnico y el sistema es compatible con Excel.

Tabla 2 – Evaluación de los PLC

1 es la menor calificaron y 5 la mayor

|          | Festo | Omron | Siemens |
|----------|-------|-------|---------|
| Precio   | 4     | 3     | 3       |
| Soporte  | 5     | 2     | 4       |
| Software | 5     | 2     | 3       |

Los tipos de PLC contemplados cumplen con los siguientes criterios: tener tecnología TCP/IP, poseer entre 28 y 36 entradas, y la compatibilidad o capacidad de comunicación con el programa Excel.

### 7.3. NECESIDADES DEL PLC

Las características con las que debe cumplir el PLC y sus aplicaciones para este proyecto son básicamente: que utilice y posea la tecnología que permita la comunicación bajo el protocolo TCP/IP, el número de entradas digitales y compatibilidad y licencia del software que utilice para la programación y la supervisión.

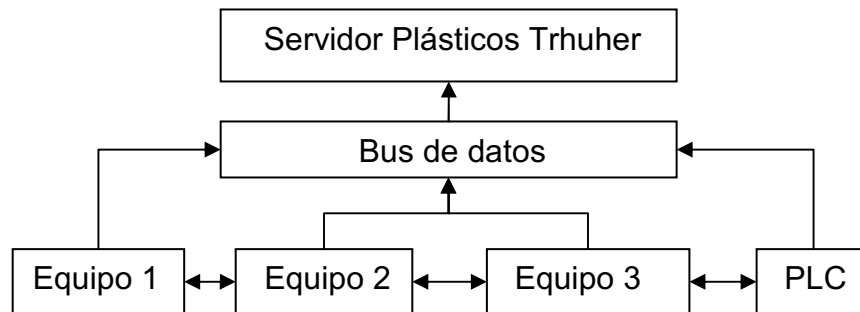
#### 7.3.1. Comunicación bajo el protocolo TCP/IP.

El protocolo TCP/IP permite ingresar el PLC fc640 a la red local de la empresa vía Ethernet, e intercambiar información con los equipos que se encuentran en ella. El PLC es integrado a la red local de la empresa como un equipo mas, de esta manera y por medio un programa de interfase se puede conocer su información.

El PLC al poseer la característica de comunicación bajo el protocolo TCP/IP, permite la posibilidad de montar el sistema de supervisión en Internet, es decir, se puede monitorear las maquinas no solo desde una red interna

como esta previsto inicialmente, si no que también se podría supervisar y ejecutar la aplicación desde cualquier equipo externo por Internet (PROTOCOLO@, 2007).

Ilustración 7 – El PLC en red local



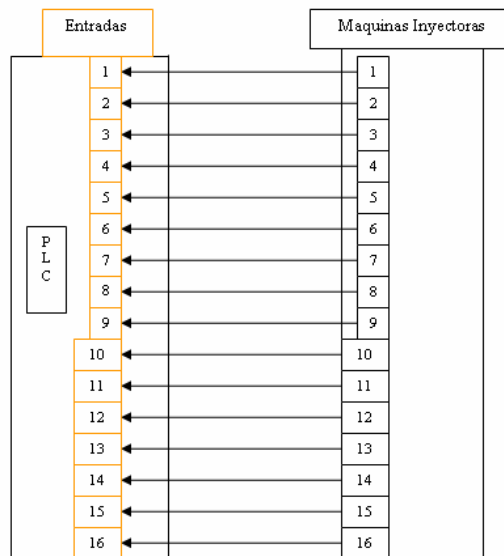
### 7.3.2. Entradas digitales del PLC.

El PLC debe poseer entre 28 y 36 entradas digitales, cada una de las entradas esta destinada para la lectura de una señal que permite el monitoreo de una variable real de producción, la lectura de tiempo de ciclo de una maquina necesita de una entrada al PLC en este caso particular, así podemos contemplar la posibilidad de usar la totalidad de las entradas para medir, los tiempos de ciclo de las maquinas inyectoras, una por entrada, o utilizar la mitad de las entradas para medir los tiempos de ciclo de las maquinas inyectoras y dejar las otras para supervisar otra variable de producción, como puede ser el conteo de real por ciclo de los productos moldeados.

El PLC fc640 que es el utilizado para el monitoreo, posee 32 entradas digitales a 24V DC, de las cuales se utilizan 8 entradas para supervisar tiempos de ciclo de 8 maquinas inyectoras. Las entradas del PLC en esta etapa están siendo utilizadas en un 25%, con la aceptación del monitoreo de estas ocho maquinas y algunas consideraciones que debe tener en cuenta

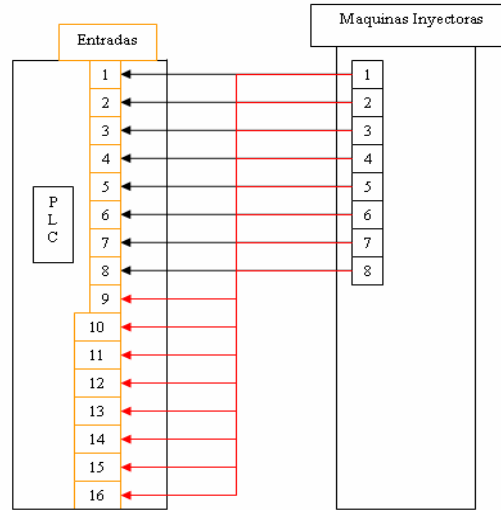
el departamento de Producción e Ingeniería, se decide internamente si el PLC se utiliza en la totalidad para la medición de tiempos de ciclo, o si se piensa incluir otra variable. Las únicas dos opciones realmente estudiadas son la medición de tiempos y el conteo de producción (FICHA TECNICA PLC).

Ilustración 8 – Conexión de maquinas a PLC, única señal



La ilustración 8, diagrama el caso en el que se utilice todas las entradas del PLC para supervisar una única variable, el caso en concreto, es la lectura de los tiempos de ciclo de las maquinas inyectoras.

Ilustración 9 – Conexión de maquinas a PLC, doble señal



La ilustración 9, diagrama el caso en el que, el PLC, supervisa dos variables por maquina inyectora, en este caso 8 entradas para una señal, que permite medir los tiempos de ciclo de una maquina inyectora (se muestran en negro), y las otras 8, se pueden utilizar en otra señal que permita medir o cuantificar otra variable de producción de las maquinas, como por ejemplo lo es la cantidad de producción por inyección (se muestra con rojo).

La cantidad de producción por inyección se puede cuantificar teóricamente con la señal que se utiliza para medir los tiempos de ciclo, ya que por medio de esta es posible conocer los ciclos realizados por la maquina, y solo bastaría multiplicar por el numero de cavidades del molde, este es un valor teórico y no real, porque no se sabe con certeza cuantas piezas malas salen en los turnos, y por este motivo se necesitaría una entrada adicional, que descontaría las piezas malas por inyección y así se tiene una valor real de la producción.

### 7.3.3. El Software de programación

El planteamiento del proyecto le da una gran importancia al diseño y realización de los programas, tanto que requiera el PLC como Excel con VBA, mas adelante se muestra la documentación de las funciones utilizadas en los software de programación, y la metódica para la programación.

Los criterios de selección para el PLC resumidos en la tabla 1, presentan el software como criterio de selección, este debe cumplir con unos parámetros que son: precio licencias, forma de programación y asesoría por parte del fabricante en programación.

El PLC Festo fc640 seleccionado para la aplicación, utiliza los software, para programación FST (festo software tools), y el IPC Data Server, que es un software de enlace entre el FST y Excel.

El software de enlace debe funcionar en todo en todo momento para que la comunicación del PLC con Excel sea exitosa, es decir debe ejecutarse antes de abrir la aplicación en Excel y no debe detenerse mientras se estén supervisando las maquinas con la aplicación diseñada en Excel (manual FST, 2007).

Los software tanto el FST y el IPC Data Server, que son de la compañía Festo, son distribuidos de manera gratuita y no tienen ningún tipo de inconvenientes con las licencias. La empresa Plásticos Truher posee licencias de Microsoft Office y en estas se contempla el programa Excel que es en el que se desarrolla la aplicación para la supervisión, consulta y estado de las maquinas (FESTO@2007).

## 8. DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES

### 8.1. OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

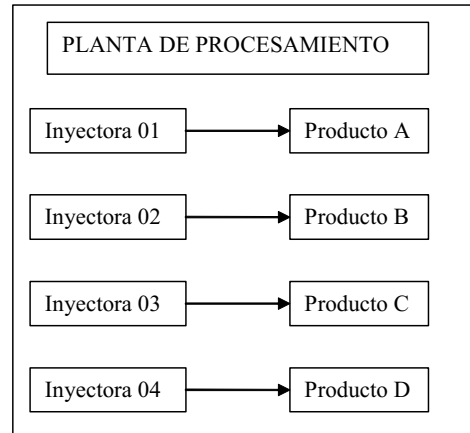
- Describir el funcionamiento básico de las maquinas inyectoras de plástico.
- Identificar y justificar la selección de la señal digital que se conectara de las maquinas a el PLC, para hacer posible la medición de los tiempos de ciclo.
- Explicar el funcionamiento del programa del PLC, realizado en el software FST 4.1.
- Explicar el funcionamiento de programa de Excel con aplicaciones en VBA, que permite consultar el estado y los tiempos de operación de las maquinas Inyectoras.

### 8.2. FUNCIONAMIENTO BASICO DE LAS MAQUINAS INYECTORAS DE PLASTICO

#### 8.2.1. El moldeo en inyección como proceso en paralelo.

El proceso de Moldeo por Inyección de polímetros se realiza en paralelo, esto hace que dependiendo del número de maquinas y tamaño de una empresa sea complicado conocer el comportamiento de las mismas. Las maquinas inyectoras producen cada una un producto diferente de la otra y si una de las maquinas es detenida momentáneamente o indefinidamente, las otras no se ven afectadas por dicho paro.

### Ilustración 10 – Inyectoras en paralelo



La figura 10 muestra gráficamente como varias inyectoras dentro de una misma planta se comportan de manera independiente, cada una haciendo productos completamente diferentes, que pueden o no relacionarse entre si después de ser procesados.

#### 8.2.2. El ciclo de moldeo por inyección

El ciclo de moldeo distingue 6 pasos principales, aunque se debe tener en cuenta que algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos que son:

- Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
- Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.

- La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
- La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.
- La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
- La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse (Inyeccion@2007).

### 8.2.3. Diagrama de tiempos de una maquina inyectora.

El tiempo de ciclo de una maquina depende del modo de operación de la misma, los tipos de operación son: manual, semiautomático y automático. El funcionamiento en producción de una maquina inyectora puesta a punto solo se da en las operaciones, semiautomática y automática. El modo manual se utiliza para ajustar condiciones iniciales de operación cuando se va iniciar una nueva referencia, es decir, un montaje de molde o un cambio de color (ARAZO, 2000).

Los tiempos básicos de operación en condición automático son: tiempo de inyección, tiempo de curado o enfriamiento y tiempo de movimientos de prensa y expulsión, es un tiempo estático y no depende del operario. En condición semiautomática el tiempo de ciclo es igual al tiempo en operación automático, mas un tiempo, que es el que utilice el operario en alguna operación adicional, este tiempo no es fijo y es difícil de controlar ya que el

operario interviene en el ciclo y su tiempo no siempre es el mismo. Generalmente el tiempo de ciclo en funcionamiento semiautomático se comporta en un rango de tiempo.

Ilustración 11 – Diagrama de tiempos de Inyectora en operación automático

| Funciones          | Tiempos |   |   |   |   |
|--------------------|---------|---|---|---|---|
| Cierre de prensa   | ■       |   |   |   |   |
| Inyección          |         | ■ |   |   |   |
| Cuarado            |         |   | ■ |   |   |
| Apertura de prensa |         |   |   | ■ |   |
| Expulsión          |         |   |   |   | ■ |

Ilustración 12 – Diagrama de tiempos de Inyectora en operación semiautomático

| Funciones          | Tiempos |   |   |   |   |
|--------------------|---------|---|---|---|---|
| cierre de prensa   | ■       |   |   |   |   |
| Inyección          |         | ■ |   |   |   |
| Cuarado            |         |   | ■ |   |   |
| Apertura de prensa |         |   |   | ■ |   |
| Expulsión          |         |   |   |   | ■ |
| Operario           |         |   |   |   | ■ |

El tiempo del operario descrito en la ilustración 12 se puede dar en diferentes situaciones, como por ejemplo: que la pieza se tenga que expulsar de manera manual por geometría, que no se pueda dejar caer por apariencia, etc. En definitiva la señal que espera la maquina es la apertura y cierre de puerta principal de la maquina para hacer nuevamente un ciclo.

Los tiempos mencionados anteriormente no son los únicos que ocurren en el moldeo por inyección, pero si son los principales y dentro de estos se

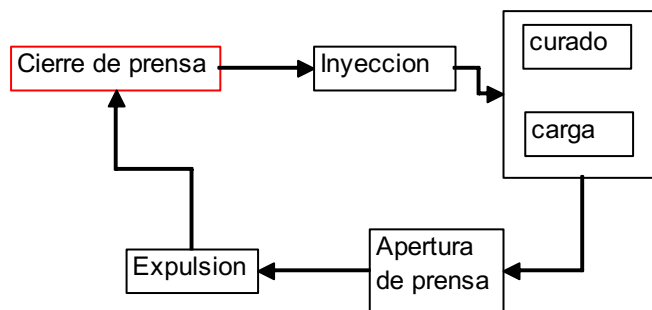
pueden contener otros tiempos como: el tiempo de carga, que ocurre mientras se cumple el tiempo de enfriamiento o el tiempo de sostenimiento que esta incluido en el tiempo de inyección y otros mas que no tiene relevancia mencionar (INYECCION@ 2007).

### 8.3. SEÑAL DIGITAL PARA EL TIEMPO DE CICLO

#### 8.3.1. Definición del ciclo de inyección

El ciclo de inyección es cíclico, y se puede definir entre la repetición de una misma acción, es decir, se mide entre una operación como por ejemplo es el cierre de prensa y esa misma operación nuevamente, en otras palabras, entre cierre y cierre. La señal que se utiliza para medir el tiempo de ciclo a través del PLC, es la señal de cierre, asistida por la señal de cargar que confirma que es un ciclo exitoso.

Ilustración 13 – Representación cíclica del ciclo de inyección



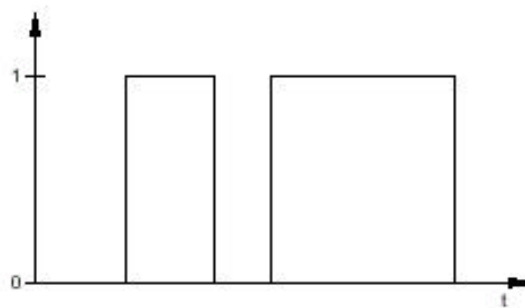
La señal de cierre de prensa es comúnmente utilizada para medir el tiempo de ciclo de las maquinas inyectoras, este mismo método pero de forma manual es el que se utiliza en las maquinas inyectoras de plástico dentro de la empresa Plásticos Truher S.A, es decir, un cronometro se activa por un individuo cuando la maquina termina de cerrar y se detiene cuando esta

misma operación se repite. El sistema de supervisión en las ocho maquinas instaladas, no necesita de este control manual y además lo mejora por que lo ejecuta automáticamente cada ciclo de la inyección. Finalmente estos datos son almacenados y consultados en el programa en Excel

### 8.3.2. Estado de las entradas digitales del PLC Festo fc640

Las entradas del PLC esperan una señal para el caso del fc640, es de 0 o 24 voltios en las entradas digitales, y es de aclarar que así el PLC posea entradas analógicas no tienen relevancia para la aplicación y todas se utilizan de manera digital. Para el PLC una entrada esta en alto ó en 1 cuando pasa de 0 a 24 voltios DC y en cero o bajo cuando pasa de 24 a 0 voltios DC. De esta manera es que por medio del PLC podemos medir el tiempo de ciclo de la maquina inyectora.

