



Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas
Licenciatura en Sistemas
de Información

Sistema SCADA para inyectora de calzado de CONFECAT

Cappiello, Violeta MU 2283 - Pezzolo, María Olga MU 2215

Director: Ing. Sergio Gallina

04/2017

Agradecimientos

En forma conjunta quisiéramos agradecer al Ing. Gallina, tutor del presente trabajo final, quién siempre nos alentó a seguir con la tarea y terminarla. Así también agradecer a todos los profesionales que intervinieron en el presente desarrollo Mgter. María Vanessa Doria, Mgter. Carola Flores, AUS. Carolina Walter quienes con su granito de arena colaboraron para que este proyecto se culmine. Y finalmente y en demasía al Ing. José Iván Ruiz, ya que su apoyo y aliento continuo fueron muchas veces del soporte necesario para continuar y terminar, además de brindarnos su conocimiento y ayuda en la parte electrónica del presente trabajo.

Agradecimientos de María Olga:

A mis padres, Fernando y Olga que me dieron el ser y son el ejemplo de vida a seguir. Fueron ellos quienes me motivaron siempre a estudiar, a saber, a ser mejor cada día en todos los ámbitos de mi vida. A mis abuelos, Amalia y Blas, que me dieron un hogar para poder llevar adelante la carrera y respetaron mis tiempos de estudio aunque a veces nos los entendieran. A mis hermanas, Cecilia y Susana, quienes siempre me sostuvieron y celebraron conmigo cada paso de la carrera y de mi vida. A mi querido Lucas Grande y toda su familia (Ana, José e hijos y nietos) que siempre me acompañan en los proyectos que emprendo, brindándome un hogar, una cama, una computadora, una taza de té...

Finalmente a mi compañera de estudio y trabajo final, que con los años se convirtió en una hermana de la vida, Viole, quién nunca bajo los brazos y siempre supo que este día llegaría..

Agradecimientos de Violeta Elga:

A mis padres, a mis compañeros de carrera con los que conjuntamente nos apoyamos en cada examen, serían muchos para nombrarlos a todos. A los profesores, que sin ellos no hubiéramos adquirido nuestros conocimientos, a mis hijos, Santino y Bautista, que fueron los motivos que hicieron que no decaiga esta meta, a mi esposo Juan por su compañía y a mi comadre María Olga, que es muestra viviente de lo que es la perseverancia.

Índice

Agradecimientos	2
Índice.....	3
Resumen.....	9
1 Introducción	11
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivos Generales.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Características	14
1.5 Alcances.....	14
1.5.1 Interfaz (HMI):.....	15
1.5.2 Unidad Terminal Maestra (MTU):	15
1.5.3 Unidad Terminal Remota (RTU):	15
1.5.4 Sistema de Comunicaciones:	15
1.6 Funciones del Sistema SCADA	16
1.6.1 Adquisición de Datos:	16
1.6.2 Procesamiento de Datos:.....	16
1.6.3 Visualización Gráfica:.....	16
1.6.4 Representación de Señales de Alarma:	16
1.6.5 Generación de Reportes:	16
1.7 Visión General.....	16
2 Marco Teórico y Metodológico	18
2.1 Automatización.....	19
2.2 Evolución de la automatización industrial.....	20
2.3 Sistemas de control	21
2.3.1 Características y tipos de sistemas de control	21
2.3.1.1 Tipos de control	21
2.3.1.1.1 Sistema Manual.....	22
2.3.1.1.2 Sistema Automático.....	22
2.3.1.2 Lazos de control	22
2.3.1.2.1 Sistemas de control de lazo abierto	22
2.3.1.2.2 Sistemas de control de lazo cerrado.....	23
2.3.2 Señales de control	23

2.4	Sensores o captadores	25
2.4.1	Sensores ópticos.....	25
2.4.2	Sensores de Posición	25
2.4.3	Sensores de Contacto.....	25
2.4.4	Sensores de Temperatura	25
2.4.5	Sensores de Humedad	26
2.4.6	Sensores Magnéticos.....	26
2.4.7	Sensores Infrarrojos.....	26
2.4.8	Sensores de Humo	26
2.4.9	Sensor de Lluvia	26
2.5	Acondicionamiento de señales	26
2.6	Procesadores y Controladores	27
2.6.1	Actuadores en los Sistemas de Control	27
2.6.1.1	Cilindros Neumáticos e Hidráulicos	28
2.6.1.2	Motores Eléctricos	28
2.6.1.3	Motores paso a paso.....	28
2.6.1.4	Lámparas.....	28
2.6.1.5	Sirenas.....	28
2.6.1.6	Electro Válvulas.....	28
2.7	Sistema SCADA.....	28
2.7.1	Estación Remota.....	29
2.7.2	Arquitectura de un Sistema SCADA.....	30
2.7.2.1	Sistema Solitario.....	30
2.7.2.2	Sistemas en red y distribuidos	30
2.7.3	Funciones de los SCADA	31
2.7.3.1	Alarmas.....	31
2.7.3.2	Alarma de Control Fallido.....	31
2.7.4	Interface con el Usuario	31
2.7.4.1	Control entre varios Usuarios.....	31
2.7.4.2	Administración de Seguridad	32
2.8	Base de Datos	32
2.8.1	Base de Datos Relacional.....	32
2.9	Autómatas Programables	33
2.9.1	Historia de los PLC	34
2.9.2	Estructura de un PLC.....	34

2.9.3	Reles de entrada (contactos).....	35
2.9.4	Reles de salida (bobinas)	36
2.9.4.1	Contadores (Simulados).....	36
2.9.4.2	Temporizadores (Simulados)	36
2.9.4.3	Almacenamiento de datos.....	36
2.9.5	Modo de operación de un PLC	36
2.9.5.1	Inicio.....	37
2.9.5.2	Lectura del estado de las entradas.....	37
2.9.5.3	Proceso.....	37
2.9.5.4	Actualización de las salidas	38
2.9.5.5	Tiempo de escaneo	38
2.9.6	Programación de un PLC.....	38
2.9.7	Campos de aplicación.....	38
2.9.8	Aplicaciones generales	39
2.10	Controladores basados en Microcontroladores	39
2.11	Antecedentes	40
2.11.1	Controles SA Electrónica Industrial y Telecomunicaciones.....	40
2.11.2	Sistema SCADA para la Automatización de un Laboratorio de biotecnología de nivel de Seguridad Biológica	40
2.11.3	Diseño SCADA para un prototipo seleccionador de piezas.....	41
2.11.4	Sistemas SCADA para la automat. de los procesos productivos del CIGB ..	42
2.12	Metodología.....	44
3	Especificación de Requisitos.....	46
3.1	Propósito	47
3.2	Audiencia a la que va dirigido	47
3.3	Ámbito del Sistema	47
3.4	Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas	47
3.4.1	Definiciones.....	48
3.4.2	Acrónimos	48
3.4.3	Abreviaturas	48
3.5	Referencias	49
3.6	Visión General.....	49
3.7	Descripción General.....	49
3.7.1	Perspectiva del Producto	49
3.7.2	Funciones del Sistema.....	49