Ilustración 14 – Estado de entradas digitales del PLC

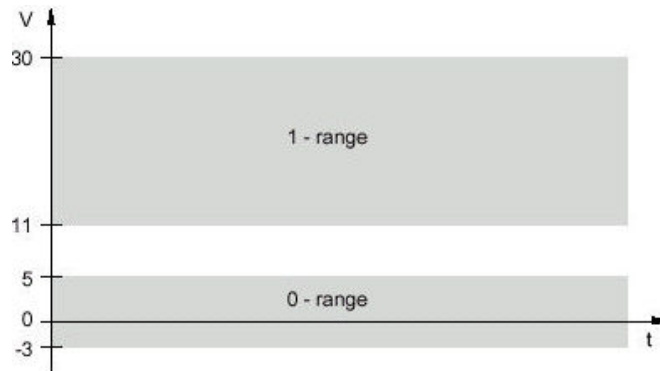


MANUAL PLC, 2007

Los posibles valores de una señal digital en el tiempo están definidos por dos estados que son 0 o 1, cuando se trabaja con contactos es fácil de identificar pero cuando se trabaja sin contactos se puede forzar a cierto margen de tolerancia en el caso del fc640, que trabaja bajo la norma IEC 1131-2 define un margen de valores de -3 V a 5 V como señal de lógica 0, y

de 11 V a 30 V como señal de lógica 1. Esto es de obligado cumplimiento para PLC cuya tecnología deba seguir la norma IEC 1131-2 (bibliografía).

Ilustración 15 – Valores de voltaje que determinan los estados de las entradas digitales del PLC fc640



MANUAL PLC, 2007

### 8.3.3. Las señales que permiten la medición del tiempo de ciclo.

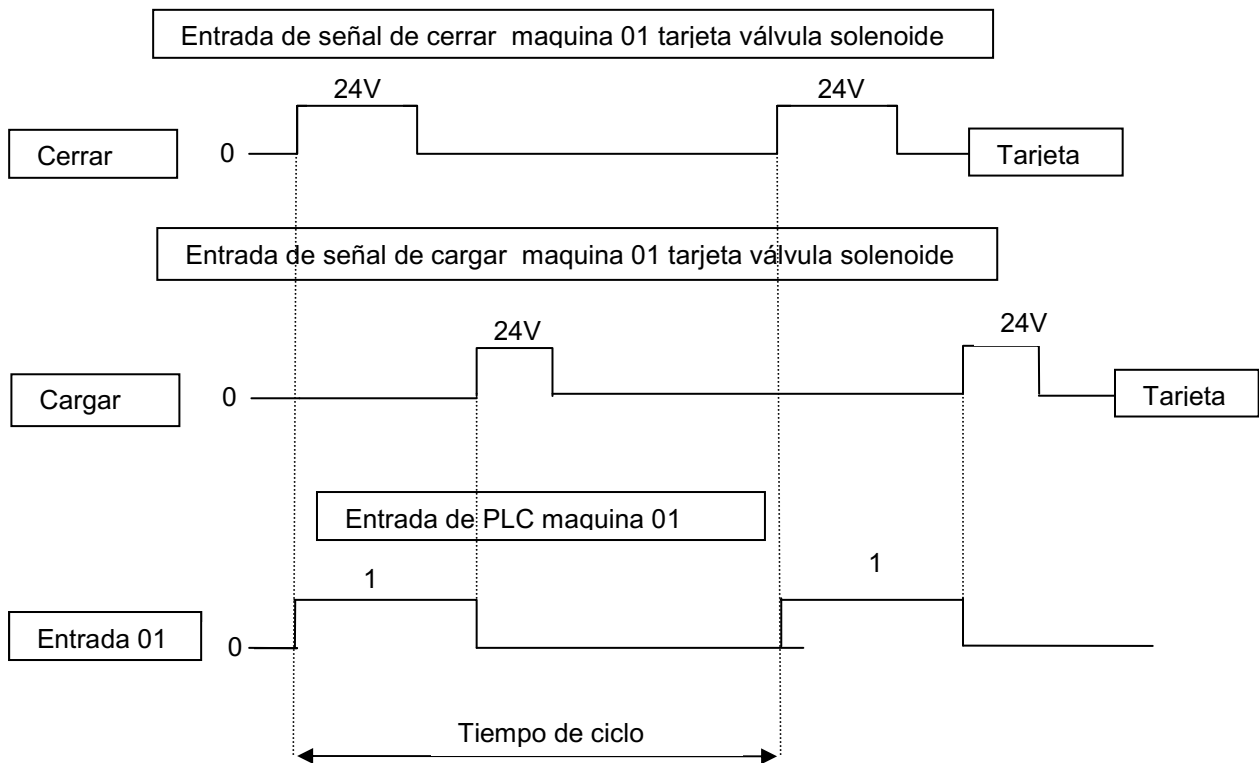
El funcionamiento normal de una maquina inyectora e internamente dentro de sus comandos de control, hay varias señales que se pueden tomar de la maquina que tienen relación con el cierre de molde, específicamente para las maquinas Dong Shin que son del único tipo utilizado para la aplicación, se decidió tomar la señal de la acción cerrar prensa, de la entrada de la tarjeta que controla la válvula solenoide de la maquina. La señal de cerrar prensa se mantiene activa desde el momento en que la maquina comienza el cierre hasta que termina de cerrar, es decir la señal se mantiene en alto durante un tiempo relativamente largo (PLAOS DONGSHIN).

La señal de cargar como se menciona anteriormente es la encargada de confirmar que el ciclo es exitoso, de otra manera, para no contar tiempos de ciclo no exitosos se utiliza otra señal adicional buscando disminuir lo menos

posible el error de lectura de tiempos de ciclo. Las dos señales cerrar y cargar respectivamente, llegan a una tarjeta dispuesta en cada una de las maquinas inyectoras, la señal de cierre es la que activa la entrada del PLC es decir pasa 0 a 1 y la señal se carga la hace pasar de 1 a 0.

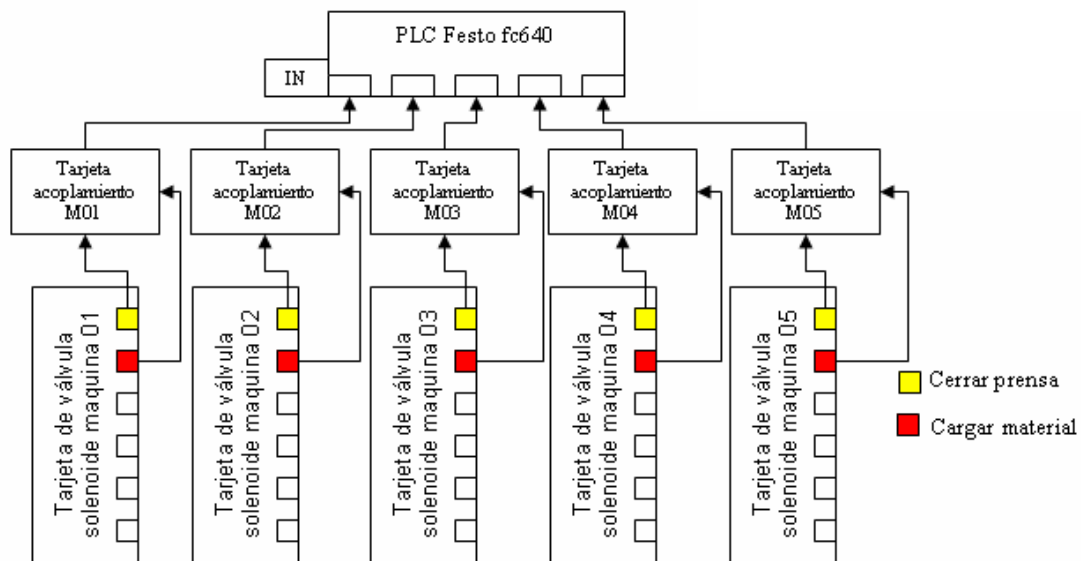
La entrada de la tarjeta de válvula solenoide se activa con 24V DC que provienen del PLC de la inyectora Dong Shin, la señal de cierre es la 310-1, y esta finalmente es la que activa la entrada del PLC de supervisión correspondiente a la maquina de la cual se sacó la señal. La señal de cargar de la entrada de la válvula solenoide de las maquinas Dong Shin es la 313-1 y es la que desactiva la entrada del PLC (PLANOS DONGSHIN).

Ilustración 16 – Diagrama de tiempos de estado de la entrada digital del PLC Festo fc640



Las conexiones reales de cómo quedo finalmente instalado el sistema y que dispositivos se usaron se describe mas adelante, pero se hace el siguiente diagrama para explicarlo de una manera preliminar.

Ilustración 17 – Diagrama de señales de maquina a el PLC Festo



La tarjeta de acoplamiento fue diseñada de acuerdo a ciertas especificaciones, esta tarjeta separa la señal que viene de las tarjetas de las válvulas solenoide, y además evita que se ocupen dos entradas al PLC para medir los tiempos operativos de las maquinas inyectoras. Las señales de cerrar y cargar llegan a la tarjeta y por medio de unos relevos finalmente activan y desactivan las entradas del PLC. Las especificaciones y funcionamiento de esta tarjeta fue propuesta por el Ingeniero de control de la empresa PLASTICOS TRUHER S.A.

## 8.4. PROGRAMA DEL PLC

El PLC fc640 y Festo como proveedor utilizan el software FST (festo software tools), para la programación de los PLC, la versión 4.10.36 (beta), de libre distribución es la utilizada en este proyecto. La forma de programación es Statementlist. Festo prestó un buen soporte técnico acerca de la forma de programación y la comunicación con Excel (STATAMENT@2007).

### 8.4.1. Comunicación de Excel con el PLC fc640

El software que permite el enlace y comunicación de Excel con el PLC fc640, es el IPC Data Server, para el proyecto se utilizó la versión 1.56.

El usuario manipulando el programa que se diseñó en Excel, envía información, que el programa del PLC recibe a través de Ethernet, y además conoce el estado de las variables que necesita del PLC. El programa en Excel es el que inicia la supervisión y por medio del cual se hace lectura de las variables para conocer los estados y tiempos operativos de las máquinas inyectoras que están siendo supervisadas, por decirlo de otra manera, es el programa que comanda, es de escritura y lectura.

Ilustración 18 – Intercambio de información entre el PLC y Excel

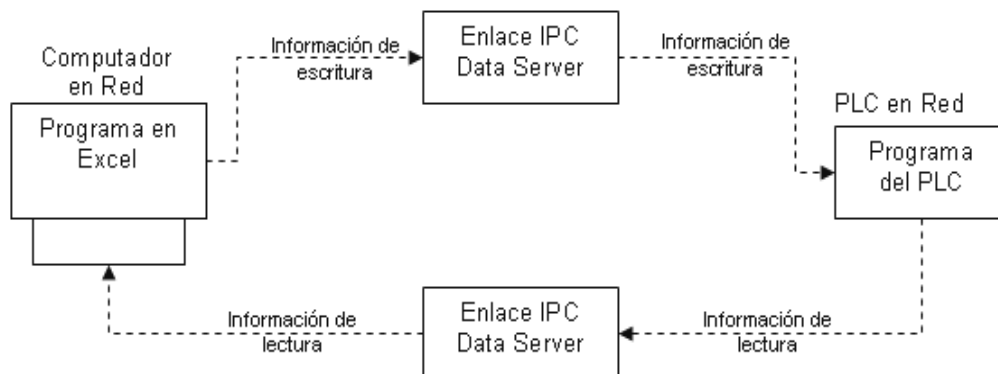
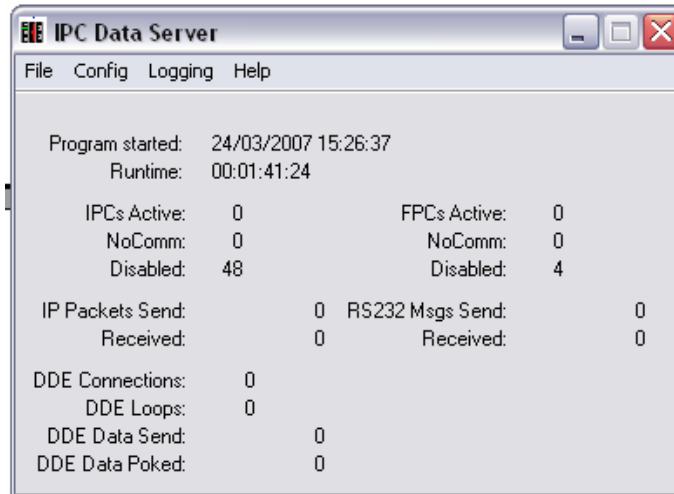


Ilustración 19 – IPC Data Server



El IPC Data Server es la aplicación que permite la comunicación entre PLC y el computador donde se este ejecutando la aplicación en Excel, este programa debe estar en funcionamiento en todo momento de la supervisión, incluso debe estar en ejecución antes de abrir el programa desarrollado en Excel para el monitoreo de las maquinas.

#### 8.4.2. Variables que se utilizan en el FST

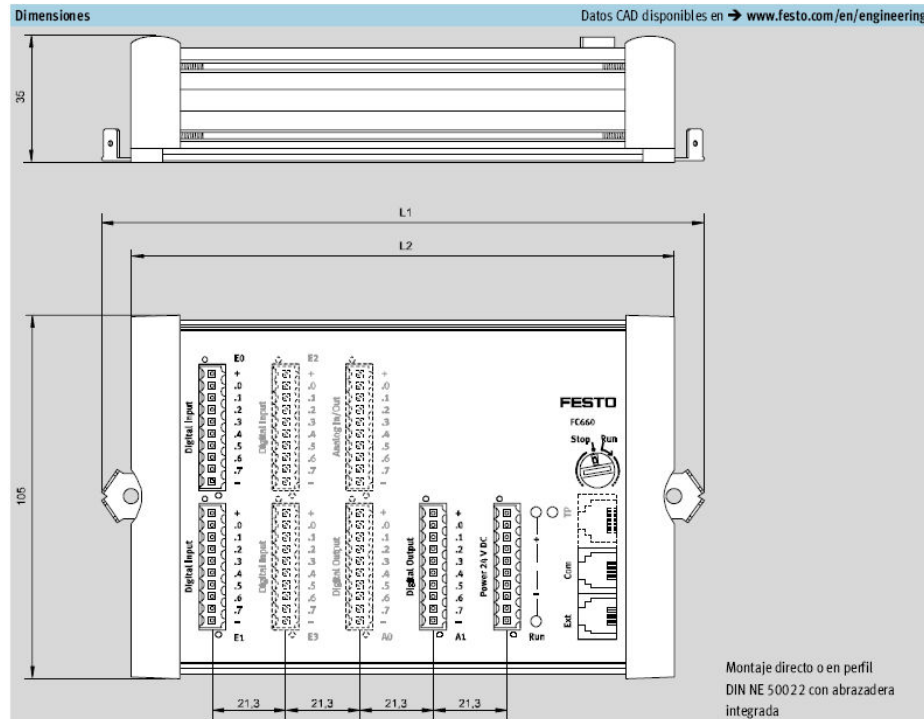
Las variables utilizadas en el programa diseñado en el FST son: Flag Words, Flags, Timers e Input. Las flag son variables binarias el estado es uno o cero, los timers son variables de 16 bits, y funcionan de manera decreciente, las flag words son variables de 16 bits (MANUAL TEORICO PLC).

Las Flag Words son las variables donde se almacenan los tiempos de las maquinas en el programa creado en el FST, para luego ser leídas desde Excel,

### 8.4.3. Configuración del PLC

Lo primero es la configuración del PLC, para tener acceso inicialmente al PLC fc640 es indispensable conectarlo al computador mediante un cable RS232, en esta primera fase se configura o se le asigna una dirección IP y algunas otras variables que permiten ya luego modificar y cargar los programas vía Ethernet, es decir, desde cualquier equipo que este en red, siempre y cuando el PLC este conectado a ella (AYUDA FST, 2007).

Ilustración 20 – Dimensiones y puertos del PLC fc640

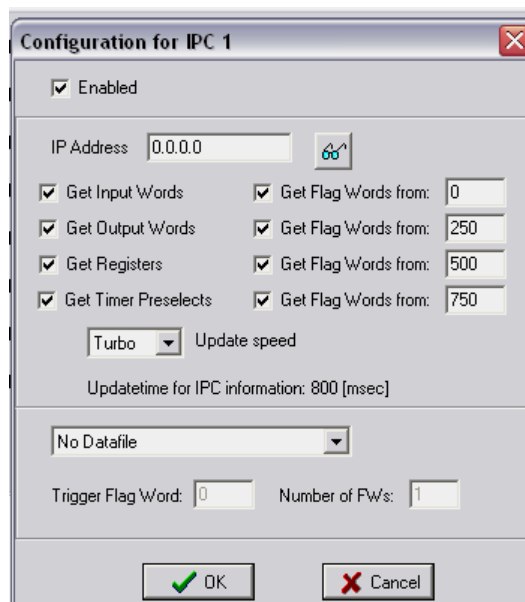


MANUAL PLC, 2007

La conexión con el cable RS232 se hace a través del puerto Com del PLC y el puerto serial del computador, luego todos los procedimientos se pueden hacer a través del puerto TP que se comunica con protocolo TCP/IP vía Ethernet (FICHA TECNICA PLC).