- 3.7.2.1 Administración de Usuarios.....50
- 3.7.2.2 Administración de Datos para Proceso de Inyección.....50
- 3.7.2.3 Administración de Informes.....51
- 3.7.2.4 Control de la máquina inyectora de PVC.....51
- 3.7.3 Características de los Usuarios52
- 3.8 Restricciones.....53
- 3.9 Suposiciones y Dependencias.....53
 - 3.9.1 Suposiciones53
 - 3.9.2 Dependencias53
- 3.10 Requisitos Específicos.....53
 - 3.10.1 Requisitos Funcionales53
 - 3.10.2 Requisitos No Funcionales54
- 4 Análisis y Diseño del Sistema56
 - 4.1 Etapas de fabricación de un calzado.....58
 - 4.1.1 Funcionamiento de la máquina inyectora de PVC58
 - 4.1.2 Planilla con orden de calzado59
 - 4.1.3 Preparación máquina inyectora de PVC60
 - 4.1.4 Carga y descarga de calzado60
 - 4.1.5 Guardado calzado terminado.....60
 - 4.1.6 Mejoras – Sistema SCADA.....60
 - 4.2 Sistema Administrativo.....62
 - 4.2.1 Análisis del sistema.....62
 - 4.2.1.1 Modelado del Negocio.....62
 - 4.2.1.2 Diagrama Caso de Uso del Negocio.....62
 - 4.2.1.3 Descripción de actores y proceso del negocio62
 - 4.2.1.4 Descripción Caso de uso del Negocio63
 - 4.2.2 Modelos de Casos de Uso63
 - 4.2.2.1 Diagrama de Caso de uso Administrar Usuarios63
 - 4.2.2.2 Descripción Caso de Uso: Backup Datos64
 - 4.2.2.3 Descripción Caso de Uso: Alta de Usuarios.....65
 - 4.2.2.4 Descripción Caso de Uso: Baja de Usuarios.....66
 - 4.2.3 Diagrama de Caso de Uso Proceso de Inyectado67
 - 4.2.3.1 Descripción Caso de Uso: Datos para Inyectar.....67
 - 4.2.3.2 Descripción Caso de Uso: Proceso de inyectado68
 - 4.2.3.3 Descripción Caso de Uso: Reiniciar Proceso de inyectado69

- 4.2.4 Diagrama de Caso de Uso Generar Reportes70
 - 4.2.4.1 Descripción Caso de Uso: Reporte calzados inyectados.....71
 - 4.2.4.2 Descripción Caso de Uso: Reporte paradas de la inyectora.....71
- 4.3 Modelo de diseño72
 - 4.3.1 Realización de casos de usos Administrar usuarios y Bases de Datos72
 - 4.3.1.1 Diagrama de clases72
 - 4.3.1.2 Diagrama de Clases Usuario73
 - 4.3.1.3 Diagrama de secuencia CU Backup de datos73
 - 4.3.1.4 Diagrama de secuencia Alta de usuarios74
 - 4.3.1.5 Diagrama de secuencias Baja de usuarios75
 - 4.3.2 Realización de casos de usos Proceso de Inyectado.....75
 - 4.3.2.1 Diagrama de clases76
 - 4.3.2.2 Diagrama de secuencia CU Cargar datos76
 - 4.3.2.3 Diagrama de secuencia CU Iniciar proceso de inyectado.....77
 - 4.3.3 Realización de casos de usos Generar reportes77
 - 4.3.3.1 Diagrama de Clases Reporte de Calzados Inyectados.....78
 - 4.3.3.2 Diagrama de Clases Reporte Paradas de la Inyectora78
 - 4.3.3.3 Diagramas de secuencias para cada CU Reportes calzados inyectados .79
 - 4.3.3.4 Diagramas de secuencias para cada CU Reportes paradas de la inyectora
79
- 4.4 Sistema para control de Inyectora80
 - 4.4.1 Diagrama de Flujo del funcionamiento de la Inyectora80
 - 4.4.2 Descripción del Hardware83
 - 4.4.3 Descripción del soft. con Máquinas de Estado de la Máquina Inyectora de
PVC 84
- 5 Sistema SSCADAInyec88
 - 5.1 Usando el Sistema89
- 6 Conclusiones 105
 - 6.1 Problemas actuales y requerimientos del área de calidad de la Empresa..... 106
 - 6.2 Herramientas para el desarrollo de software SCADA..... 106
 - 6.2.1 Análisis exploratorio 106
 - 6.2.2 Herramientas necesarias para la solución 106
 - 6.2.3 Productos obtenidos 107
 - 6.2.4 Metodologías de análisis, modelización y diseño 107
 - 6.3 Sistema administrado por usuarios con diferentes niveles de seguridad..... 107

6.3.1	Interfaz intuitiva y de fácil manejo para el usuario final.....	107
6.4	Una unidad de control automático para la máquina inyectora de PVC	108
	Referencias.....	109
	Bibliografía General	110
	Anexos	111

Resumen

El presente trabajo presenta el desarrollo de un Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – Sistema de Control y Adquisición de Datos) para brindar solución al problema de defectos de calidad que muestra la empresa CONFECAT en el inyectado de suelas de PVC.

Para el desarrollo se hizo un análisis exploratorio de la empresa y el problema que presenta. Se analizaron los requisitos detenidamente y se planteó una solución con el desarrollo de un Software que complementa el control de la máquina inyectora y la adquisición de datos.

Se utilizó para el análisis UML, diagramas de estado y de flujo. Para la programación el lenguaje de alto nivel Visual Basic 6 y el lenguaje C.

Con la colaboración de un ingeniero electrónico, que desarrolló un microcontrolador a medida, y la programación correspondiente, se logró un Sistema capaz de dar solución a los problemas de calidad que presenta la empresa. A los fines prácticos del presente trabajo solo se hará una simulación del mencionado software.

1

Introducción

Los Sistemas de Automatización y Control han permitido al ser humano delegar en las máquinas las tareas peligrosas y repetitivas, en forma eficiente y económica, dando a las empresas la posibilidad de incrementar su producción acorde a la automatización con la que cuenta. Esto se traduce en un mejor rendimiento, tanto del equipamiento de la industria como de los mismos trabajadores, que son parte del proceso.

En los últimos años, en el contexto de Sistemas de Automatización y Control, se ha desarrollado un sistema llamado SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – Sistema de Control y Adquisición de Datos). Este sistema es una aplicación de software diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. [1]

Con este trabajo final se logra desarrollar un sistema SCADA, para la Automatización y Control de una máquina Inyectora de PVC (Policloruro de Vinilo) para Calzado con suela de PVC, que data de la década del 60, que funciona en las instalaciones de la empresa CONFECAT S.A..

La tarea es automatizar y controlar en tiempo real el proceso de inyectado de PVC para la suela de calzado, trabajo efectuado por la inyectora. Como así también la administración de los datos de la producción.

1.1 Planteamiento del problema

El proyecto surge de la necesidad de mejorar la calidad del producto terminado mediante el control del proceso de inyectado de la actual máquina inyectora de PVC de la empresa CONFECAT S.A.

El proceso de inyectado consiste en “inyectar” el material de PVC en el calzado. El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. A partir de los procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de “pellet”, plastisoles, soluciones y emulsiones; el cual, para llegar a esta instancia requiere de un número importante de ingredientes. [2]

El proceso de inyección es discontinuo (una inyección por puesto de calzado), y es llevado totalmente por una sola máquina llamada inyectora con su correspondiente equipo auxiliar o periférico, el procedimiento consiste básicamente en:

A) plastificar y homogenizar con ayuda de calor el material plástico que ha sido alimentado en la tolva y el cual entrará por la garganta del cilindro.

B) Inyectar el material fundido por medio de presión en las cavidades del molde, del cual tomará la forma o figura que tenga dicho molde. El molde es cerrado a mano por un operario.

C) Luego el plástico se enfría dentro del molde, se lo abre y se retira la pieza moldeada.

Al ser una tarea repetitiva, mientras se ejecuta el paso “C”, se comienza de nuevo con el paso “A”.

El corte de inyección depende de que el material haga contacto con un sensor que se encuentra en el talón del molde del calzado, generando en reiteradas ocasiones suelas con excedente o faltantes de material; siendo el operario el encargado de rellenar o

cortar los mismos, de acuerdo al caso, tarea que insume mucho tiempo y mano de obra obteniendo productos con defectos de calidad.

El excedente en las piezas inyectadas, agrega al operario una tarea extra y genera un sobrante de PVC que debe reciclarse para su reutilización, requiriendo de mano de obra adicional para la tarea.

Con este sistema SCADA, desarrollado a medida, se busca mejorar la calidad del proceso de inyectado de la máquina inyectora de PVC, imponiendo normas de calidad acordes a los requerimientos de la empresa.