La configuración del IPC Data Server es necesaria para la comunicación entre el PLC y Excel. El software permite configurar hasta 48 IPC o controladores.

Ilustración 21 – Configuración del IPC Data Server

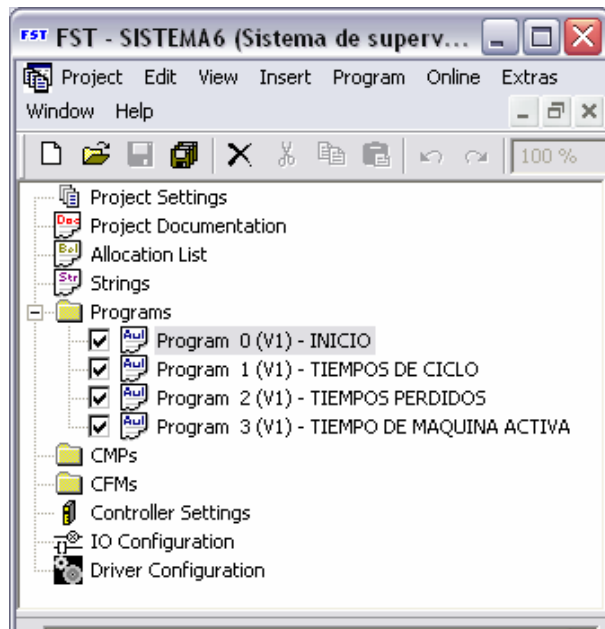


Las variables que se habilitan como: entradas, salidas, registros, temporizadores y flag words, son las que se pueden monitorear desde Excel, por este motivo todas están activas. Las flag words se configuran hasta la 1000 por cada IPC o controlador.

#### 8.4.4. El programa

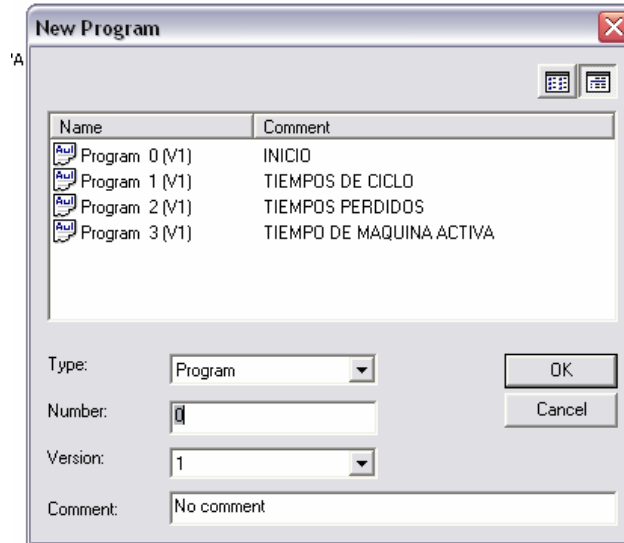
El programa o proyecto se llama sistema6, y se divide en 4 programas, el primer programa es el Programa 0 (inicio), el programa 1 (tiempos de ciclo), el programa 2 (tiempos perdidos), el programa 3 (tiempo de maquina activa).

Ilustración 22 – Árbol de proyectos del FST



Los programas tienen una descripción al lado derecho, esto sirve para conocer cual es la función principal del mismo. Cuando se crea un programa se selecciona el lenguaje de programación, para el proyecto todo se programa en statement list, se ingresa el número del programa, la versión y el comentario.

Ilustración 23 – Creación de un programa en el FST



#### 8.4.5. El programa 0

Cuando el PLC esta en funcionamiento entra inicialmente al programa cero, es decir, en todo momento lee o recorre este programa. El programa cero prende o garantiza que los programas 1, 2 y 3 estén siempre encendidos o en funcionamiento y el código que ejecuta es el siguiente.

```

IF                                NOP
  THEN SET                         P1           'TIEMPOS DE CICLO
    SET                             P2           'TIEMPOS PERDIDOS
    SET                             P3           'TIEMPO DE MAQUINA ACTIVA
  
```

#### 8.4.6. El programa 1

El programa 1, se diseño para obtener el tiempo de ciclo de las maquinas inyectoras. Como se explico el PLC tiene entradas que se activan cuando la señal de cerrar prensa de las maquina lo indican, pero estas señales deben estar identificadas, y se debe conocer a que maquina pertenecen, esto para

que la información que se consulta finalmente en el programa de Excel sea correcta.

El programa 1, funciona con la siguiente metodología, se diseño inicialmente para una maquina y luego se copio o adapto para las otras maquinas.

Inicialmente carga el máximo valor en los temporizadores que permiten determinar el tiempo de ciclo de las maquinas, esto se da cuando reciben la señal a través de Excel que la maquina se esta supervisando. La señal se simula mediante una bandera o flag, llamada “flag de programa activo”, cuando esta señal se encuentra en 1, carga los valores en los temporizadores y cuando esta en cero apaga los temporizadores, para entenderlo de una mejor manera el código es el siguiente:

```
*****
"" INICIALIZACION DE LOS TEMPORIZADORES PARA EL TIEMPO DE CICLO
*****
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
THEN LOAD  V65535
          TO   TP1
IF          N  F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
THEN RESET T1                'TIMER T. DE CICLO M01
```

El siguiente paso del programa 1 es activar una bandera o flag, llamada “flag de tarjeta activa” que puede denominarse una flag de control, sirve para que no se calcule el tiempo de ciclo incorrectamente, es decir que se calcule una sola vez que la entrada del PLC se pone en alto y no todo el tiempo que esta permanece en este estado, para mas claridad ver ilustración 10.

```

*****
"" ACTIVACION DE LA FLAG DE LA ENTRADA
*****
IF          N      I0.0          'INYECTORA 01
      AND      N      F160.1      'FLAG DE TARJETA ACTIVA M01
THEN SET          F160.1      'FLAG DE TARJETA ACTIVA M01

```

La señal de cierre se captura para calcular el tiempo de ciclo de la maquina, siempre y cuando se cumplan ciertas condiciones, este es el siguiente paso del programa 1.

```

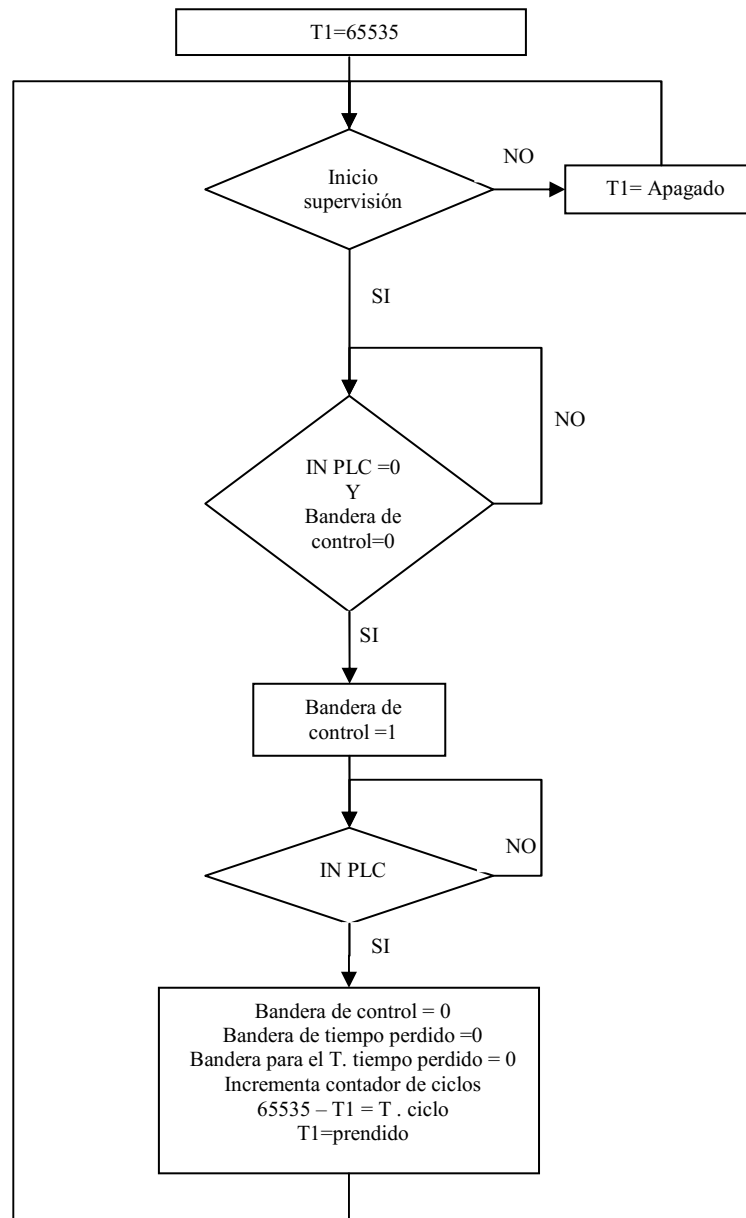
*****
"" CAPTURA DE LA SEÑAL DE CIERRE
*****
IF          I0.0          'INYECTORA 01
      AND      F160.1      'FLAG DE TARJETA ACTIVA M01
      AND      F200.1      'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
THEN RESET  F160.1      'FLAG DE TARJETA ACTIVA M01
      RESET  F180.1      'FLAG DE TIEMPO PERDIDO M01
      RESET  F190.1      'FLAG PARA EL TIMER DE T.
PERDIDO M01
      INC      FW901      'ACUMULADOR DE CICLOS
      LOAD    (  V65535
      -      TW1          )
      TO      FW10      'TIEMPO DE CICLO M01
      SET      T1      'TIMER T. DE CICLO M01

```

La señal de cierre de maquina, pasa por la tarjeta de acople y esta mediante una señal activa la entrada a el PLC, cuando están en alto: la entrada, la bandera programa activo y la bandera de tarjeta activa o de control, todas estas correspondientes a una maquina en especifico, se apaga la bandera de programa activo, se apaga la bandera de tiempo perdido, se apaga la bandera para el timer de tiempo perdido, se calcula el tiempo de ciclo mediante una resta, se incrementa el contador de ciclos y se prende el temporizador o timer de tiempo de ciclo.

El calculo de tiempo de ciclo se hace con la siguiente resta:  $65535 - T_W$ , el numero 65535 es el máximo valor que puede tener un temporizador, ya que son variables de 16 bits,  $2^{16} = 65535$ , y  $T_W$  es el valor que tiene el temporizador de tiempo de ciclo de manera decreciente, es decir inicia en 65535 y cuando se prende lo hace de mayor a menor valor.

Ilustración 24 – Diagrama de flujo programa 1



#### 8.4.7. El programa 2

El programa 2, se utiliza para calcular los tiempos perdidos de las maquinas inyectoras después de que se inicio la supervisión. Cuado se inicia la supervisión de la maquina desde Excel, se envía un tiempo de ciclo estándar al que debe trabajar el molde.

El tiempo de ciclo puede variar como lo mencionaos anteriormente dependiendo del tipo de operación de la maquina, semiautomático y automático, además otros factores pueden afectar el tiempo operativo de la maquina. El tiempo de maquina perdido se inicia cuando un tiempo de ciclo es mayor del doble del tiempo estándar.

Los tiempos operativos de la maquina en producción definidos en la empresa son el tiempo de maquina activa y el tiempo de maquina parada, la resta de estos dos tiempos determina el tiempo efectivo utilizado en las maquinas en sacar producción.

El programa inicialmente pregunta si el tiempo de ciclo es mayo o igual al doble del tiempo estándar, el código es el siguiente:

```
#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
""*****
IF          N          F180.1          'FLAG DE TIEMPO PERDIDO M01
      AND          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01

      AND          ( ( V65535
        -          TW1          )
      >=          ( FW501          'TIEMPO STANDARD M01
        *          V2          ) )
THEN
      SET          F180.1          'FLAG DE TIEMPO PERDIDO M01
      SET          F190.1          'FLAG PARA EL TIMER DE T.
PERDIDO M01
      SET          T201          'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO
EN M01
      WITH          60s
```

El tiempo perdido se cuenta en minutos, inicialmente cuando el tiempo de ciclo es mayor al doble del tiempo estándar, se prende el temporizador de tiempo perdido con 60 segundos. El temporizador es decreciente y cuando llega a cero se apaga.

El segundo paso del programa es contar los minutos de tiempo perdido hasta que nuevamente la entrada al PLC correspondiente a esa maquina se active, el código es el siguiente.

```

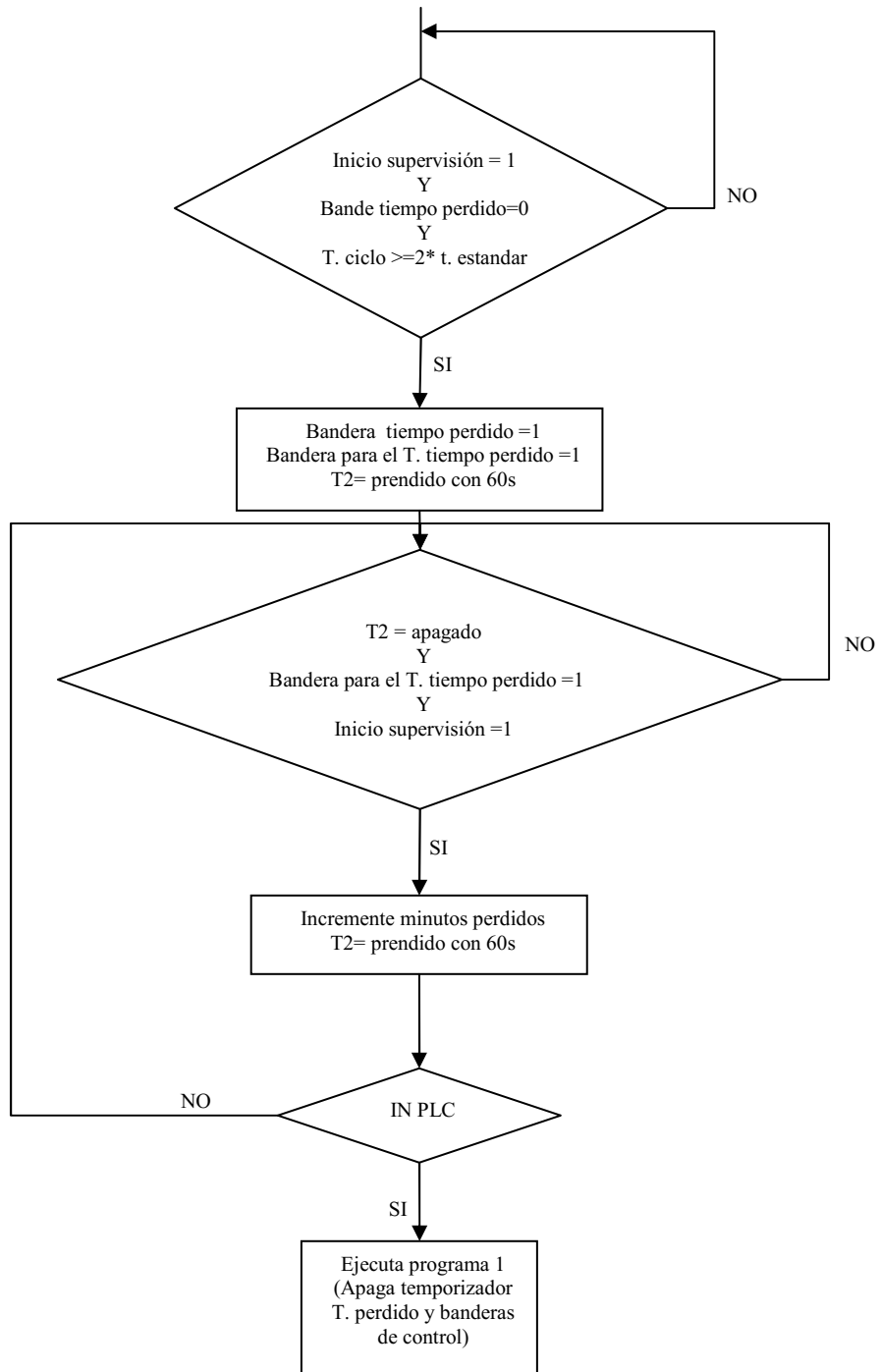
*****
" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR

  IF          N      T201          'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO
EN M01
      AND          F200.1        'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
      AND          F190.1        'FLAG PARA EL TIMER DE T.
PERDIDO M01
  THEN INC          FW951         'ACUMULADOR DE TIEMPOS PERDIDOS
      SET          T201          'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO EN M01
      WITH        60s

```

Los minutos de tiempo perdido se almacenan en una variable, cuando el temporizador de tiempo perdido se apaga, este temporizador se apaga cada 60 segundos después de encendido. Las banderas de control tanto para iniciar el temporizador, como para incrementar los minutos y el temporizador de tiempo perdido, se apagan cuando nuevamente hay una entrada al PLC y el programa 1 se ejecuta.

Ilustración 25 – Diagrama de flujo programa 2



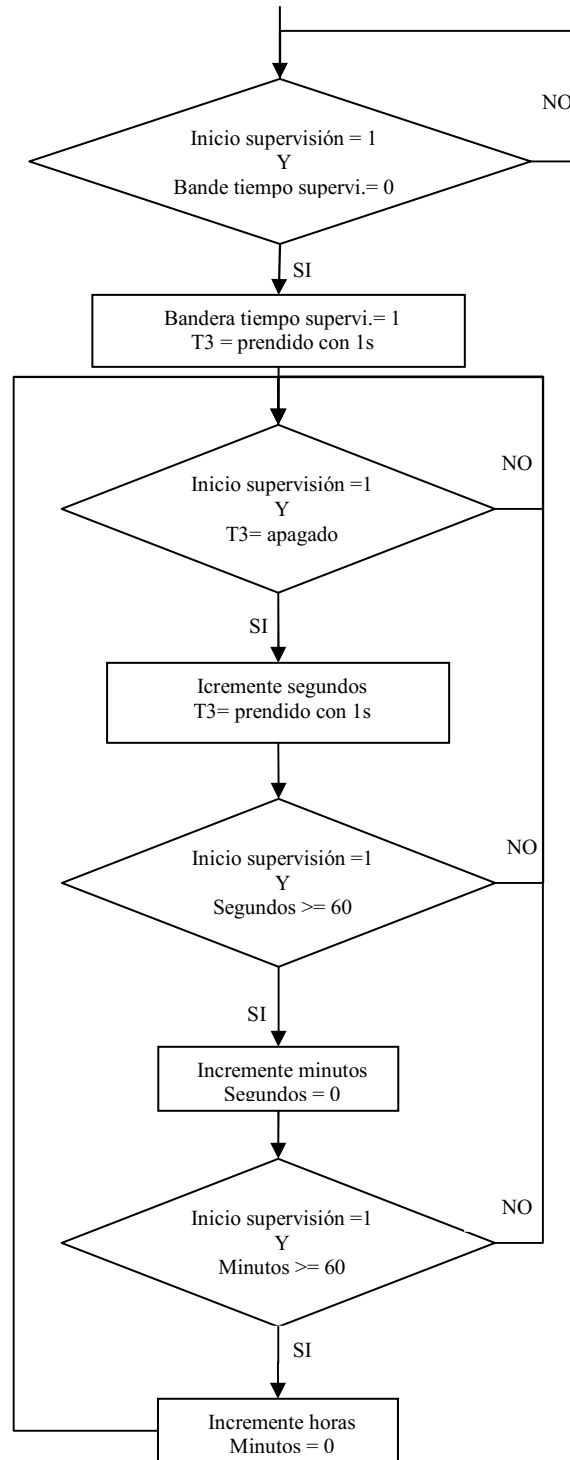
### 8.4.8. El programa 3

El programa 3 en realidad es el promedio que se ejecuta, este inicia cuando el usuario comienza la supervisión de las maquinas, y finaliza cuando se da la orden de detener la supervisión desde Excel.

Los tiempos de ciclo y perdidos se calculan en los programas 1 y 2, el tiempo total de supervisión se calcula en este programa y los hace en horas minutos y segundos. El código es el siguiente.

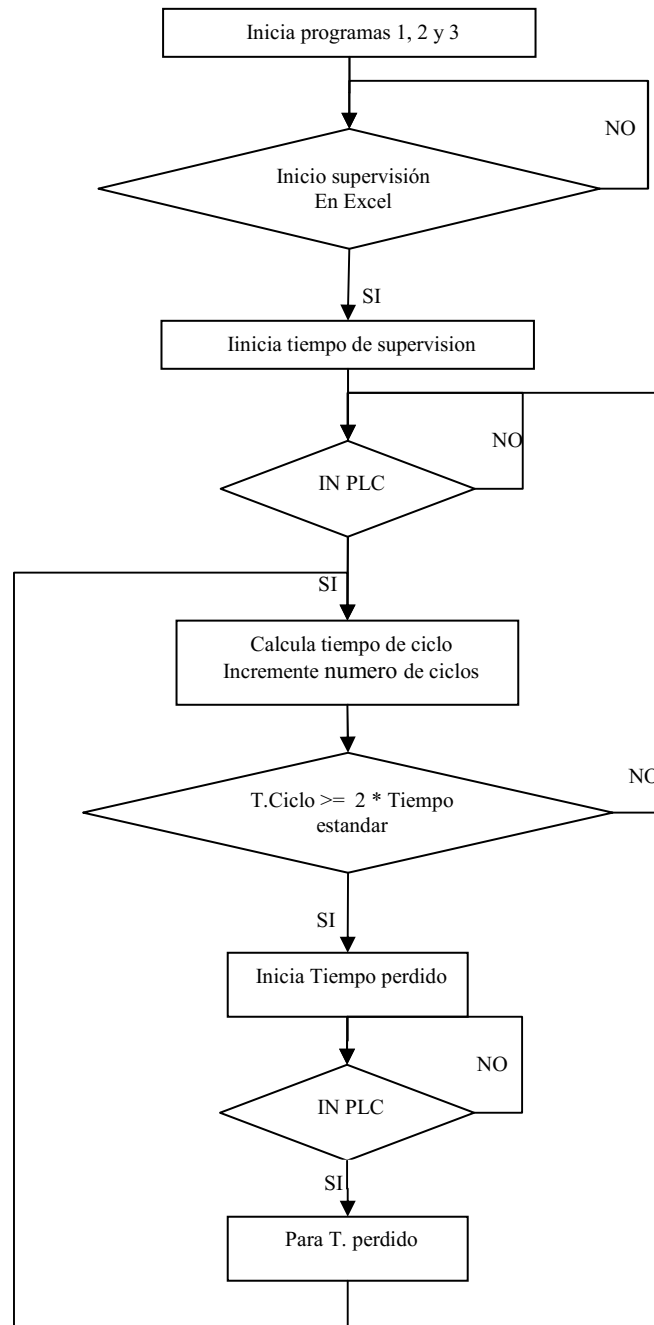
```
##### [ TIEMPO DE MAQUINA ACTIVA]#####  
#####  
#####  
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01  
  AND      N      F300.1          'FLAG QUE INICIALIZA EL  
PROGRAMA M01  
  THEN  
    SET          F300.1          'FLAG QUE INICIALIZA EL  
PROGRAMA M01  
    SET          T101          'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO  
    WITH        1s  
  
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01  
  AND      N      T101          'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO  
  THEN  
    INC          FW601          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA  
    SET          T101          'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO  
    WITH        1s  
  
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01  
  AND      (      FW601          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA  
    >=      V60          )  
  THEN INC      FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA  
    LOAD      V0  
    TO        FW601          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA  
  
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01  
  AND      (      FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA  
    >=      V60          )  
  THEN INC      FW801          'HORAS DE MAQUINA ACTIVA  
    LOAD      V0  
    TO        FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA
```

Ilustración 26 – Diagrama de flujo programa 3



El programa proyecto 6, calcula mediante algunas funciones los tiempos operativos de las maquinas que esta supervisando, el funcionamiento en conjunto se puede describir mediante el siguiente diagrama.

Ilustración 27 – Diagrama de flujo programa proyecto 6



#### 8.4.9. Nomenclatura de variables utilizadas por maquina

Los programas se diseñaron para una maquina inicialmente, luego se copiaron a las demás maquinas, es decir los códigos mostrados se repiten para cada maquina. Las variables como temporizadote, flag words y flags o banderas cambian de acuerdo a la maquina.

Tabla 3 – Registro de las banderas utilizadas por maquina

| Maquina | FLAGS                  |                |                |                |                        |                    |
|---------|------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|--------------------|
|         | Nuemracion Real Truher | Tarjeta activa | Tiempo perdido | Aux t. perdido | Aux inicio de programa | inicio supervision |
| 1       | Maquina 01             | F160.1         | F180.1         | F190.1         | F300.1                 | F200.1             |
| 2       | Maquina 34             | F160.2         | F180.2         | F190.2         | F300.2                 | F200.2             |
| 3       | Maquina 36             | F160.3         | F180.3         | F190.3         | F300.3                 | F200.3             |
| 4       | Maquina 03             | F160.4         | F180.4         | F190.4         | F300.4                 | F200.4             |
| 5       | Maquina 32             | F160.5         | F180.5         | F190.5         | F300.5                 | F200.5             |
| 6       | Maquina 04             | F160.6         | F180.6         | F190.6         | F300.6                 | F200.6             |
| 7       | Maquina 37             | F160.7         | F180.7         | F190.7         | F300.7                 | F200.7             |
| 8       | Maquina 33             | F161.1         | F181.1         | F191.1         | F301.1                 | F201.1             |

Tabla 4 – Registro de las flag words utilizadas por maquina

| Maquina | Nuemracion Real Truher | FLAG WORDS     |                      |                    |                   |                 |                   |                |
|---------|------------------------|----------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------|
|         |                        | Tiempo Standar | Tiempo de ciclo seg. | Segundos M. activa | Minutos M. activa | Horas M. activa | Ciclos de maquina | Minutos parada |
| 1       | Maquina 01             | FW501          | FW10                 | FW601              | FW701             | FW801           | MM901             | MM951          |
| 2       | Maquina 34             | FW502          | FW11                 | FW602              | FW702             | FW802           | MM902             | MM952          |
| 3       | Maquina 36             | FW503          | FW12                 | FW603              | FW703             | FW803           | MM903             | MM953          |
| 4       | Maquina 03             | FW504          | FW13                 | FW604              | FW704             | FW804           | MM904             | MM954          |
| 5       | Maquina 32             | FW505          | FW14                 | FW605              | FW705             | FW805           | MM905             | MM955          |
| 6       | Maquina 04             | FW506          | FW15                 | FW606              | FW706             | FW806           | MM906             | MM956          |
| 7       | Maquina 37             | FW507          | FW16                 | FW607              | FW707             | FW807           | MM907             | MM957          |
| 8       | Maquina 33             | FW508          | FW17                 | FW608              | FW708             | FW808           | MM908             | MM958          |

Tabla 5 – Registro de los timers utilizados por maquina

| Maquina | Nuemracion<br>Real Truher | TIMERS                  |                          |                        |
|---------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
|         |                           | Timer de<br>supervision | Tiemer de T.<br>de ciclo | Timer de T.<br>perdido |
| 1       | Maquina 01                | T101                    | T1                       | T201                   |
| 2       | Maquina 34                | T102                    | T2                       | T202                   |
| 3       | Maquina 36                | T103                    | T3                       | T203                   |
| 4       | Maquina 03                | T104                    | T4                       | T204                   |
| 5       | Maquina 32                | T105                    | T5                       | T205                   |
| 6       | Maquina 04                | T106                    | T6                       | T206                   |
| 7       | Maquina 37                | T107                    | T7                       | T207                   |
| 8       | Maquina 33                | T108                    | T8                       | T208                   |

#### 8.5. EL PROGRAMA DE EXCEL

El sistema de supervisión es comandado o controlado por un programa diseñado en Excel, el usuario interactúa con el programa y envía información hacia el PLC.

Las aplicaciones que tiene el progrce Excel en Visual Basic, son muy útiles para la aplicación y usadas en gran medida. Lo que Excel hace básicamente es mostrar al usuario los estados de las maquinas, es decir, si esta en supervisión o no, los tiempos de operación y la eficiencia en base a los mismos.

El programa Excel se comunica como ya lo dijimos a través del software IPC Data Server, envía información, y pregunta por el estado de cualquier variable que se utilice en el PLC, se pueden conocer los estados y valores

de las siguientes variables: temporizadores, entradas y salidas del PLC, Registros y Flag words.

La metodología es la misma del programa del PLC, primero se diseñó la secuencia, controles y comandos para una sola máquina y luego se le aplicó a las otras máquinas inyectoras.

Al permitir el IPC Data Server configurar hasta 48 controladores o PLC, no es necesario usar un solo PLC para supervisar la planta, se pueden ubicar estratégicamente varios PLC para controlar y monitorear por medio de una única aplicación en Excel.

El programa en Excel tiene varias páginas para supervisar, 8 son destinadas para cada máquina, otra es la página principal de supervisión, una es de configuración y se encuentran todos los datos que se envían y reciben del PLC, otra es para guardar los reportes por turno, otra para guardar los reportes general cuando se finaliza la supervisión y la última es una base de datos con los moldes, las cavidades y los tiempos de ciclo respectivamente.

#### 8.5.1. Hoja principal de supervisión

La pantalla principal muestra las ocho máquinas que se pueden supervisar en el sistema con sus respectivas variables en el turno de trabajo. El supervisor en esta pantalla puede identificar: el tiempo de ciclo estándar al que debe trabajar el molde, el tiempo promedio al que está trabajando el molde, número de ciclos, minutos de tiempo de máquina parada, minutos de tiempo de máquina activa o de supervisión, eficiencia y porcentaje de máquina activa. Todos estos valores corresponden al turno en que se estén consultando, es decir, son datos reales y no históricos del trabajo del molde.



inmediatamente se hace el reporte de las maquinas que están en supervisión activa.

El botón con el numero de la maquina es un acceso rápido para abrir la pagina de la maquina, donde los datos se pueden ver en detalle.

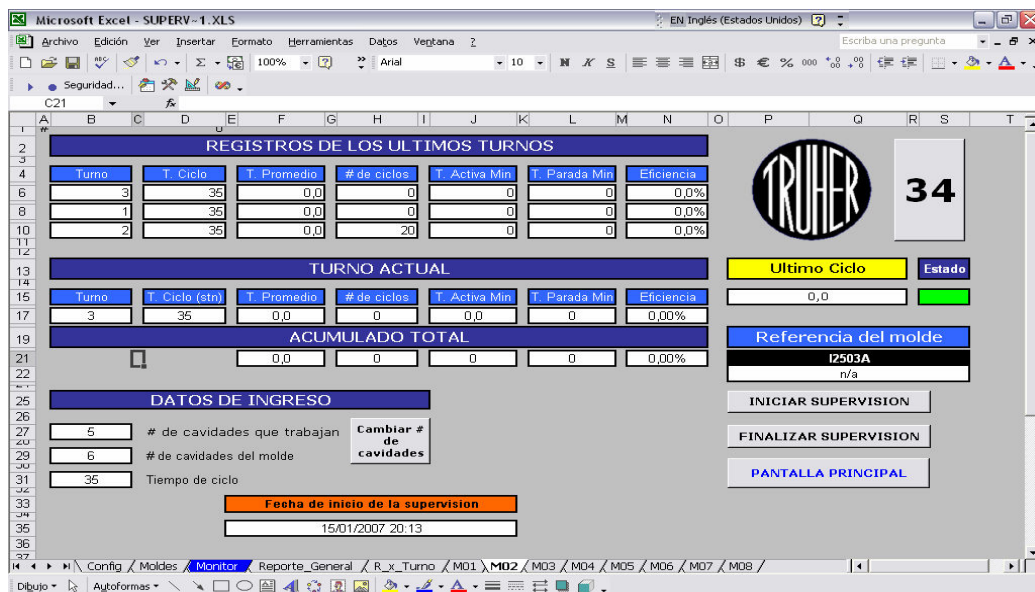
El recuadro pequeño de la izquierda muestra el color verde si se ha iniciado la supervisión de la maquina y el rojo si no se ha inicializado, esto con el fin de saber que maquinas están en supervisión.

El porcentaje de maquina activa se calcula de la siguiente manera  $(1 - (\text{minutos de maquina parada} / \text{minutos de maquina activa})) \times 100$ , los otros datos son extraídos de la pagina principal de cada maquina.

### 8.5.2. Hoja principal de supervisión de maquina individual

Las ocho maquinas tienen una pagina para cada una, en ellas se muestra detalladamente el estado de los tiempos de la maquina y un pequeño historial recopilando el comportamiento de los tres últimos turnos.