El sistema SCADA desarrollado permite alertar al operador cambios detectados en el proceso de inyección, que no se consideran normales mediante alarmas visuales, estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

1.2 Justificación

La humanización de los puestos de trabajo juega un rol muy importante a la hora de incentivar la automatización, porque tanto el trabajo, como las condiciones del entorno, pueden ser amenizados.

En este caso, el trabajo resultaría más grato ya que las tareas que necesitan mayor atención serían realizadas por la máquina automatizada, se minimizarían los defectos de calidad, se suprimen deficiencias humanas como la falta de atención o cansancio y de esta manera se optimiza recursos, mano de obra, organización, etc. involucrados en el proceso.

Todo esto conlleva a que el operario pueda concentrarse más en controlar y supervisar las tareas de inyectado, evitando a su vez riesgos de salud.

La automatización mejora la calidad del producto.

El sistema SCADA permite la obtención de beneficios antes no alcanzados por la industria como lo son:

- Reducción de los costos de producción y de operación
- Aumento de la producción
- Diversificación de la producción
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Se dispone de información precisa para efectos de estudio, análisis y estadística.

La tarea que realizó este equipo de trabajo fue el desarrollo de un software SCADA para la Automatización y Control de una máquina Inyectora de PVC de la Empresa CONFECAT SA, que es implementado con una placa que ha sido desarrollada para el presente Trabajo Final con la colaboración de un Ingeniero Electrónico.

Se logró un sistema SCADA capaz de controlar los tiempos de inyección, el estado correcto de los dispositivos periféricos y materiales y que la inyección del PVC en los calzados se realice correctamente. Recaba, almacena y genera información confiable, correspondiente al trabajo de campo, estados de dispositivos, ingresos al sistema y manipulación del mismo.

Al implementar el SCADA, se logra minimizar considerablemente la reutilización de material sobrante. Actualmente el operario es el encargado de rellenar o recortar la suela de acuerdo sea el caso del defecto. Con esta mejora en el proceso de

inyectado se da una reducción en el costo de la mano de obra que se dedica a la reutilización del sobrante de PVC, proceso que consiste en cortar a mano el material y que tome forma similar a la proveniente de fábrica, insumiendo muchas horas de trabajo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

- Desarrollar un sistema SCADA a medida para la automatización y control de la máquina Inyectora de PVC para la empresa CONFECAT S.A., para mejorar la calidad del proceso de inyectado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los problemas actuales y los requerimientos del área de calidad de la Empresa
- Identificar herramientas atinentes para el desarrollo de software SCADA.
- Desarrollar un sistema administrado por usuarios para realizar las actividades pertinentes a cada nivel de seguridad.
- Desarrollar un sistema con interfaz intuitiva y de fácil manejo para el usuario final.
- Desarrollar, mediante el trabajo multidisciplinario, una unidad de control automático - hardware - software- para la máquina inyectora de PVC.

1.4 Características

El trabajo se encuentra en el marco de una investigación aplicada, ya que se espera del mismo una solución óptima para el problema de inyección de la máquina inyectora de PVC.

Además, el equipo de trabajo cuenta con conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera cursada y bajo la tutela de un profesor idóneo en el campo de la automatización.

Para el desarrollo de la unidad de control se contó con la colaboración en el diseño del hardware y software del Ingeniero Electrónico José Iván Ruiz.

1.5 Alcances

Sistema SCADA para la automatización y control del proceso de inyectado de suela de PVC en la maquina inyectora de PVC de la empresa CONFECAT.

Los elementos del sistema SCADA desarrollado serán los siguientes:

1.5.1 Interfaz (HMI):

Se entiende por HMI (del inglés, Human-Machine Interface) a los equipos y aplicaciones con las cuales los operadores se relacionan con el proceso y les permite visualizarlo.

Entre las funciones que debe ejecutar la aplicación del computador central, la cual utiliza la HMI para relacionarse con el operador, se encuentran:

- Monitorear el estado de las variables del proceso en tiempo real
- Supervisión de los estados del proceso
- Ajuste de las condiciones de operación, ejecución de alarmas visuales para identificar estados anormales de operación del proceso
- Control automático de ciertas operaciones del proceso para ser almacenadas en bases de datos.

1.5.2 Unidad Terminal Maestra (MTU):

Cuando hablamos de la Unidad Terminal Maestra nos referimos a la computadora y el software responsable para comunicarse con el RTU.

La MTU, bajo el sistema SCADA, permite la adquisición de los datos a través de la RTU y brinda la capacidad de administrar los datos obtenidos.

También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

1.5.3 Unidad Terminal Remota (RTU):

Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central; es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicado en donde se realiza el proceso, en el presente caso, esta función la cumplirá un micro controlador.

La RTU se conecta a los dispositivos de campo físicamente y lee los datos de estado como vacío/cargado de un molde en una estación de trabajo, lee la temperatura de la resistencia, controlar niveles de material disponible para inyectar. Todos estos datos son para poder iniciar el proceso de inyección, si alguno no estuviere validado como correcto, no se inicia el proceso de inyectado.

1.5.4 Sistema de Comunicaciones:

Se encarga de la transferencia de información desde donde se realizan las operaciones, donde se supervisa y controla el proceso hasta los dispositivos de campo. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación como por ejemplo RS232, RS485, RS422, Ethernet, Modbus o cualquier combinación válida para ambientes industriales.

1.6 Funciones del Sistema SCADA

Las funciones que cumplirá el sistema SCADA serán las siguientes:

1.6.1 Adquisición de Datos:

Estos datos de estados son recolectados a través del RTU los cuales nos dirán las acciones realizadas, los productos terminados y las fallas de la máquina inyectora de PVC.

1.6.2 Procesamiento de Datos:

Los datos adquiridos son el insumo que alimenta el sistema, estos son procesados y analizados para dar una información confiable y veraz.

1.6.3 Visualización Gráfica:

El sistema es capaz de brindar imágenes que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador una idea de lo que se está inyectado y del estado general de la máquina. También cuenta con un cuadro de información sobre la cantidad de calzado inyectado, la cantidad faltante y detalles sobre el error que produce la parada de máquina.

1.6.4 Representación de Señales de Alarma:

A través de las señales de alarmas visuales alerta al operador ante una falla de la máquina inyectora de PVC.

1.6.5 Generación de Reportes:

El sistema permite generar informes de la producción obtenida del proceso de Inyectado y del funcionamiento de la Máquina Inyectora de PVC con datos obtenidos de las diferentes paradas y/o fallas de la máquina por no cumplir con condiciones de inicio.

1.7 Visión General

Esta es una visión general del trabajo final, el cual se divide en 6 capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación.

El presente capítulo, de carácter introductorio, describe el planteamiento del problema y establece la justificación y los objetivos alcanzados a lo largo del presente trabajo final.

El capítulo 2 corresponde al marco teórico donde se fundamenta científicamente el trabajo de investigación, el desarrollo del sistema y el marco metodológico.

El capítulo 3 hace referencia a la especificación de los requisitos que se analizaron necesarios para dar comienzo al diseño del sistema que maneja la información.

El capítulo 4 se divide en dos partes, la primera parte describe el sistema, mediante la metodología UML, con quién interactúa y cómo funciona; describe caso por caso todas sus funciones y la segunda parte describe al sistema SCADA en funcionamiento con la máquina inyectora de PVC.

El capítulo 5 comprende el diseño detallado, donde se muestran las interfaces preparadas que utiliza el sistema al interactuar con el usuario. Tanto la parte administrativa como el sistema SCADA con la máquina.

El capítulo 6 presenta las conclusiones del trabajo realizado.

2

Marco Teórico y Metodológico

Introducción

A lo largo de la historia de la automatización el componente central fue el mecánico. En un principio, era solo este componente pero, posteriormente se han desarrollado automatizaciones con la introducción de componentes eléctricos y electrónicos. En la actualidad, la automatización puesta en funcionamiento es completada por la informática y los sistemas de control.