Ilustración 29 – Pagina principal de supervisión de maquina



La inicialización y finalización de la supervisión se hacen desde esta página, por medio de los botones iniciar supervisión y finalizar supervisión respectivamente, para conocer el estado de supervisión el recuadro estado esta en verde si ya fue inicializada la supervisión y en rojo si aun no se ha inicializado.

Los datos que se deben cargar antes de iniciar una supervisión son los datos de ingreso, algunos se llenan de manera automatizada otros de manera manual. La casilla referencia del molde es para seleccionar el número de molde e inmediatamente busca en la base de datos de moldes y trae los datos de ingreso a excepción del número de cavidades que trabajan, que es un dato que se ingresa manualmente.

Cuando los datos de ingreso están listos y el supervisor considera prudente que la maquina puede iniciar a supervisarse, se inicia la supervisión, haciendo clic en el botón supervisar. Si la maquina ya esta siendo supervisada muestra el siguiente un mensaje donde dice que la supervisión ya fue inicializada y si carga el programa, el mensaje es el programa se cargo satisfactoriamente.

Ilustración 30 – Mensaje cuando ya fue inicializada la supervisión

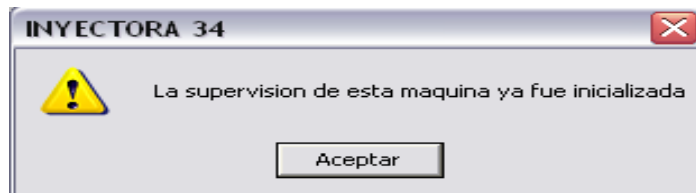
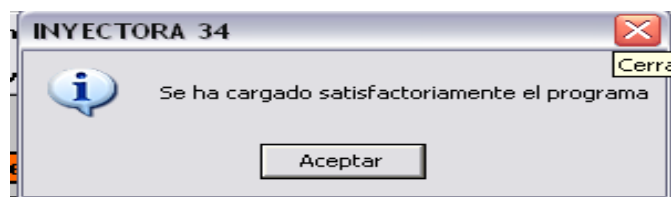


Ilustración 31 – Mensaje cuando se inicializa supervisión



Al hacer clic en el botón finalizar supervisión se le pregunta al usuario si esta seguro de finalizar, esto es importante por que finalizar una supervisión en el momento no indicado genera contratiempos para el departamento de Producción de la empresa

El botón de pantalla principal es un acceso rápido para abrir la hoja de supervisión general.

### 8.5.3. La hoja de configuración de y lectura de señales

El registro de tiempos que se calcula en el PLC en realidad es cargado en flag words, la hoja de configuración almacena en sus celdas todas estas flag words y además el estado de las banderas de control, y sus valores.

Ilustración 32 – Hoja de configuración y registro de variables 1

| REGISTROS Y VARIABLES GENERALES |                 |                     |                    |                |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            |                 |  |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------|-----------------|--|
| Estado                          | Cargar programa | Cavidades del molde | Cavidades cargadas | Tiempo Standar | Tiempo de ciclo seg | Segundos M. activa | Minutos M. activa | Horas M. activa | Tiempo total activo seg | Ciclos de maquina | Minutos parada | Promedio seg | Eficiencia | Cargar programa |  |
| Maquina 01                      | M200.1          | 4                   | 4                  | Mv501          | Mv10                | Mv601              | Mv701             | Mv801           | #N/A                    | Mv901             | Mv951          | #N/A         | #N/A       | M180.1          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 10000          | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 02                      | M200.2          | 6                   | 5                  | Mv502          | Mv11                | Mv602              | Mv702             | Mv802           | #N/A                    | Mv902             | Mv952          | #N/A         | #N/A       | M180.2          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3500           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 03                      | M200.3          | 6                   | 5                  | Mv503          | Mv12                | Mv603              | Mv703             | Mv803           | #N/A                    | Mv903             | Mv953          | #N/A         | #N/A       | M180.3          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3000           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 03                      | M200.4          | 6                   | 5                  | Mv504          | Mv13                | Mv604              | Mv704             | Mv804           | #N/A                    | Mv904             | Mv954          | #N/A         | #N/A       | M180.4          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3000           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 32                      | M200.5          | 6                   | 5                  | Mv505          | Mv14                | Mv605              | Mv705             | Mv805           | #N/A                    | Mv905             | Mv955          | #N/A         | #N/A       | M180.5          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3500           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 04                      | M200.6          | 6                   | 5                  | Mv506          | Mv15                | Mv606              | Mv706             | Mv806           | #N/A                    | Mv906             | Mv956          | #N/A         | #N/A       | M180.6          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3500           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 37                      | M200.7          | 6                   | 5                  | Mv507          | Mv16                | Mv607              | Mv707             | Mv807           | #N/A                    | Mv907             | Mv957          | #N/A         | #N/A       | M180.7          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3500           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 33                      | M201.1          | 6                   | 5                  | Mv508          | Mv17                | Mv608              | Mv708             | Mv808           | #N/A                    | Mv908             | Mv958          | #N/A         | #N/A       | M181.1          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 3500           | 0                   | 0                  | 0                 | 0               | 0                       | 0                 | 0              |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 09                      | M201.2          | 0                   | A                  | Mv509          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.2          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 10                      | M201.3          | 0                   | 0                  | Mv510          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.3          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 11                      | M201.4          | 0                   | 0                  | Mv511          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.4          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 12                      | M201.5          | 6                   | 0                  | Mv512          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.5          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 13                      | M201.6          | 0                   | 0                  | Mv513          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.6          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 14                      | M201.7          | 0                   | 0                  | Mv514          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M181.7          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |
| Maquina 15                      | M202.1          | 0                   | 0                  | Mv515          |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | M182.1          |  |
|                                 | 0   1           |                     |                    | 100            |                     |                    |                   |                 |                         |                   |                |              |            | 0   1           |  |

La hoja de configuración no la debe utilizar ni ejecutar el supervisor, esta hoja permanece oculta y solo se puede modificar por un usuario que conozca su funcionamiento, una modificación en ella puede hacer que se pierdan valores y funciones que contienen sus celdas y efectúe mal la supervisión o el programa no funcione correctamente.

Ilustración 33 – Hoja de configuración y registro de variables 2

| FLAGS          |                |                 |                        |
|----------------|----------------|-----------------|------------------------|
| Tarjeta activa | Tiempo perdido | Aux. t. perdido | Aux inicio de programa |
| M160.1         | M180.1         | M190.1          | M300.1                 |
| M160.2         | M180.2         | M190.2          | M300.2                 |
| M160.3         | M180.3         | M190.3          | M300.3                 |
| M160.4         | M180.4         | M190.4          | M300.4                 |
| M160.5         | M180.5         | M190.5          | M300.5                 |
| M160.6         | M180.6         | M190.6          | M300.6                 |
| M160.7         | M180.7         | M190.7          | M300.7                 |
| M161.1         | M181.1         | M191.1          | M301.1                 |
| M161.2         | M181.2         | M191.2          | M301.2                 |
| M161.3         | M181.3         | M191.3          | M301.3                 |
| M161.4         | M181.4         | M191.4          | M301.4                 |
| M161.5         | M181.5         | M191.5          | M301.5                 |
| M161.6         | M181.6         | M191.6          | M301.6                 |
| M161.7         | M181.7         | M191.7          | M301.7                 |
| M162.1         | M182.1         | M192.1          | M302.1                 |

La hoja de configuración también es una guía para saber el número de banderas y flag words, a que maquina y dato se refieren, esto es con el fin de identificar si se están preguntando por los datos indicados al programa del PLC.

El estado y los valores de las Flag words que son variables de 16 bits y el estado de las flags que son variables de 1 BIT, se ve en las celdas de esta hoja, con estos datos se hacen algunos cálculos por ejemplo para obtener porcentajes o tiempos promedios. La formulación que debe tener una celda para preguntar al PLC el estado de una Flag Word por medio deL IPC Data Server en una casilla de Excel, es la siguiente:

“=IPC\_DATA|IPC\_1!mw701” Donde:

- IPC\_1 es el controlador que se configura en IPC Data Server para comunicación con un PLC específicamente en red, para este caso solo se configura un PLC en el IPC1

- Mw hace referencia a fw, es decir, en el FST una Flag Word se abrevia o se denomina mediante fw y en Excel mw, el numero que acompaña a mw es el nombre de la Flag Word por la que se esta preguntando

#### 8.5.4. La hoja de reporte por turno

El supervisor de las maquinas en los cambios de turno debe hacer el reporte de las maquinas que se están supervisando. El botón de la hoja principal que se llama reporte de turno lo genera automáticamente.

Ilustración 34 – Hoja de reporte por turno

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a blue header bar containing the text "REPORTE POR TURNO". Below the header is a table with 14 columns and 10 rows of data. The columns are: Fecha Fin, Maquina, Turno, Molde, Descripcion, # Cavidades, T. Ciclo, Promedio, # Ciclos, Eficiencia, T. Activa, T. Parada, Inicio, and Fin. The data rows show records for the date 26/03/2007, with different machines (1, 2, 3) and turns (1, 3) for mold type 13051A. The descriptions are all "TAPA 73 MM PRESION".

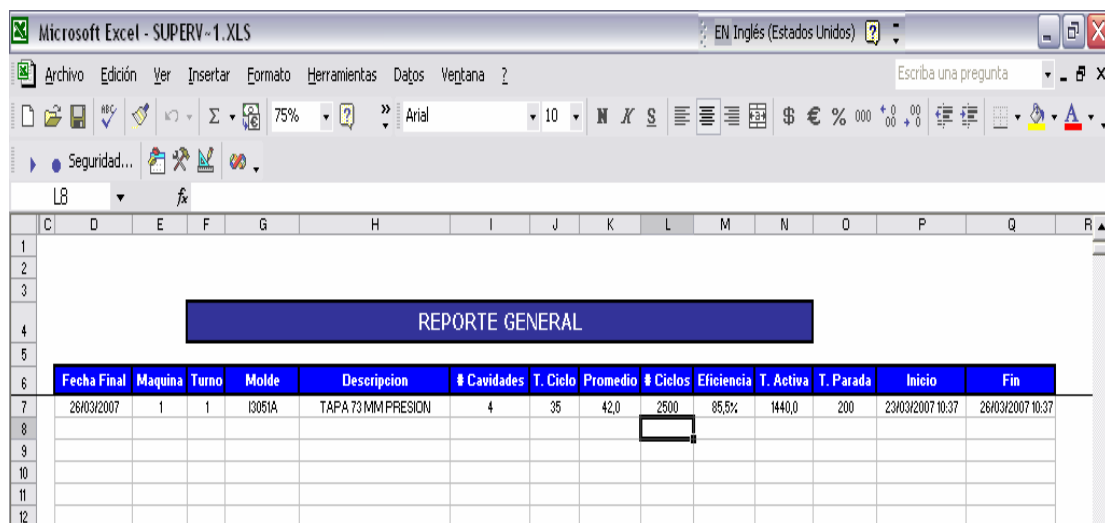
| Fecha Fin  | Maquina | Turno | Molde  | Descripcion        | # Cavidades | T. Ciclo | Promedio | # Ciclos | Eficiencia | T. Activa | T. Parada | Inicio           | Fin              |
|------------|---------|-------|--------|--------------------|-------------|----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------------|------------------|
| 26/03/2007 | 1       | 1     | 13051A | TAPA 73 MM PRESION | 4           | 35       | 38,0     | 610      | 32,1%      | 480,0     | 50        | 23/03/2007 21:42 | 24/03/2007 13:55 |
| 26/03/2007 | 1       | 2     | 13051A | TAPA 73 MM PRESION | 4           | 35       | 45,0     | 560      | 77,8%      | 480,0     | 90        | 23/03/2007 21:42 | 24/03/2007 22:05 |
| 26/03/2007 | 1       | 3     | 13051A | TAPA 73 MM PRESION | 4           | 35       | 40,0     | 580      | 87,5%      | 480,0     | 65        | 23/03/2007 21:42 | 25/03/2007 6:06  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|            |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |

La hoja almacena los registros del comportamiento de los tiempos de las maquinas con fecha de corte y hora, estos es para una posterior consulta del comportamiento y tomar decisiones de acuerdo a la información suministrada.

### 8.5.5. La hoja de reporte general

El reporte general se genera automáticamente con finalizar la supervisión de una maquina, cuando se presiona el botón en la hoja de supervisión de cada maquina, un mensaje pregunta al usuario que si esta seguro de finalizar la supervisión, si el usuario da clic en si, se genera el reporte y se suspende la supervisión.

Ilustración 35 – Hoja de reporte general



The screenshot shows a Microsoft Excel window titled 'Microsoft Excel - SUPERV-1.XLS'. The interface includes a menu bar (Archivo, Edición, Ver, Insertar, Formato, Herramientas, Datos, Ventana) and a toolbar with various icons. The spreadsheet area displays a table with a blue header row and a data row. A blue box with the text 'REPORTE GENERAL' is centered above the table. The table has the following data:

| Fecha Final | Maquina | Turno | Molde  | Descripcion        | # Cavidades | T. Ciclo | Promedio | # Ciclos | Eficiencia | T. Activa | T. Parada | Inicio           | Fin              |
|-------------|---------|-------|--------|--------------------|-------------|----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------------|------------------|
| 26/03/2007  | 1       | 1     | 13051A | TAPA 73 MM PRESION | 4           | 35       | 42,0     | 2500     | 85,5%      | 1440,0    | 200       | 23/03/2007 10:37 | 26/03/2007 10:37 |
|             |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|             |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|             |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|             |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |
|             |         |       |        |                    |             |          |          |          |            |           |           |                  |                  |

El repote general, a diferencia del reporte por turno, se da al finalizar la supervisión y los datos que almacena, son los acumulados que se encuentran en la hoja de supervisión de cada maquina, es decir, no es el reporte por turno si no el general de los tiempos desde que se inicio la supervisión hasta que se finalizo.

### 8.5.6. Aplicaciones en Excel con Visual Basic

El lenguaje Visual Basic para Aplicaciones (VBA), en el contexto de Excel, constituye una herramienta de programación que permite usar código Visual

Basic adaptado para interactuar con las múltiples facetas de Excel y personalizar las aplicaciones que hagamos en la hoja de cálculo.

Las unidades de código VBA se llaman macros. Las macros pueden ser procedimientos de dos tipos: Funciones (Function) y Subrutinas (Sub).

Las funciones pueden aceptar argumentos, como constantes, variables o expresiones. Están restringidas a entregar un valor en una celda de la hoja. Las funciones pueden llamar a otras funciones y hasta subrutinas.

Una subrutina realiza acciones específicas pero no devuelven ningún valor. Puede aceptar argumentos, como constantes, variables o expresiones y puede llamar funciones. Con las subrutinas se entregan valores en distintas celdas de la hoja. Es ideal para leer parámetros en algunas celdas y escribir en otras para completar un cuadro de información a partir de los datos leídos (BASIC@,2007).

El programa de supervisión desarrollado en Excel utiliza los dos tipos de procedimientos que tienen las macros, los botones realizan subrutinas programadas y llaman las funciones realizadas en las macros.

Las funciones son una buena aplicación para este caso, ya que los códigos son los mismos para cada maquina, en general las entradas de las funciones son los números de maquinas y las hojas de calculo de las mismas.

#### 8.5.7. Descripción de las funciones y subrutinas en VBA

La función para enviar datos al PLC fc640 se llama com\_plc, se utiliza en dos caso, cuando se inicializa y finaliza la supervisión de la maquina. La hoja

de supervisión de maquina principal es la que tiene los botones que ejecutan la subrutina y llaman la función com\_plc, el algoritmo que ejecutan todos los botones de inicio de supervisión es el siguiente:

Si (inicio programa de maquina)

Mensaje (“ya fue inicializada la supervisión”)

Si no

Guarde fecha de inicio en celda A1

Envíe al PLC (bandera de inicio de supervisión=1)

Envíe al PLC (Tiempo de ciclo estándar de molde)

Fin si

La rutina del botón iniciar supervisión es la siguiente:

---

```

'' CARGA DE PROGRAMAS
'' -----(fila,columna)-----
''*****
'           SUBROUTINA DEL BOTON INICIO SUPERVISION
''*****g
Sub CB_Inicio_prog_maq1()
  If Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 01"
  Else

    inicio "M01" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
    com_plc 1, "Config", "d5", "e6" 'HABILITA LA MAQUINA
    com_plc 1, "Config", "h5", "h6" 'TIEMPO STANDARD

    Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA SUPERVISION
    Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE LA SUPERVISION
    MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 01"
  End If
End If
End Sub
''*****

```

---

La función para enviar datos al PLC necesita de las siguientes entradas: numero de IPC, es el numero de controlador que se configuro en IPC Data Server para este caso siempre es 1, hoja de Excel, es el nombre de la hoja

donde se encuentra el numero o nombre de la variable que se quiere enviar al PLC, celda, es la celda que contiene la posición del nombre o numero de la variable que se quiere enviar al PLC, valor, es la posición de la Hoja que contiene el valor que se quiere cargar en la variable para enviar al PLC.

El código de la función enviar datos es el siguiente:

```
'FUNCION QUE ENVIA DATOS AL PLC FESTO
'n_ipc: numero de ipc
'hoja: hoja de excel
'celda: memoria del PLC(celda en excel que contiene la posicion)
'valor: dato a poner en la memoria (celda en excel que contiene el valor)
Function com_plc(n_ipc As Integer, hoja As String, celda As String, valor As String)
Dim ipc As String
ipc = "ipc_" & n_ipc
    Channel = Application.DDEInitiate("ipc_data", ipc)
    Application.DDEPoke Channel, Sheets(hoja).Range(celda), Sheets(hoja).Range(valor)
    Application.DDETerminate Channel
End Function
```

La finalización de la supervisión, como se menciona anteriormente debe enviar a la pagina de reporte general los datos acumulados durante la supervisión, de igual manera el turno y debe inicializar las variables y banderas para el PLC, es decir, cargas las variables y banderas con cero. El algoritmo que ejecutan todos los botones finalizar es la siguiente:

Si (ya se finalizo supervisión)

Mensaje (“ya se finalizo supervisión)

Si no

R= pregunte “si esta seguro de finalizar” si o no

Si (R=si)

Llame función reporte general

Llame función reporte turno

Llame función turnos anteriores

Envíe al PLC todas la variables y banderas = 0

Fin si

Fin si

La rutina del botón finalizar supervisión es la siguiente:

---

```
'===== { FIN DE PROGRAMAS } =====  
'=====  
Sub CB_Fin_prog_maql()  
If Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 1 Then  
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 01"  
Else  
    r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton  
    If r = vbYes Then  
        reporte_x_turno "M01", 1  
        turnos_anteriores "M01"  
        reporte_final "M01", 1  
        '***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****  
  
        com_plc 1, "Config", "r5", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO  
        com_plc 1, "Config", "i5", "a1" 'TIEMPO DE CICLO  
        com_plc 1, "Config", "j5", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA  
        com_plc 1, "Config", "k5", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA  
        com_plc 1, "Config", "l5", "a1" 'HORAS M. ACTIVA  
        com_plc 1, "Config", "n5", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA  
        com_plc 1, "Config", "o5", "a1" 'MINUTOS PARADA  
        '***** FLAGS *****  
        com_plc 1, "Config", "d5", "d6" 'BANDERA DE INICIO DE SUPERVISION = 0  
        com_plc 1, "Config", "U5", "a1" 'BANDERA DE TIEMPO DE CICLO = 0  
        com_plc 1, "Config", "V5", "a1" 'BANDERA DE TIEMPO PERDIDO = 0  
        com_plc 1, "Config", "W5", "a1" 'BANDERA DE TIEMPO DE T. TIEMPO PERDIDO = 0  
        com_plc 1, "Config", "X5", "a1" 'BANDERA DE TIEMPO DE SUPERVISION = 0  
        '***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****  
        Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA SUPERVISION  
        Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE LA SUPERVISION  
        'Sheets("config").Cells(5, 19).Value = 1 'En esta casilla se guarda el numero de ciclos + 1  
    Else  
        End If  
End If  
End Sub
```

---

Los reportes por turno los hace el supervisor cuando la hora es la indicada, al hacer clic sobre el botón reporte de turno, que se encuentra en la hoja principal de supervisión se ejecuta el siguiente algoritmo.

Si (inicio supervisión maquina x)

    Llame función reporte por turno de maquina x

    Llame la función turnos anteriores

    Envíe variables de tiempos en cero al PLC

Fin si

La rutina del botón reporte de turno es la siguiente:

```
Private Sub reporte_Click()  
'*****  
'          SUBROUTINA DEL BOTON REPORTE POR TURNO  
'*****  
If Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision  
    reporte_x_turno "M01", 1 'Hace reporte de maquina 01  
    turnos_anteriores "M01"  
  
    '***** se ponen en cero los valores del tuerno actual*****  
    com_plc 1, "Config", "r5", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO  
    com_plc 1, "Config", "i5", "a1" 'TIEMPO DE CICLO  
    com_plc 1, "Config", "j5", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA  
    com_plc 1, "Config", "k5", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA  
    com_plc 1, "Config", "l5", "a1" 'HORAS M. ACTIVA  
    com_plc 1, "Config", "n5", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA  
    com_plc 1, "Config", "o5", "a1" 'MINUTOS PARADA  
End If
```

La función reporte por turno, tiene como datos de entrada el numero de la maquina y la hoja de supervisión de cada maquina, con estos valores carga los tiempos y porcentajes de cada turno en la hoja de reporte por turno. Solo a las maquinas que se están supervisando se les hace el reporte, el código es el siguiente:

```

'GENERAR REPORTE DE UNA MAQUINA ESPECIFICA PARA FIN DE LOTE
'hoja: determina la hoja de la cual se va a hacer el reporte
'maquina: determina la maquina que realiza el reporte
Function reporte_x_turno(hoja As String, maquina As Integer)
Dim i As Integer
Dim fila As Integer
fila = Sheets("R_x_Turno").Cells(1, 1).Value
'fila = fila + 1
'*****
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 4).Value = Date '(Fila,Columna) ' Fecha del final de este turno
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 5).Value = maquina 'Maquina inyectora"
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 6).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 2).Value 'Turno
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 7).Value = Sheets(hoja).Cells(21, 16).Value 'Molde
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 8).Value = Sheets(hoja).Cells(22, 16).Value 'Descripcion
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 9).Value = Sheets(hoja).Cells(27, 2).Value '# de cavidades
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 10).Value = Sheets(hoja).Cells(31, 2).Value 'Tiempo de ciclo
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 11).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 6).Value 'Promedio
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 12).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 8).Value '# de ciclos
Sheets(hoja).Cells(21, 8).Value = (Sheets(hoja).Cells(17, 8).Value) + (Sheets(hoja).Cells(21, 8).Value) '#
Sheets(hoja).Cells(21, 10).Value = (Sheets(hoja).Cells(17, 10).Value) + (Sheets(hoja).Cells(21, 10).Value)
Sheets(hoja).Cells(21, 12).Value = (Sheets(hoja).Cells(17, 12).Value) + (Sheets(hoja).Cells(21, 12).Value)
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 14).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 10).Value 'Tiempo de maquina activa
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 15).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 12).Value 'Tiempo de maquina parada
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 13).Value = Sheets(hoja).Cells(17, 14).Value 'Eficiencia
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 16).Value = Sheets(hoja).Cells(35, 5).Value 'Hora de inicio
Sheets("R_x_Turno").Cells(fila, 17).Value = Now 'Hora de fin

    fila = fila + 1
    Sheets("R_x_Turno").Cells(1, 1).Value = fila
End Function

```

La función turnos anteriores es la encargada de reiniciar el turno actual de la hoja principal de supervisión de cada maquina, y hacer los registros de los últimos tres turno operativos en la misma. El código de la función es el siguiente:

```

'*****
' Esta funcion actualiza la tabla de los tres ultimos registros de turno que hay en cada
' hoja de maquina, cuando se finaliza la supervision o se termina el turno

Function turnos_anteriores(Hoja As String)
Dim fil As Integer
'Dim col As Integer
fil = 8
'-----{ DESPLAZANDO LOS DATOS }-----
For ii = 1 To 2
For i = 2 To 14 Step 2
Sheets(Hoja).Cells(fil - 2, i).Value = Sheets(Hoja).Cells(fil, i).Value
Next i
fil = fil + 2
Next ii

For i = 2 To 14 Step 2
Sheets(Hoja).Cells(10, i).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, i).Value
Next i
End Function

```

## 9. CONEXIONES Y DISPOSITIVOS

### 9.1. OBJETIVOS DEL CAPITULO

- Describir el funcionamiento de los dispositivos realizados para la conexión de las maquinas Inyectoras Dong Shin al PLC Festo fc640.

### 9.2. FUNCIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN.

Los elementos para la conexión básicamente son:

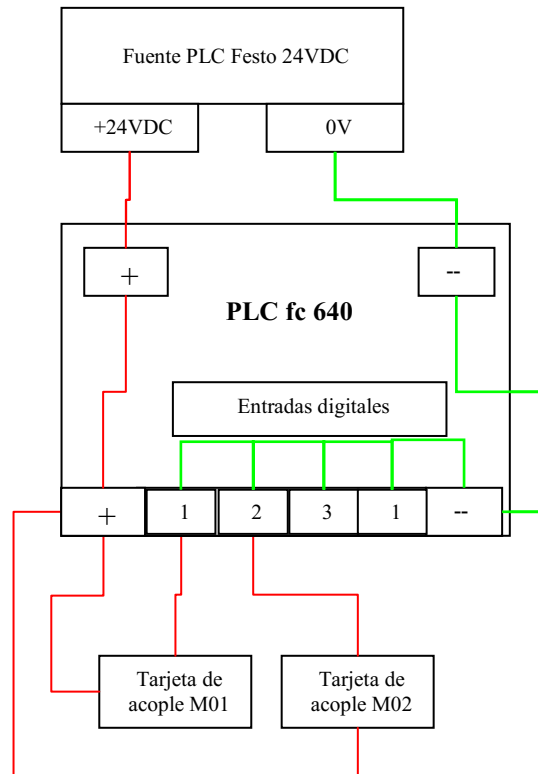
- Fuente de alimentación de PLC, 24 VDC 5 Amperios
- Cable apantallado telefónico de 4 hilos
- Tarjeta de acople y amplificación
- Tubería EMT y accesorios
- Gabinete para PLC y conectores

#### 9.2.1. Fuente de alimentación PLC

La fuente es conmutada y trabaja con un voltaje de entrada 220VAC y salida 24 VDC. Es el suministro para el funcionamiento del PLC y es el voltaje de referencia para activar las entradas del PLC (FUENTES@2007).

El PLC Festo fc 640, se alimenta con el voltaje de salida de la fuente de alimentación, 24 VDC, cada una de las entradas trabaja también con este voltaje de referencia (ver ilustración 8). La línea de 0V se queda fija en el PLC, la línea 24 VDC va hasta la maquina ingresa a la tarjeta de acoplamiento y retorna para activar o desactivar las entradas de PLC.

Ilustración 36 – Esquema de conexión de la fuente de alimentación PLC



### 9.2.2. Cable apantallado de 4 hilos

El cable apantallado telefónico de 4 hilos, viaja por la tubería EMT de 1.25 pulgadas, desde el PLC de supervisión hasta las maquina. Dos hilos son suficientes para capturar la señal mediante la cual se calculan los tiempos de ciclo, otro los otros dos quedan a disposición de medir o capturar otra señal, claro esta solo se necesitaría retorno, es decir, se pueden capturar dos variables mas de supervisión de cada maquina.

### 9.2.3. La tarjeta de Acople y amplificación

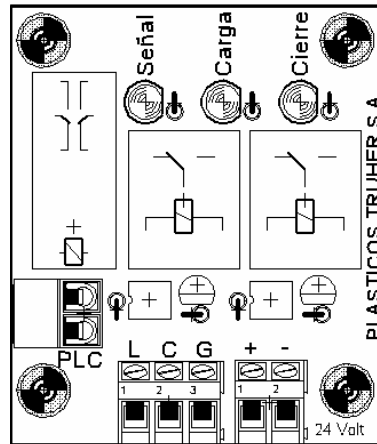
La necesidad de separar y controlar los voltajes de las maquinas inyectoras y del PLC de supervisión, además acoplar la señales de cargar y cerrar maquina en una sola, con el fin de minimizar cableado y utilizar una sola entrada al PLC Festo, indujo la necesidad de implementar una tarjeta que por medio de relevos conmutara activando y desactivando las entradas del PLC de supervisión.

La señal de cargar y cerrar maquina son salidas del PLC de la inyectora Dong Shin, van a las entradas de tarjeta de válvula solenoide y luego entran a la tarjeta de acoplamiento. La tarjeta de válvula solenoide es alimentada por 24VDC, las señales 310-1 para cerrar y 313-1 para cargar ingresan a la tarjeta de acoplamiento con un Voltaje débil menor a 5 VDC, la tarjeta amplifica las señales con la fuente del PLC de las maquinas Dong Shin que trabaja a 24 VDC (PLANOS DONGSHIN).

La tarjeta de acoplamiento tiene tres reles, uno con dos contactos auxiliares, mediante el cual llega la señal de alto para la entrada del PLC y se denomina “señal”, y otros dos que son de un solo contacto auxiliar para activar y desactivar el rele de señal, estos dos reles se denominan de carga y cierre respectivamente.

La ilustración 31 es como quedo finalmente la tarjeta de acoplamiento, la conexión denominadas PLC, son el cable de 24 VDC que vienen del PLC Festo fc 640 y el retorno, la conexión 24 VDC es la alimentación de la fuente del PLC de las inyectoras Dong Shin (FUENTE@2007).

Ilustración 37 – Tarjeta de acople de conexión



Cuando la señal proveniente de cerrar de la entrada de tarjeta de válvula solenoide, entra a la tarjeta de acoplamiento mediante el conector C (ver figura 31), se amplifica la señal con la fuente del PLC de las maquinas Dong Shin y activa el rele de cierre, que tiene un contacto auxiliar normalmente abierto, inmediatamente que esto sucede, este rele activa el rele de señal. El rele de señal tiene dos contactos auxiliares normalmente abiertos, uno de estos contactos tiene la entrada y salida del cable de +24 VDC del PLC Festo fc640, por medio de este se activa la entrada al PLC. La señal de cargar ingresa a la tarjeta de acoplamiento mediante el conector L (ver figura 31), se amplifica la señal y activa el rele de carga, que tiene un contacto auxiliar normalmente cerrado, cuando este contacto se abre desenclava el rele de señal induciendo la entrada del PLC a un estado cero nuevamente, para mayor claridad ver ilustración 32 (RELE@ 2007).

Ilustración 38 – circuito en escalera de la tarjeta de acoplamiento

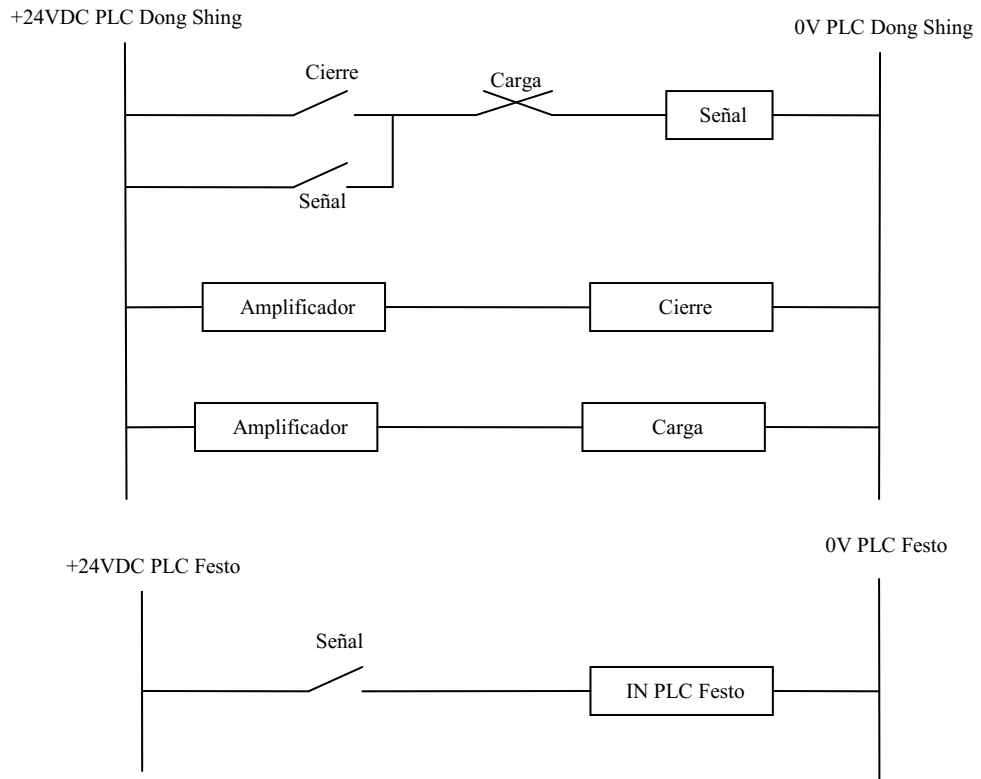


Ilustración 39 – Tarjeta de acople en maquina



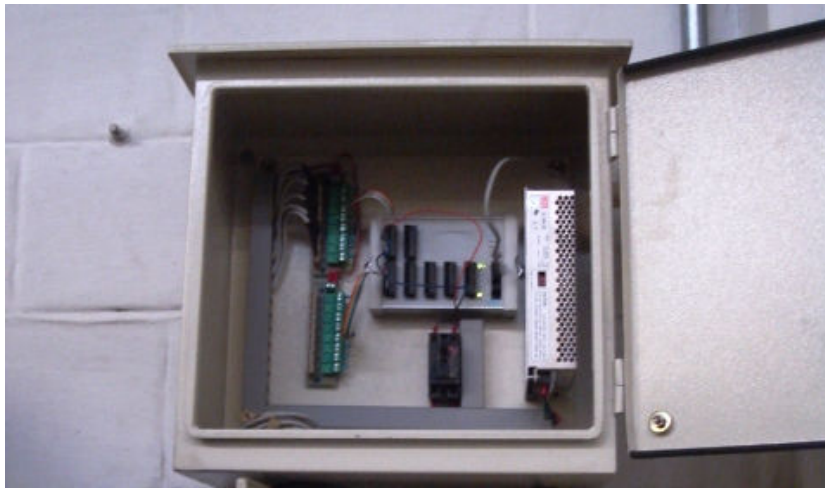
#### 9.2.4. Tubería EMT y accesorios

Se uso tubería EMT de 1.25 pulgadas de diámetro y 3 metros de largo, uniones para los empalmes, cajas en cada una de las maquinas inyectoras de donde sale un cable para cada maquina.