La automatización de procesos fue un punto de inflexión en la industria, se buscó sustituir al operador humano, tanto en sus tareas físicas como mentales, para evitar errores de fabricación y ayudar al operador en el control de los procesos. Se logró de esta forma que el humano siga presente en los procesos industriales, ingresando las consignas a realizar, dando luego los resultados a través del sistema de control. Las teorías y técnicas de regulación de procesos, tienen como objetivo conseguir que las variables controladas se comporten según las consignas establecidas.

Un factor fundamental dentro de la automatización, son las unidades de control que son la esencia de los sistemas automáticos, los PLC (Controladores Lógicos Programables); esta es la herramienta que permite la realización de los esquemas de control automático, su utilización en la fabricación, su versatilidad, y su bajo costo lo han convertido en un elemento indispensable de los sistemas automáticos industriales.

La utilización de la teoría de automatismos, junto con su implementación sobre el PLC, y el manejo de dispositivos neumáticos, eléctricos y mecánicos, permitirán el desarrollo del sistema en su totalidad.

A continuación, describiremos lo que es la automatización, los sistemas de control, los autómatas programables y los SCADA.

2.1 Automatización

Para comprender lo que es la automatización comenzaremos por definirla, recurriendo al Diccionario de la Real Academia Española (RAE) encontramos que Automatización “*es la acción y efecto de automatizar.*” Automatizar es “*aplicar la automática a un proceso, un dispositivo, etc.*” Automática “*deriva del griego αὐτόματος 'autómatos' que actúa por sí mismo*” presenta varias definiciones de las que tomaremos dos particularmente, por un lado “*dicho de un mecanismo o de un aparato que funciona en todo o en parte por sí solo.*” Y la que refiere a la automática como “*perteneciente o relativo al autómata.*” Finalmente la RAE define autómata “*del plural latino automāta, y este del plural griego αὐτόματα autómata 'ingenios mecánicos'; propiamente 'espontáneos, que obran por sí mismos*”. De las definiciones propuestas para autómata tomaremos la que lo define como “*instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos.*”

La automatización es entonces la acción de otorgarle la capacidad a un dispositivo o proceso de actuar de manera autónoma, por sí mismo. En los procesos industriales, en el último siglo, es muy común que se busquen automatizar todos o gran parte de los métodos que involucran la producción. Esto se debe al hecho de buscar que los procesos disminuyan los errores y que ante un posible error "actúen" ya sea resolviéndolo o avisando del fallo.

Automatizar una planta industrial, significa equiparla con autómatas, esto es un sistema artificial, que sigue un programa de forma propia o automática y debe tomar decisiones basados en las entradas y el estado del sistema, para de esta forma cumplir con tareas asignadas. Luego el objetivo principal de la automatización industrial consiste en gobernar la actividad y la evolución de los procesos sin la intervención continua de un operador humano. [3]

2.2 Evolución de la automatización industrial

La automatización es algo común en nuestros días, a continuación se presenta una breve reseña de la evolución de la automatización industrial.

Principios siglo XX hasta años 50: con la revolución industrial aparece la necesidad de la especialización de tareas y la realización de las mismas a velocidades cada vez mayores, para esto se introducen elementos mecánicos y electromagnéticos (motores, relés, temporizadores, contadores). Pero se presentaba el problema de que los armarios eléctricos (armarios de control) aumentaban de tamaño según se hacían automatizaciones más complejas.

Años 50: Comienzan a utilizarse los semiconductores (electrónica). Con lo que se reduce el tamaño de los armarios eléctricos, se reduce el número de averías por desgaste de componentes. Pero presenta el problema de falta de flexibilidad: un sistema de control sólo sirve para una aplicación específica, y no es reutilizable.

Años 60: Ford y General Motors plantean las especificaciones que debe cumplir un controlador electrónico programable para ser realmente útil en la industria, este es fundamentalmente, necesidad de programación. Bedford associates desarrolla un prototipo de controlador industrial, el que puede ser considerado el primer PLC de la historia. (programmable logic controller o autómata programable industrial), cumple con las características que reclamaba la industria: Reutilizable; Adaptado a entornos agresivos (industria); Fácilmente programable por técnicos eléctricos; Implementado con electrónica de estado sólido (semiconductores). Los primeros PLCs se usaron para controlar procesos secuenciales (cadenas de montaje, transporte, etc). Presentan el problema de memoria cableada, la reutilización es posible pero costosa.

Años 70: Aparece el microprocesador, con la llegada de los primeros ordenadores digitales. Esto refleja más flexibilidad por la facilidad de programación (desaparecen las memorias cableadas). Presenta el problema de no ser utilizable en la industria por falta de robustez, dificultad de conexión a equipos mecánicos y dificultad de programación. A mediados de los '70, los autómatas incorporan el microprocesador, lo que se traduce en reprogramación sin recablear (aumenta flexibilidad). Además permiten realizar cálculos matemáticos y se pueden comunicar con un ordenador central (ordenador encargado de controlar la planta enviando órdenes a los autómatas que gobiernan cada proceso). A finales de los 70' hay un aumento en la memoria, como así también capacidad de gobernar bucles de control, más tipos de E/S (conexión más flexible de sensores/actuadores), lenguajes de programación más potentes y comunicaciones más potentes.

Años 80 - 90: con el continuo mejoramiento aparecen una mayor velocidad de proceso, dimensiones más reducidas, técnicas de control más complejas (PID, inteligente, fuzzy) y múltiples lenguajes (contactos, lista de instrucciones, GRAFCET, etc).

Actualidad: el auge y multiplicidad de los autómatas reflejado en su tamaño compacto y sencillos para aplicaciones incluso domésticas como (Abrir/cerrar puertas, control de iluminación o control de riego, etc.). También hay autómatas de alta gama cuyas

características son: Modulares, con grandes posibilidades de ampliación, con prestaciones similares a las de un pequeño ordenador.

Tendencias: Evolución continua de los sistemas de comunicación: Redes de autómatas, CIM (manufactura integrada por computadora): producción integrada y controlada por ordenador con múltiples autómatas, redes de sensores/actuadores conectadas a los autómatas (AS-interface), múltiples estándares de comunicación (Profibus, ethernet industrial). [4]

Es en este contexto donde aparecen los Sistemas de Control y finalmente el SCADA propiamente dicho.

2.3 Sistemas de control [5]

Para una mejor comprensión de lo que es un sistema de control, se describirán cómo se encuentran compuestos.

2.3.1 Características y tipos de sistemas de control

Un sistema es un conjunto de elementos o dispositivos que interactúan para cumplir una función determinada. Se comportan en conjunto como una unidad y no como un montón de piezas sueltas.

2.3.1.1 Tipos de control

El control de un sistema se efectúa mediante un conjunto de componentes mecánicos, hidráulicos, eléctricos y/o electrónicos que, interconectados, recogen información acerca del funcionamiento, comparan este funcionamiento con datos previos y, si es necesario, modifican el proceso para alcanzar el resultado deseado. Este conjunto de elementos constituye, por lo tanto, un sistema en sí mismo y se denomina sistema de control.

La forma más simple para esquematizar un proceso de control es un bloque sobre el que incide una entrada y se genera una salida. Por ejemplo, para la regulación de la temperatura de un horno como se puede observar en la Figura 1.

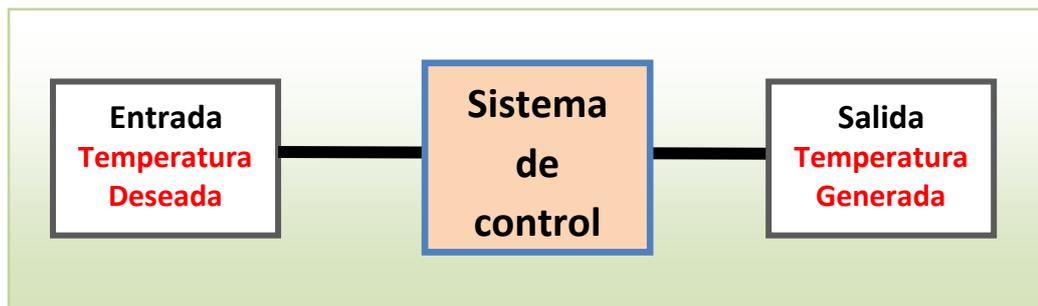


Figura 1. Ejemplo de Sistema de Control de un horno

A continuación se describen brevemente los tipos de sistemas de control manuales y los sistemas de control automático.

2.3.1.1.1 Sistema Manual

Para obtener una respuesta del sistema, interviene el hombre sobre el elemento de control. La acción del hombre es, entonces, la que actúa siempre sobre el sistema (cierra o abre, acciona un interruptor, aprieta el freno, etc.), para producir cambios en el funcionamiento. Por ejemplo, el encendido y el apagado de las luces en una habitación.

2.3.1.1.2 Sistema Automático

El sistema da respuesta sin que nadie intervenga de manera directa sobre él, excepto en la introducción de condiciones iniciales o de consigna. El sistema “opera por sí solo”, efectuando los cambios necesarios durante su funcionamiento. Así, se reemplaza el operador humano por dispositivos tecnológicos que operan sobre el sistema (relés, válvulas motorizadas, válvulas solenoides, actuadores, interruptores, motores, etc.). Un ejemplo claro de este tipo de sistemas es el alumbrado público.

2.3.1.2 Lazos de control

Luego de presentar los dos tipos de sistemas de control, el manual y el automático, podemos caracterizarlos ahora por sus lazos de control.

2.3.1.2.1 Sistemas de control de lazo abierto

En estos sistemas la señal de salida no influye sobre su regulación. Se obtienen los datos de entrada y se ejecuta el proceso de control.

Un ejemplo de sistema de lazo abierto es el semáforo. La señal de entrada es el tiempo asignado a cada luz (rojo, amarilla y verde) de cada una de las calles. El sistema cambia las luces según el tiempo indicado, sin importar que la cantidad de tránsito varíe en las calles, como se muestra en la Figura 2.

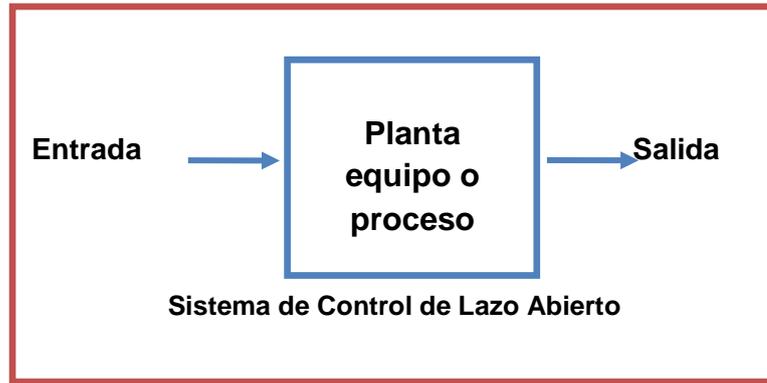


Figura 2. Sistema de Control de Lazo Abierto

2.3.1.2.2 Sistemas de control de lazo cerrado

Se trata de aquellos sistemas que poseen retro alimentación de la señal de salida que interviene en la regulación.

Un equipo de aire acondicionado es un sistema de lazo cerrado, ya que cuenta con un sensor que permanentemente registra la temperatura ambiente, y con un comparador, que determina si la temperatura es la deseada, como se muestra en la Figura 3.

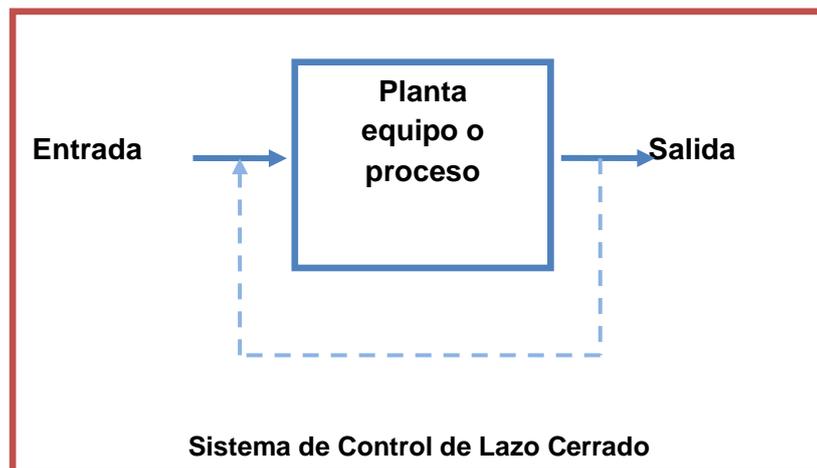


Figura 3. Sistema de Control de Lazo Cerrado

2.3.2 Señales de control

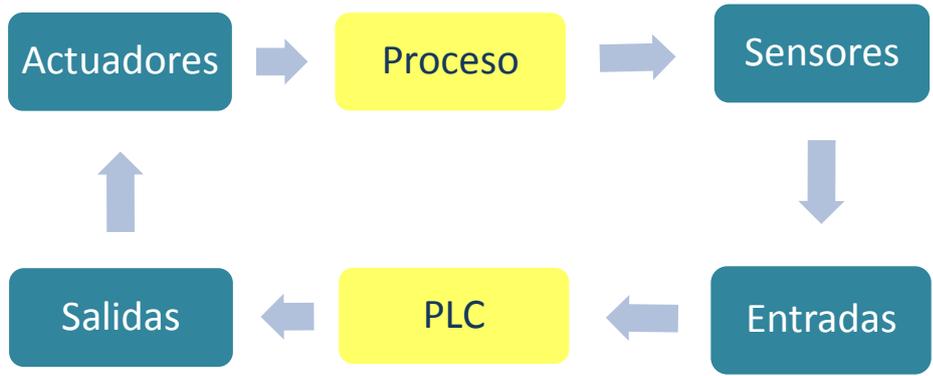


Figura 4. Elementos de un Sistema de Control

En la Figura 4 se muestra cómo funcionan los elementos en los sistemas de control. Los sistemas de control operan, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas **señales de control**.

Las señales que gobiernan los accionamientos de un sistema –señales de control– son producidas a partir de las señales de referencia y de realimentación que llegan al dispositivo de comparación, el cual emite una señal de desviación que actúa sobre el elemento de control y éste sobre el proceso.

Las señales de realimentación son producidas por **sensores** (denominados también **detectores** o **captadores**) que intervienen en el proceso, equipo, planta o sistema. Convierten información física real –como temperatura, presión, nivel de iluminación, velocidad, tiempo, intensidad de la corriente eléctrica, tensión, peso, caudal, cantidad de piezas, etc. –, en una señal de realimentación que, una vez procesada, es utilizada para supervisar y controlar el sistema.

Ejemplos de sensores: el termostato de la heladera, plancha o el del equipo de aire acondicionado

A los sensores se los suelen denominar, frecuentemente, **transductores**, cuando convierten una señal de una naturaleza en una señal de otra naturaleza. Las señales producidas por sensores pueden ser **analógicas** o **digitales binarias**. (Binaria significa con dos estados: dos dígitos; alto, bajo; high – low; 1 – 0)

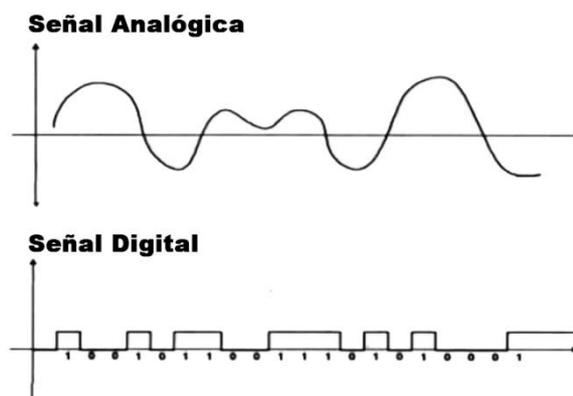


Figura 5. Esquema señal analógica y señal digital

2.4 Sensores o captadores [5]

Los sistemas automáticos se ponen en marcha según los datos que reciben del entorno mediante unos dispositivos llamados sensores. Los sensores miden o detectan los cambios que se producen en el entorno respecto a ciertas magnitudes: temperatura, posición, velocidad, presión, etc. Por ejemplo, las puertas que se abren automáticamente en presencia de una persona, tienen un sensor óptico.