El cable apantallado se distribuye a través de la tubería para cada una de las maquinas.

#### 9.2.5. Gabinete para PLC de Supervisión

Ilustración 40 – Gabinete con PLC instalado en planta



El gabinete esta en planta, justo en el lugar donde se instalo el punto de red para conectar el PLC, en la imagen se aprecia un breaker, mediante el cual se alimenta a 220 VAC la fuente del PLC de Festo, una tarjeta con 32 conectores para cada entrada del PLC y la fuente de alimentación de 24VDC del PLC. La tarjeta es utilizada para ocupar un espacio menor en el gabinete, aumentar el orden del cableado y de las conexiones.

Los dos hilos sobrantes del cable apantallado están listos y dispuestos para su utilización de ser necesario, solo se necesitaría programar en el PLC y en Excel las funciones necesarias para monitorear otra variable de producción y hacer el montaje en maquina.

## 10. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan del presente proyecto consideran aspectos internos de la empresa Plásticos Truher S.A, y trata en general del beneficio al implementar un sistema de supervisión automatizado, donde se pueda consultar datos reales en tiempo real.

- El sistema de supervisión se implemento en ocho maquinas de marca DongShin satisfactoriamente.
- El sistema de supervisión permite medir tiempos de ciclo de las maquinas, y almacenarlos satisfactoriamente en Excel.
- El diseño del programa en el FST para el PLC fc640 de supervisión, no solo permite calcular tiempos de ciclo de manera automatizada, si no también: tiempo productivo real de la maquina, números de ciclos y tiempo de ineficiencia o improductivo.
- El diseño del programa en Excel con aplicaciones en VBA, permite al usuario una rápida y fácil consulta del estado de los tiempos de las maquinas, y además le brinda la oportunidad de digitalizar los datos de los tiempos de manera automatizada.
- Los tiempos de toma de datos por parte del departamento de producción se mejoraron significativamente, se disminuyeron y se amplio el muestreo de uno por turno a todos los tiempos de ciclo realizados por la maquina.

- El sistema de supervisión es de gran ayuda para los departamentos involucrados en el proceso productivo, por medio de este, y desde un computador en red pueden verificar si una maquina esta o no en funcionamiento, verificar su ciclo y calcular la producción estimada realizada sin necesidad de desplazarse hasta la misma.
- Se dejo el sistema de supervisión susceptible para una ampliación, hay entradas disponibles en el PLC, el programa tanto del PLC como de Excel se comporta igual para cualquier maquina inyectora que se quiera ingresar al sistema.
- La tecnología utilizada en el proyecto, brinda la buena posibilidad de mejorar el sistema de supervisión y montarlo en una aplicación en INTERNET, esto con el fin de consultar el sistema desde cualquier computador externo vía Internet.
- Los reportes por turno se pueden mejorar automatizándolos, es decir, que el supervisor no tenga que hacer los cortes manualmente, sino que sincronizando el reloj del PLC a la hora de cambios de turno se realice automáticamente.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

### 11.1. BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA

REDES, Andrew, S. Tanenbaum. Redes de computadoras, Cuarta edición, Pearson, 2003, ISBN 0130661023, 1408 p.

FST4 USER MANUAL. Manual técnico de usuario de programación y configuración del FST4. Festo Software.

ARAZO, Julio. Inyección de Termoplásticos, Primera Edición, Plastic comunicación, 2000, ISBN 84-60702-37-5, 196 p.

AYUDA FESTO SOFTWARE TOOLS, Help Topics FST 4.10.36(Beta)

MANUAL TEORICO PLC. Sistema de aprendizaje para la automatización y el control. Nivel básico TP 301, Festo didactic

MANUAL CONTROLADORES, D. Arce / E. Izaguirre. Manual Controladores Electrónicos Programables

PLANOS DONGSHIN. Planos eléctricos Inyectoras Dong Shin, BN, N, NI TYPE. DONGSHIN HYDRAULICS CO., LTD.

FICHA TECNICA PLC. Ficha técnica controladores Festo FEC Stándar fc440 – fc660, FESTO

## 11.2. BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

### BASIC@

PROGRAMACION VISUAL BASIC PARA EXCEL. [En línea], Citado el 17 de Agosto de 2006. Disponible en Internet: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/cursos-linea/NUMERICO/Excel/node12.html>

### STATEMENT@

REPRESENTACION DE PROGRAMACION. [En línea], Citado el 7 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: [http://polaris.cs.uiuc.edu/polaris/polaris\\_developer/node37.html](http://polaris.cs.uiuc.edu/polaris/polaris_developer/node37.html)

### INYECCION@

MOLDEO POR INYECCION - WIKIPEDIA. [En línea], Citado 20 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: [http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo\\_por\\_inyecci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n)

### FESTO@

SOPORTE Y DISPONIBILIDAD DE SOFTWARE Y MUCHO MAS SOBRE FESTO. [En línea], Citado el 10 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: <http://www3.festo.com/>

### FUENTES@

FICHA TECNICA FUENTE DE ALIMENTACION CONMUTADA 24VDC. [En línea], Citado el 3 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: <http://www.envision-tec.com/imeval/images/stories/catalogo/N-Fuentes/N-03S60.pdf>

#### PROTOCOLO@

PROTOCOLO DE RED, PROTOCOLO TCP/IP. [En línea], Citado el 25 de Febrero de 2007. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos/protocolotcpip/protocolotcpip.shtml>

#### RELE@

FUNCIONAMIENTO Y MAS SOBRE RELE. [En línea], Citado el 14 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

#### AMPLIFICADOR@

GANANCIA DE TENSION, POTENCIA Y CORRIENTE. [En línea], Citado el 18 de Febrero de 2007. Disponible en Internet: [http://www.unicrom.com/Tut\\_amplificadores\\_.asp](http://www.unicrom.com/Tut_amplificadores_.asp)

#### NORMA@

INTRODUCCION A LA NORMA IEC 1131. [En línea], Citado el 20 de Marzo de 2007. Disponible en Internet: <http://www.internet.ve/asic/iec1131-3.html>

#### SCADA@

CONCEPTO DEL SISTEMA SCADA Y MAS SOBRE ESTETEMA. [En línea], citado el 10 de Marzo de 2007

## 12.ANEXO1

El anexo1 contiene el código completo del programa que se desarrollo para el PLC en el FST 4.1. El código esta sin discriminación para todas las maquinas

### Programa 0

```
IF          NOP
THEN SET    P1          'TIEMPOS DE CICLO
          SET    P2          'TIEMPOS PERDIDOS
          SET    P3          'TIEMPO DE MAQUINA ACTIVA
```

### Programa1

```
*****
"" INICIALIZACION DE LOS TEMPORIZADORES PARA EL TIEMPO DE CICLO
*****
IF          F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
THEN LOAD  V65535
          TO      TP1
IF          N      F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
THEN RESET T1          'TIMER T. DE CICLO M01
*****
IF          F200.2
THEN LOAD  V65535
          TO      TP2
IF          N      F200.2
THEN RESET T2
*****
IF          F200.3
THEN LOAD  V65535
          TO      TP3
IF          N      F200.3
THEN RESET T3
*****
IF          F200.4
THEN LOAD  V65535
          TO      TP4
```



```

        SET                T201                'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO
EN M01
        WITH                60s
*****
"" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
  IF                N                T201                'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO
EN M01
        AND                F200.1                'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
        AND                F190.1                'FLAG PARA EL TIMER DE T.
PERDIDO M01
  THEN INC                FW951                'ACUMULADOR DE TIEMPOS PERDIDOS
        SET                T201                'TIMER PARA CONTAT T. PERDIDO
EN M01
        WITH                60s
""#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
*****
  IF                N                F180.2
        AND                F200.2

        AND                ( ( V65535
        -                TW1                )
        >=                ( FW502
        *                V2                ) )

  THEN
        SET                F180.2
        SET                F190.2
        SET                T202
        WITH                60s
*****
"" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
  IF                N                T202
        AND                F200.2
        AND                F190.2
  THEN INC                FW952
        SET                T202
        WITH                60s
""#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
*****
  IF                N                F180.3
        AND                F200.3

        AND                ( ( V65535
        -                TW3                )
        >=                ( FW503
        *                V2                ) )

  THEN
        SET                F180.3
        SET                F190.3

```

```

        SET                T203
        WITH                60s
*****
""" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
IF          N            T203
        AND            F200.3
        AND            F190.3
THEN  INC            FW953
        SET            T203
        WITH            60s
#####
#####
""" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
*****
IF          N            F180.4
        AND            F200.4

        AND            ( ( V65535
        -            TW4            )
        >=            ( FW504
        *            V2            ) )
THEN
        SET            F180.4
        SET            F190.4
        SET            T204
        WITH            60s
*****
""" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
IF          N            T204
        AND            F200.4
        AND            F190.4
THEN  INC            FW954
        SET            T204
        WITH            60s
#####
#####
""" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
*****
IF          N            F180.5
        AND            F200.5

        AND            ( ( V65535
        -            TW5            )
        >=            ( FW505
        *            V2            ) )
THEN
        SET            F180.5
        SET            F190.5
        SET            T205
        WITH            60s
*****
""" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR

```

```

IF          N      T205
      AND      F200.5
      AND      F190.5
THEN  INC      FW955
      SET      T205
      WITH     60s
""#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
""*****
IF          N      F180.6
      AND      F200.6

      AND      ( ( V65535
      -          TW6          )
      >=      ( FW506
      *          V2          ) )
THEN
      SET      F180.6
      SET      F190.6
      SET      T206
      WITH     60s
""*****
"" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
IF          N      T206
      AND      F200.6
      AND      F190.6
THEN  INC      FW956
      SET      T206
      WITH     60s
""#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
""*****
IF          N      F180.7
      AND      F200.7

      AND      ( ( V65535
      -          TW7          )
      >=      ( FW507
      *          V2          ) )
THEN
      SET      F180.7
      SET      F190.7
      SET      T207
      WITH     60s
""*****
"" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
IF          N      T207
      AND      F200.7
      AND      F190.7
THEN  INC      FW957

```

```

                SET          T207
                WITH        60s
#####
#####
"" PREGUNTA SI EL TIEMPO DE CICLO ES MAYOR O IGUAL AL DOBLE DEL
TIEMPO DE CICLO
*****
IF          N          F181.1
  AND      F201.1

  AND      ( ( V65535
              - TW8      )
  >=      ( FW508
  *        V2      ) )

THEN
  SET      F181.1
  SET      F191.1
  SET      T208
  WITH    60s
*****
"" CUENTA MINUTOS PERDIDOS HASTA QUE LA MAQUINA VUELVA A TRABAJAR
IF          N          T208
  AND      F201.1
  AND      F191.1
THEN INC    FW958
  SET      T208
  WITH    60s

```

### Programa 3

```

#####
#####
##### [ TIEMPO DE MAQUINA ACTIVA
] #####
#####
#####
IF          F200.1      'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
  AND      N          F300.1      'FLAG QUE INICIALIZA EL
PROGRAMA M01
THEN
  SET      F300.1      'FLAG QUE INICIALIZA EL
PROGRAMA M01
  SET      T101      'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO
  WITH    1s

IF          F200.1      'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
  AND      N          T101      'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO
THEN
  INC      FW601      'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA

```

```

        SET          T101          'TIMER DE PROGRAMA ACTIVO
        WITH        1s

IF      F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
        AND      (      FW601          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA
        >=      V60          )
THEN    INC          FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA
        LOAD      V0
        TO        FW601          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA

IF      F200.1          'FLAG DE PROGRAMA ACTIVO M01
        AND      (      FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA
        >=      V60          )
THEN    INC          FW801          'HORAS DE MAQUINA ACTIVA
        LOAD      V0
        TO        FW701          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA
#####
#####
IF      F200.2
        AND      N      F300.2
THEN
        SET          F300.2
        SET          T102
        WITH        1s

IF      F200.2
        AND      N      T102
THEN
        INC          FW602
        SET          T102
        WITH        1s

IF      F200.2
        AND      (      FW602          'SEGUNDOS DE MAQUINA ACTIVA
        >=      V60          )
THEN    INC          FW702
        LOAD      V0
        TO        FW602

IF      F200.2
        AND      (      FW702          'MINUTOS DE MAQUINA ACTIVA
        >=      V60          )
THEN    INC          FW802
        LOAD      V0
        TO        FW702
#####
#####
IF      F200.3
        AND      N      F300.3
THEN
        SET          F300.3
        SET          T103
        WITH        1s

```

## 13. ANEXO2

El anexo2, contiene el código de la aplicación desarrollada en Excel con Aplicaciones en VBA, incluye las funciones y se discrimina por botones en las ocho maquinas.

### Boton Iniciar supervision

```
"CARGA DE PROGRAMAS
"-----(fila,columna)-----
*****
Sub CB_Inicio_prog_maq1()
  If Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 Then
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
01"
  Else
    If Sheets("M01").Cells(21, 14).Value = "" Or Sheets("M01").Cells(24, 2).Value = 0 Or Sheets("M01").Cells(22,
2).Value > Sheets("M01").Cells(24, 2).Value Or Sheets("M01").Cells(15, 17).Value = 1 Then
      ' MsgBox "Los datos que se cargaron son incorrectos o la supervision ya esta activa!!", vbCritical + vbOKOnly
+ vbDefaultButton1, "Advertencia"
    ' Else
      inicio "M01" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
      com_plc 1, "Config", "d5", "e6" 'HABILITA LA MAQUINA
      com_plc 1, "Config", "h5", "h6" 'TIEMPO STANDARD
      For i = 2 To 14 Step 2
        'Sheets("M01").Cells(17, i).Value = " "
      Next i
      Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
      Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
      MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 01"
    ' End If
  End If
End Sub
```

```

*****
Sub CB_Inicio_prog_maq2()
  If Sheets("Config").Cells(6, 29).Value = 1 Then
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
  Else
    inicio "M02" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
    com_plc 1, "Config", "d7", "e8" 'HABILITA LA MAQUINA
    com_plc 1, "Config", "h7", "h8" 'TIEMPO STANDARD
    Sheets("Config").Cells(6, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
    Sheets("Config").Cells(6, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
    MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
  End If
End Sub
*****
Sub CB_Inicio_prog_maq3()
  If Sheets("Config").Cells(7, 29).Value = 1 Then
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
  Else
    inicio "M03" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
    com_plc 1, "Config", "d9", "e10" 'HABILITA LA MAQUINA
    com_plc 1, "Config", "h9", "h10" 'TIEMPO STANDARD
    Sheets("Config").Cells(7, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
    Sheets("Config").Cells(7, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
    MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
  End If
End Sub
*****
*****
Sub CB_Inicio_prog_maq4()
  If Sheets("Config").Cells(8, 29).Value = 1 Then
    MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
  Else
    inicio "M04" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa

```

```

com_plc 1, "Config", "d11", "e12" 'HABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "h11", "h12" 'TIEMPO STANDARD
Sheets("Config").Cells(8, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(8, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
End If
End Sub
*****
****
Sub CB_Inicio_prog_maq5()
If Sheets("Config").Cells(9, 29).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
Else
inicio "M05" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
com_plc 1, "Config", "d13", "e14" 'HABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "h13", "h14" 'TIEMPO STANDARD
Sheets("Config").Cells(9, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(9, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
End If
End Sub
*****
****
Sub CB_Inicio_prog_maq6()
If Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
Else
inicio "M06" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
com_plc 1, "Config", "d15", "e16" 'HABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "h15", "h16" 'TIEMPO STANDARD
Sheets("Config").Cells(10, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION

```

```

    MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
End If
End Sub
*****
****
Sub CB_Inicio_prog_maq7()
    If Sheets("Config").Cells(11, 29).Value = 1 Then
        MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
    Else
        inicio "M07" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
        com_plc 1, "Config", "d17", "e18" 'HABILITA LA MAQUINA
        com_plc 1, "Config", "h17", "h18" 'TIEMPO STANDARD
        Sheets("Config").Cells(11, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
        Sheets("Config").Cells(11, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
        MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
    End If
End Sub
*****
****
Sub CB_Inicio_prog_maq8()
    If Sheets("Config").Cells(12, 29).Value = 1 Then
        MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue inicializada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA
34"
    Else
        inicio "M08" 'Guarda en A1 la fecha en que se cargo el programa
        com_plc 1, "Config", "d19", "e20" 'HABILITA LA MAQUINA
        com_plc 1, "Config", "h19", "h20" 'TIEMPO STANDARD
        Sheets("Config").Cells(12, 28).Value = 0 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
        Sheets("Config").Cells(12, 29).Value = 1 ' BANDERA PARA HABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
        MsgBox "Se ha cargado satisfactoriamente el programa", vbInformation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
    End If
End Sub

```

## Boton para finalizar la supervisión

```
=====
===== { FIN DE PROGRAMAS } =====
=====

Sub CB_Fin_prog_maq1()
If Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 01"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M01", 1
turnos_anteriores "M01"
reporte_final "M01", 1
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d5", "d6" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r5", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i5", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j5", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k5", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l5", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n5", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O5", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****
com_plc 1, "Config", "U5", "a1"
com_plc 1, "Config", "V5", "a1"
com_plc 1, "Config", "W5", "a1"
com_plc 1, "Config", "X5", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(5, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
'Sheets("config").Cells(5, 19).Value = 1 'En esta casilla se guarda el numero de ciclos + 1
Else
End
End If
End If
```

```

End Sub
'=====
=====
Sub CB_Fin_prog_maq2()
If Sheets("Config").Cells(6, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 34"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M02", 34
turnos_anteriores "M02"
reporte_final "M02", 34
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d7", "d8" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r7", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i7", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j7", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k7", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l7", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n7", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o7", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****
com_plc 1, "Config", "U7", "a1"
com_plc 1, "Config", "V7", "a1"
com_plc 1, "Config", "W7", "a1"
com_plc 1, "Config", "X7", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(6, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(6, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
End
End If
End If
End Sub
'=====
=====
Sub CB_Fin_prog_maq3()

```

```

If Sheets("Config").Cells(7, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 36"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M03", 36
turnos_anteriores "M03"
reporte_final "M03", 36
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d9", "d10" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r9", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i9", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j9", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k9", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l9", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n9", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o9", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****
com_plc 1, "Config", "U9", "a1"
com_plc 1, "Config", "V9", "a1"
com_plc 1, "Config", "W9", "a1"
com_plc 1, "Config", "X9", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(7, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(7, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
End
End If
End If
End Sub

'=====
=====

Sub CB_Fin_prog_maq4()
If Sheets("Config").Cells(8, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 03"
Else

```

```

r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M04", 3
turnos_anteriores "M04"
reporte_final "M04", 3
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d11", "d12" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r11", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i11", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j11", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k11", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l11", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n11", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O11", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****
com_plc 1, "Config", "U11", "a1"
com_plc 1, "Config", "V11", "a1"
com_plc 1, "Config", "W11", "a1"
com_plc 1, "Config", "X11", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(8, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(8, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
End
End If
End If
End Sub
'=====
=====

Sub CB_Fin_prog_maq5()
If Sheets("Config").Cells(9, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 32"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M05", 32

```

```

turnos_anteriores "M05"
reporte_final "M05", 32
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d13", "d14" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r13", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i13", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j13", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k13", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l13", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n13", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o13", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****
com_plc 1, "Config", "U13", "a1"
com_plc 1, "Config", "V13", "a1"
com_plc 1, "Config", "W13", "a1"
com_plc 1, "Config", "X13", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(9, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(9, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
    End
End If
End If
End Sub
'=====
=====
Sub CB_Fin_prog_maq6()
If Sheets("Config").Cells(10, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 04"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M06", 4
turnos_anteriores "M06"
reporte_final "M06", 4
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d15", "d16" 'DESHABILITA LA MAQUINA

```

```

com_plc 1, "Config", "r15", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i15", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j15", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k15", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l15", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n15", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O15", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****

com_plc 1, "Config", "U15", "a1"
com_plc 1, "Config", "V15", "a1"
com_plc 1, "Config", "W15", "a1"
com_plc 1, "Config", "X15", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****

Sheets("Config").Cells(10, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
    End
End If
End If
End Sub
'=====
=====

Sub CB_Fin_prog_maq7()
If Sheets("Config").Cells(11, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 37"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M07", 37
turnos_anteriores "M07"
reporte_final "M07", 37
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d17", "d18" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r17", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i17", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j17", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k17", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA

```

```

com_plc 1, "Config", "I17", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n17", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O17", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****

com_plc 1, "Config", "U17", "a1"
com_plc 1, "Config", "V17", "a1"
com_plc 1, "Config", "W17", "a1"
com_plc 1, "Config", "X17", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****

Sheets("Config").Cells(11, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(11, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
  End
End If
End If
End Sub
'=====
=====

Sub CB_Fin_prog_maq8()
If Sheets("Config").Cells(12, 28).Value = 1 Then
MsgBox "La supervision de esta maquina ya fue finalizada", vbExclamation + vbOKOnly, "INYECTORA 33"
Else
r = MsgBox("¿Esta seguro de finalizar la supervision de la maquina actual?", vbYesNo + vbCritical +
vbDefaultButton2, "Confirmación", "DEMO.HLP", Ctxt)
If r = vbYes Then
reporte_x_turno "M08", 33
turnos_anteriores "M08"
reporte_final "M08", 33
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL PLC *****
com_plc 1, "Config", "d19", "d20" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r19", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i19", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j19", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k19", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l19", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n19", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O19", "a1" 'MINUTOS PARADA
***** FLAGS *****

```

```

com_plc 1, "Config", "U19", "a1"
com_plc 1, "Config", "V19", "a1"
com_plc 1, "Config", "W19", "a1"
com_plc 1, "Config", "X19", "a1"
***** SE BORRAN LAS VARIABLES DEL LA HOJA CONFIG *****
Sheets("Config").Cells(12, 28).Value = 1 ' BANDERA PARA INDICAR QUE YA SE FINALIZO LA
SUPERVISION
Sheets("Config").Cells(12, 29).Value = 0 ' BANDERA PARA DESABILITAR LA BANDERA DE INICIO DE
LA SUPERVISION
Else
  End
End If
End If
End Sub

```

## Boton reporte por turno

```

Private Sub reporte_Click()
*****
'   SUBROUTINA DEL BOTON REPORTE POR TURNO
*****
If Sheets("Config").Cells(5, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
  reporte_x_turno "M01", 1 'Hace reporte de maquina 01
  turnos_anteriores "M01"

  ***** se ponen en cero los valores del tuerno actual*****
  com_plc 1, "Config", "r5", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
  com_plc 1, "Config", "i5", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
  com_plc 1, "Config", "j5", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
  com_plc 1, "Config", "k5", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
  com_plc 1, "Config", "l5", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
  com_plc 1, "Config", "n5", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
  com_plc 1, "Config", "O5", "a1" 'MINUTOS PARADA
End If

```

```
If Sheets("Config").Cells(6, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
    reporte_x_turno "M02", 34 'Hace reporte de maquina 34
    turnos_anteriores "M02"
```

```
    com_plc 1, "Config", "d7", "d8" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r7", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i7", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j7", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k7", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l7", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n7", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o7", "a1" 'MINUTOS PARADA
End If
```

```
If Sheets("Config").Cells(7, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
    reporte_x_turno "M03", 36 'Hace reporte de maquina 36
    turnos_anteriores "M03"
```

```
    com_plc 1, "Config", "d9", "d10" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r9", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i9", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j9", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k9", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l9", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n9", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o9", "a1" 'MINUTOS PARADA
End If
```

```
If Sheets("Config").Cells(8, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
    reporte_x_turno "M04", 3 'Hace reporte de maquina 03
    turnos_anteriores "M04"
```

```
    com_plc 1, "Config", "d11", "d12" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r11", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i11", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j11", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k11", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l11", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n11", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o11", "a1" 'MINUTOS PARADA
```

End If

```
If Sheets("Config").Cells(9, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
```

```

reporte_x_turno "M05", 32 'Hace reporte de maquina 32
turnos_anteriores "M05"

com_plc 1, "Config", "d13", "d14" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r13", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i13", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j13", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k13", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l13", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n13", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O13", "a1" 'MINUTOS PARADA

End If
If Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
reporte_x_turno "M06", 4 'Hace reporte de maquina 04
turnos_anteriores "M06"

com_plc 1, "Config", "d15", "d16" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r15", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i15", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j15", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k15", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l15", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n15", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O15", "a1" 'MINUTOS PARADA

End If
If Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
reporte_x_turno "M07", 32 'Hace reporte de maquina 32
turnos_anteriores "M07"

com_plc 1, "Config", "d17", "d18" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r17", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i17", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j17", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k17", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l17", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n17", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "O17", "a1" 'MINUTOS PARADA

```

```

End If
If Sheets("Config").Cells(10, 29).Value = 1 Then 'si ya fue iniciada la supervision
    reporte_x_turno "M08", 33 'Hace reporte de maquina 33
    turnos_anteriores "M08"

    com_plc 1, "Config", "d19", "d20" 'DESHABILITA LA MAQUINA
com_plc 1, "Config", "r19", "a1" 'APAGA LA BANDERA DE TIEMPO PERDIDO
com_plc 1, "Config", "i19", "a1" 'TIEMPO DE CICLO
com_plc 1, "Config", "j19", "a1" 'SEGUNDO M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "k19", "a1" 'MINUTOS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "l19", "a1" 'HORAS M. ACTIVA
com_plc 1, "Config", "n19", "a1" 'CICLOS DE MAQUINA
com_plc 1, "Config", "o19", "a1" 'MINUTOS PARADA

End If
End Sub

```

## Funciones

```

'FUNCION QUE ENVIA DATOS AL PLC FESTO
'n_ipc: numero de ipc
'hoja: hoja de excel
'celda: memoria del PLC(celda en excel que contiene la posicion)
'valor: dato a poner en la memoria (celda en excel que contiene el valor)
Function com_plc(n_ipc As Integer, Hoja As String, celda As String, valor As String)
Dim ipc As String
ipc = "ipc_" & n_ipc
    Channel = Application.DDEInitiate("ipc_data", ipc)
    Application.DDEPoke Channel, Sheets(Hoja).Range(celda), Sheets(Hoja).Range(valor)
    Application.DDETerminate Channel
End Function

'Funcion que guarda la hora y fecha de inicio del programa cargado en el PLC
'para luego reportarlo al finalizar la orden
Function inicio(Hoja As String)
Sheets(Hoja).Cells(1, 1).Value = Now
Range("P15").Select
End Function

```

'GENERAR REPORTE DE UNA MAQUINA ESPECIFICA PARA FIN DE LOTE

'hoja: determina la hoja de la cual se va a hacer el reporte

'maquina: determina la maquina que realiza el reporte

Function reporte\_x\_turno(Hoja As String, maquina As Integer)

Dim i As Integer

Dim fila As Integer

fila = Sheets("R\_x\_Turno").Cells(1, 1).Value

'fila = fila + 1

\*\*\*\*\*

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 4).Value = Date '(Fila,Columna) ' Fecha del final de este turno

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 5).Value = maquina 'Maquina inyectora"

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 6).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 2).Value 'Turno

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 7).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 16).Value 'Molde

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 8).Value = Sheets(Hoja).Cells(22, 16).Value 'Descripcion

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 9).Value = Sheets(Hoja).Cells(27, 2).Value '# de cavidades

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 10).Value = Sheets(Hoja).Cells(31, 2).Value 'Tiempo de ciclo

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 11).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 6).Value 'Promedio

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 12).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 8).Value '# de ciclos

Sheets(Hoja).Cells(21, 8).Value = (Sheets(Hoja).Cells(17, 8).Value) + (Sheets(Hoja).Cells(21, 8).Value) '# de

ciclos

Sheets(Hoja).Cells(21, 10).Value = (Sheets(Hoja).Cells(17, 10).Value) + (Sheets(Hoja).Cells(21, 10).Value) 'T.

de maq activa

Sheets(Hoja).Cells(21, 12).Value = (Sheets(Hoja).Cells(17, 12).Value) + (Sheets(Hoja).Cells(21, 12).Value) 'T.

de maq parada

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 14).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 10).Value 'Tiempo de maquina activa

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 15).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 12).Value 'Tiempo de maquina parada

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 13).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 14).Value 'Eficiencia

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 16).Value = Sheets(Hoja).Cells(35, 5).Value 'Hora de inicio

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(fila, 17).Value = Now 'Hora de fin

fila = fila + 1

Sheets("R\_x\_Turno").Cells(1, 1).Value = fila

End Function

'GENERAR REPORTE DE UNA MAQUINA ESPECIFICA PARA FIN DE LOTE

'hoja: determina la hoja de la cual se va a hacer el reporte

'maquina: determina la maquina que realiza el reporte

Function reporte\_final(Hoja As String, maquina As Integer)

```

Dim i As Integer
Dim fila As Integer
fila = Sheets("Reporte_General").Cells(1, 1).Value
'fila = fila + 1
*****
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 4).Value = Date '(Fila,Columna) ' Fecha del final de este turno
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 5).Value = maquina 'Maquina inyectora"
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 6).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, 2).Value 'Turno
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 7).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 16).Value 'Molde
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 8).Value = Sheets(Hoja).Cells(22, 16).Value 'Descripcion
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 9).Value = Sheets(Hoja).Cells(27, 2).Value '# de cavidades
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 10).Value = Sheets(Hoja).Cells(31, 2).Value 'Tiempo de ciclo
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 11).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 6).Value 'Promedio
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 12).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 8).Value '# de ciclos
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 14).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 10).Value 'Tiempo de maquina activa
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 15).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 12).Value 'Tiempo de maquina
parada
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 13).Value = Sheets(Hoja).Cells(21, 14).Value 'Eficiencia
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 16).Value = Sheets(Hoja).Cells(35, 5).Value 'Hora de inicio
Sheets("Reporte_General").Cells(fila, 17).Value = Now 'Hora de fin

fila = fila + 1
Sheets("Reporte_General").Cells(1, 1).Value = fila

'Range("P21").Select 'MOLDE
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "No asignado"
'Range("P22").Select 'DESCRIPCION
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "n/a"
'Range("P15").Select 'ULTIMO CICLO
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "--"
'Range("A1").Select 'FECHA DE INICIO
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "Super vision no iniciada"
'Range("B27").Select 'CAVIDADES QUE TRABAJAN
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "--"
'Range("B29").Select
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "--"
'Range("B31").Select
'ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"
Range("P21").Select

```

End Function

\*\*\*\*\*

' Esta funcion actualiza la tabla de los tres ultimos registros de turno que hay en cada  
' hoja de maquina, cuando se finaliza la supervision o se termina el turno

Function turnos\_ anteriores(Hoja As String)

Dim fil As Integer

'Dim col As Integer

fil = 8

'-----{ DESPLAZANDO LOS DATOS }-----

For ii = 1 To 2

For i = 2 To 14 Step 2

Sheets(Hoja).Cells(fil - 2, i).Value = Sheets(Hoja).Cells(fil, i).Value

Next i

fil = fil + 2

Next ii

For i = 2 To 14 Step 2

Sheets(Hoja).Cells(10, i).Value = Sheets(Hoja).Cells(17, i).Value

Next i

End

Function