De acuerdo con el tipo de señal que emitan, los sensores se pueden clasificar en digitales y analógicos. En los sensores digitales, la señal de salida sólo tiene dos posibles estados: "bajo" y "alto". La salida cambia de un estado a otro cuando el estímulo de entrada supera un umbral predeterminado. En cambio, en los sensores analógicos, la señal de salida se modifica proporcionalmente a la señal de entrada. Por ejemplo, sin un termómetro digital es necesario que esté a 70°C, emitirá una señal eléctrica si la temperatura sube o si baja.

Los sensores se pueden clasificar en las siguientes descripciones.

2.4.1 Sensores ópticos

Son dispositivos sensibles a la cantidad de luz que incide sobre ellos. Contienen una célula fotoeléctrica, capaz de conducir más corriente eléctrica cuanto más energía luminosa recibe. Son muy utilizados como sensores de proximidad, reaccionan a la presencia de una persona u objeto. Están compuestos por un emisor de luz infrarroja y un receptor del mismo tipo de luz. Ambos miran en la misma dirección, y cuando un objeto se sitúa frente a ellos, la luz emitida por el emisor es reflejada en el objeto hacia el receptor, el cual se activa.

2.4.2 Sensores de Posición

Son dispositivos que permiten conocer la posición relativa de un objeto en un sistema, pueden percibir la presencia del objeto en el extremo de un recorrido, como los sensores de fin de carrera, o la distancia a la que se encuentra el objeto del sensor, como los sensores de distancia.

2.4.3 Sensores de Contacto

Conocidos también como fines de carrera, son básicamente interruptores que se accionan cuando un elemento móvil alcanza determinado punto de su recorrido, que no se desea sobrepasar.

2.4.4 Sensores de Temperatura

El sensor de temperatura, conocido comúnmente como termostato, es un sensor graduado con un rango de operación.

2.4.5 Sensores de Humedad

Estos sensores se basan en que el agua no es un material aislante como el aire sino que tiene una conductividad eléctrica, por lo tanto un par de cables eléctricos desnudos (sin cinta aislante recubriéndolos) van a conducir una pequeña cantidad de corriente si el ambiente es húmedo; si colocamos un transistor en zona activa que amplifique esta corriente tenemos un detector de humedad.

2.4.6 Sensores Magnéticos

Estos sensores básicamente detectan los campos magnéticos que provocan los imanes o las corrientes eléctricas. El principal es el llamado **interruptor Reed**; consiste en un par de láminas metálicas de materiales ferromagnéticos metidas en el interior de una cápsula que se atraen en presencia de un campo magnético, cerrando el circuito.

2.4.7 Sensores Infrarrojos

Son diodos capaces de emitir luz infrarroja y transistores sensibles a este tipo de ondas y que por lo tanto detectan las emisiones de los diodos. Esta es la base del funcionamiento de los mandos a distancia; el mando contiene diodos que emiten infrarrojos que son recibidos por los fototransistores del aparato.

2.4.8 Sensores de Humo

Detectan los humos visibles mediante la absorción o difusión de la luz. Básicamente es un aparato de seguridad que detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal avisando del peligro de incendio. Son utilizados para la detección de gases y humos de combustión que no son detectados a simple vista.

2.4.9 Sensor de Lluvia

Un sensor de lluvia ofrece una señal binaria cuando se detecta que se ha producido la caída de gotas de lluvia en cantidad suficiente. La utilización está relacionada con el riego de jardines, recogida de toldos, cierres de persianas, etc.

2.5 Acondicionamiento de señales

Normalmente las señales que recibe el microprocesador procedente de los sensores no son adecuadas para su procesamiento, por lo que deben ser modificadas. También deben ser acondicionadas al salir del controlador para hacerlas compatibles con los actuadores.

Para ello se pueden utilizar los siguientes elementos:

- **Elementos de Protección:** Protegen al microprocesador de señales eléctricas de voltaje o intensidad elevadas, en estos casos se emplean fusibles.
- **Amplificadores:** Las señales emitidas por los sensores son de pocos milivoltios, por lo que resulta necesario amplificarlas. Para ello se emplean amplificadores operacionales.
- **Comparadores:** Los comparadores, como su nombre lo indica, comparan las señales de entrada y de salida provenientes de la retroalimentación. Pueden ser analógicos -comparan magnitudes similares en forma continua (corrientes eléctricas, distancias, presiones, etc.) o digitales -comparan señales "alto"- "bajo"-. Cuando la señal de retroalimentación no coincide con la de entrada, envían otra señal a los controladores para que accionen los actuadores y equilibren el sistema, hasta que la señal de salida, en una nueva comparación, coincida con la de entrada. Permiten comparar las señales de entrada y salida. Se emplean amplificadores operacionales.
- **Filtros:** Solo permiten el paso de una banda de frecuencias para eliminar las distorsiones de las señales analógicas de los sensores.
- **Convertidores de Señal:** La salida de la mayoría de los sensores es de tipo analógico y deben convertirse en digitales. Del controlador a los actuadores debe hacerse la conversión contraria, de digital a analógico.

2.6 Procesadores y Controladores [5]

Entre los sensores y los actuadores de un sistema de control está la **unidad de control** o **controlador**, que se encarga de analizar la información que le mandan los sensores, tomar decisiones y dar las órdenes para que actúen los elementos de salida.

Según la situación de control, el controlador puede configurarse como:

- ✓ Un circuito electrónico específico
- ✓ Un controlador lógico programable
- ✓ Un control por ordenador

2.6.1 Actuadores en los Sistemas de Control

El objetivo final de los sistemas de control automático consiste en iniciar, parar o regular el funcionamiento de los actuadores. Existen una gran cantidad de actuadores.

2.6.1.1 Cilindros Neumáticos e Hidráulicos

Proporcionan las fuerzas necesarias para partes móviles de maquinas y brazos de robots, a través de cilindros y pistones.

2.6.1.2 Motores Eléctricos

Los motores eléctricos de corriente continua se utilizan para proporcionar movimientos giratorios en los que se requiere mucha precisión.

2.6.1.3 Motores paso a paso

Los motores paso a paso permiten controlar de forma precisa el ángulo de giro del motor, haciendo que el motor se coloque en una posición determinada.

2.6.1.4 Lámparas

Permiten suministrar luz cuando el sistema automático detecta a través de los sensores la falta de luz.

2.6.1.5 Sirenas

Se trata de un elemento que generalmente se utiliza en sistemas de seguridad, el mismo recibe una señal la cual transforma la energía eléctrica en energía sonora.

2.6.1.6 Electro Válvulas

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

2.7 Sistema SCADA

La sigla SCADA "Supervisory Control And Data Acquisition", que traducido al español quiere decir: Adquisición de Datos y Control de Supervisión, es una aplicación de

software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de procesos, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.). Brindando el control de los procedimientos desde la pantalla de un ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso a diversos usuarios.

Para dar una definición más precisa de un sistema SCADA diremos que se da el nombre de Scada (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo. No se trata de un sistema de control, sino de una utilidad software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control (PLC) y los de gestión, a un nivel superior. [6]

Los sistemas SCADA son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos. Se basan en la adquisición de datos sobre los procesos utilizados en campo.

La adquisición de datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado. A pesar de que la acción de control es efectuada por los controladores de campo, el operador puede gobernar el proceso en cualquier momento de ser necesario.

Los Sistemas SCADA cuentan con una Estación de Monitoreo Central (CMS por sus siglas en inglés Central Monitoring Station), ésta es la unidad principal del sistema SCADA. A su cargo está la recolección de información obtenida de las estaciones remotas y generar las acciones necesarias para algún evento detectado.

La CMS puede tener una configuración de una sola computadora o puede estar en red con estaciones de trabajo para permitir el intercambio de información desde el sistema SCADA.

Un programa de interface hombre-máquina (HMI por sus siglas en inglés Human Machine Interface) forma parte de la CMS. Parámetros como límites, voltajes, etc. son introducidos en este programa y enviados a la unidad remota correspondiente para actualizar sus parámetros operacionales.

El programa HMI comunica al operario sobre las paradas que pudiera tener la máquina con alarma visual que serán guardadas en una base de datos para futuros reportes.

El acceso al programa es permitido sólo por operadores calificados. A cada usuario se le da una contraseña y un nivel de privilegio para poder acceder a determinadas áreas del programa. [7]

2.7.1 Estación Remota

La instrumentación de campo conectada a la planta o el equipo que está siendo monitoreado y controlado, está conectada a través de una interface a la estación remota para permitir manipulación de procesos en una ubicación remota. También es utilizada para adquirir datos de los equipos y transferir estos datos hacia el sistema SCADA

central. La estación remota puede ser tanto una RTU (Unidad Terminal Remota) o un PLC (Controlador Lógico Programable). También puede ser una unidad de una sola tarjeta o una unidad modular.

La Unidad Terminal Remota es una computadora robusta con una interface a través de enlace de radio, la cual le trae beneficios de comunicación poderosos al sistema. Es utilizada en situaciones donde las comunicaciones son más difíciles. Una desventaja de la RTU es que su programabilidad es deficiente. De todas maneras, las RTUs más modernas están ofreciendo mejor programabilidad comparable con los PLCs.

En los SCADA, la recolección de datos incluye la medición por parte de los sensores instalados en campo de las variables previamente seleccionadas en los equipos instalados y su transmisión a las RTU, quienes son los encargados de recibir y codificar la información, para luego ser enviada a los centros de control.

El Controlador Lógico Programable (PLC) es un pequeño computador industrial que usualmente se consigue en sistemas industriales. Su uso principal es remplazar el relé lógico de una planta o proceso. Hoy en día, el PLC está siendo utilizado en sistemas SCADA debido a su excelente programabilidad. PLCs antiguos no tienen puertos de comunicación seriales para la interfase a través de radio para la transmisión de datos. Actualmente, los PLC tienen grandes características de comunicación y un amplio soporte en cuanto a unidades de radio usadas por sistemas SCADA.

Estos dispositivos miden todo tipo de valores y tienen incorporados reguladores, relees, etc. Luego de la recolección de datos estos dispositivos envían la información recolectada a las RTUs, para luego ser procesada y analizada. [7]

2.7.2 Arquitectura de un Sistema SCADA [7]

2.7.2.1 Sistema Solitario

El software SCADA debe poder operar enteramente como una aplicación de un solo equipo, sin necesidad de estar en red. Un sistema de computación solitario debe ser capaz de cumplir todas las funciones SCADA requeridas por esta especificación incluyendo pero no limitado a:

Comunicaciones, adquisición de datos y manejo de base de datos SCADA.

Monitoreo en tiempo real y control del operador utilizando todas las facilidades requeridas.

Procesamiento de eventos y alarmas

Almacenamiento histórico, reportando tendencias como lo sean requeridos.

2.7.2.2 Sistemas en red y distribuidos

El sistema debe tener una arquitectura cliente/servidor basando sus comunicaciones entre computadoras en LAN/WAN (*Local Area Network/Wide Area Network*). A cada equipo se le puede asignar una o más tareas. Por ejemplo:

-**Computadora A:** puede ser usada simplemente para monitoreo y control SCADA.

-**Computadora B:** puede estar conectada a dispositivos y/o utilizada para recolección de data y manejo de base de datos SCADA.

-**Computadora C:** puede realizar las funciones de las computadoras A y B.

Entre otras funciones, tal como la capacidad de lectura y escritura en la base de datos, debe ser dada a través de acceso al sistema de seguridad. Los datos deben estar disponible para todas las computadoras y usuarios en la red a quien se les da acceso. La data en tiempo real debe estar disponible directamente a lo largo de la red desde la computadora que la adquirió.

2.7.3 Funciones de los SCADA

2.7.3.1 Alarmas

Los sistemas de alarmas en los SCADA, se encargan de informar al usuario cuando los valores registrados por sistema de adquisición de datos, los cuales provienen de mediciones de campo, se salen de los rangos de admisibilidad de la red eléctrica, pudiendo así tomar acciones correctivas, manipulando la red o alertando a los centros de servicio para que la falla sea atendida.

2.7.3.2 Alarma de Control Fallido

Los sistemas tradicionalmente, incluyen una facilidad que permite la generación de una alarma si un operador intenta accionar un dispositivo y este falla en la ejecución. Un control no exitoso ocurre cuando un dispositivo controlado no logra su nuevo estado en un tiempo preestablecido. Esto con el fin de que los operadores sepan que tienen limitaciones para operar los dispositivos a nivel de la red.

2.7.4 Interface con el Usuario

2.7.4.1 Control entre varios Usuarios

En los SCADA, sólo un usuario debe ser capaz de operar un dispositivo a la vez. Si otro usuario selecciona un dispositivo que ya está siendo operado, el sistema SCADA debería emitir una advertencia que señale que el mismo está siendo utilizado por otro usuario. Esta advertencia debe incluir por los menos:

El nombre del usuario que está operando el dispositivo en ese momento.

El nombre de la computadora que está siendo utilizada.

Este proceso debe efectivamente prevenir control simultáneo de un mismo dispositivo por más de un usuario.

2.7.4.2 Administración de Seguridad

Los SCADA poseen niveles de seguridad previamente configurados que son asignados a los usuarios dependiendo de los privilegios administrativos que requiera para desempeñar sus funciones. Esto quiere decir que los usuarios con pocos privilegios administrativos no pueden acceder, operar o controlar ciertas partes del sistema, no sólo a nivel de SCADA sino a nivel eléctrico.

Algunos de los puntos importantes de seguridad que debe tener un sistema SCADA:

La opción de permitir o denegar a los usuarios el acceso para cambiar valores.

Grupos de usuarios, como operadores y supervisores pueden ser creados y se le pueden otorgar derechos. Todos los usuarios asignados a un grupo obtienen los derechos del grupo, aunque todavía el sistema les hace seguimiento a través de sus identificaciones individuales. Miembros individuales de un grupo también se le pueden asignar derechos adicionales.

A algunos usuarios se les puede limitar el tiempo de acceso mediante una función específica. Esta función hace que el operador no pueda acceder el sistema después que el intervalo de tiempo pre configurado expire.

2.8 Base de Datos [7]

Un sistema de Base de Datos, en informática, es básicamente un sistema cuyo propósito general es mantener información y hacer que esté disponible cuando se solicite.

El esquema físico del diseño, está constituido por las tablas y vistas que serán implementadas, y constituye la transformación del modelo conceptual en una representación física que pueda ser implementada utilizando un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacional.

2.8.1 Base de Datos Relacional

Una Base de datos relacional es un sistema de administración de bases de datos, que almacena información en tablas (filas y columnas de datos) y realiza búsquedas utilizando los datos de columnas especificadas de una tabla para encontrar datos adicionales en otra tabla. En una base de datos relacional, las filas representan registros (conjuntos de datos acerca de elementos separados) y las columnas representan campos (atributos particulares de un registro). Al realizar las búsquedas, una base de datos relacional hace coincidir la información de un campo de una tabla con información en el campo correspondiente de otra tabla y con ello produce una tercera tabla que combina los datos solicitados de ambas tablas. Una base de datos relacional utiliza los valores coincidentes de dos tablas para relacionar información de ambas.

El modelo relacional define el modo en que los datos van a ser representados (estructura de datos), la forma en que van ser protegidos (integridad de los datos) y las operaciones que pueden ser aplicadas sobre ellos (manipulación de datos).

En términos generales un sistema de base de datos relacional tiene las siguientes características:

Todos los datos están conceptualmente representados como un arreglo ordenado de datos en filas y columnas, llamado relación.

Todos los valores son escalares, esto es, que dada cualquier posición fila/columna dentro de la relación hay un y sólo un valor.

Todas las relaciones son realizadas sobre la relación completa y dan como resultado otra relación, concepto conocido como clausura.

La ventaja del modelo relacional es que los datos se almacenan, al menos conceptualmente, de un modo en que los usuarios entienden con mayor facilidad. Los datos se almacenan como tablas y las relaciones entre las filas y las tablas son visibles en los datos. Este enfoque permite a los usuarios obtener información de la base de datos sin asistencia de sistemas profesionales de administración de información.

2.9 Autómatas Programables [8]

Se entiende por controlador lógico programable (PLC), o autómata programable, a toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en un medio industrial, procesos secuenciales. Genéricamente, es un dispositivo que puede ser programado para cumplir determinadas tareas de control en sistema automáticos.

Existen variados tamaños de PLC; para pequeñas aplicaciones, pueden ser como un paquete de cigarrillos, pero los hay del tamaño de un acondicionador de aire, o más grandes, teniendo en cuenta que a esta escala son modulares, es decir que se les pueden agregar tantos módulos como sea necesario de acuerdo a las necesidades. Estos módulos pueden ser de entrada, de salida, o unidades de proceso.

Los PLC son muy utilizados para controlar aquellas máquinas que deben seguir procesos secuenciales a nivel industrial, tales como empaque de productos, control de motores, monitoreo de sensores, monitoreo o control de armado de partes, etc. Su elección depende del tipo de proceso a automatizar, así como de la cantidad de entradas y salidas necesarias para atender todos los sensores y actuadores del sistema.

Por ser un dispositivo programable, el proceso que se desea automatizar debe ser estudiado para generar el programa con sus rutinas, que por medio de una serie de instrucciones, y basado en las señales de entrada, tomen la decisión sobre la acción que se debe ejecutar en los actuadores automáticos del proceso. Este programa se carga al PLC a través de algún tipo de software diseñado para tal fin, ya sea por medio de una computadora convencional, o mediante una unidad programadora "manual", que son pequeñas computadoras diseñadas especialmente por los fabricantes de los PLC, para la programación de éstos.

Cualquier proceso que involucre encendido o apagado de ciertas máquinas con una secuencia lógica, o bien la lectura de variables análogas o el control de determinados sistemas análogos, puede ser llevado a un PLC como una solución para que tal proceso se ejecute en forma automática.

Los PLC tienen entre sus componentes internos, esencialmente, los mismos constituyentes que los microcontroladores, pero no es lo mismo; los PLC vienen diseñados para trabajar en ambientes industriales, con blindajes especiales, con el objeto de no dejarse afectar por las perturbaciones eléctricas que ocurren constantemente debido a los transitorios generados por motores y en general todas las máquinas que forman parte de la red eléctrica y de control de una planta fabril.

2.9.1 Historia de los PLC

Hacia fines de la década del 60 la creciente industrialización de los países desarrollados planteó la necesidad de reemplazar los complejos sistemas elaborados con numerosos relés y el consecuente cableado. Este requerimiento en particular se presentó en la industria automotriz, en los EEUU. Por ese entonces, la empresa Bedford Associates propuso al mayor fabricante de automóviles de EEUU, algo llamado Modular Digital Controller (MODICON). Simultáneamente otras compañías hicieron propuestas parecidas, pero se considera al MODICON 084 como el primer PLC producido comercialmente en el mundo.

Estos primeros PLC's tenían el inconveniente de no poder usarse modularmente (comunicándose entre sí), como tampoco servían en caso de cambiar los requerimientos de la cadena de producción para la que fueron diseñados.

Hacia 1973 aparecen los primeros PLC con posibilidad de comunicarse con otros dispositivos (*Modbus*, de Modicon). Fue entonces posible conectar varios PLC entre sí, permitiendo que cualquiera de ellos conociera el estado de operación de los demás. También comenzaron a permitir su reprogramación, con lo que se podían reutilizar en caso de producirse cambios en la cadena o proceso de producción.

En la década de los 80, con el surgimiento de las computadoras personales, fue posible la programación de los PLC de una manera más sencilla, gracias a la fácil comunicación e interfase más amigable entre usuario y máquinas.

Para la década de los 90, la estandarización de los protocolos de comunicación y de los lenguajes de programación, ha hecho que prácticamente cualquier PLC pueda integrarse a determinada red sin importar su fabricante. En la actualidad existe una Recomendación Internacional, la IEC 1131-3, muy útil por cuanto normaliza no solo el aspecto hardware sino también los lenguajes de programación de los PLC. Gracias a la IEC 1131-3 en la actualidad se ha logrado independizar del fabricante la utilización de los PLC en la automatización industrial.

2.9.2 Estructura de un PLC

Un PLC consiste principalmente en una CPU, áreas de memoria externa, y circuitos adecuados para comunicarse con las entradas y salidas del PLC.

Se explicará el significado de un relé, ya que éstos están estrechamente vinculados con los relés o "relays", puesto que fueron creados para reemplazarlos cumpliendo con las mismas funciones, aunque no sean parecidos físicamente.

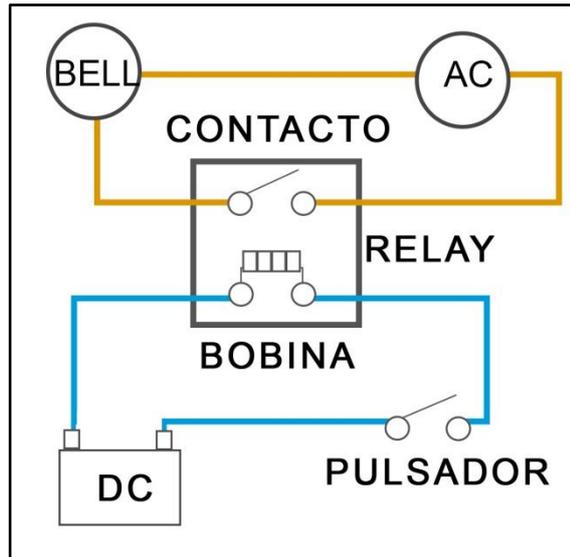


Figura 6. Relé tradicional

Un típico relé puede pensarse como una llave o interruptor electromagnético. Aplicando una tensión continua a la bobina de la Figura 6, mediante el accionamiento de un pulsador, se genera un campo magnético. Este campo succiona o “chupa” el contacto cerrando el circuito de corriente alterna, por ejemplo, permitiendo que suene la campanilla “BELL”. En este sencillo ejemplo, tenemos tres componentes reales: el pulsador, el relé y la campanilla. Además tenemos dos circuitos separados: el inferior, de corriente continua, y el superior, de corriente alterna. En este caso hemos usado un relé de corriente continua, para controlar un circuito de corriente alterna.

2.9.3 Reles de entrada (contactos)

Estos contactos están conectados con el “mundo exterior” del PLC. Físicamente existen, y reciben señales de interruptores, sensores, etc., y en realidad no son relés, sino que tienen componentes del tipo o similares a los relés.

Se observa aquí que este “relé de entrada” no es muy parecido al visto antes, pero esta es una típica entrada a un PLC. Las entradas pueden ser analógicas o digitales, aunque las más utilizadas son las digitales, que por medio de optoacopladores toman el voltaje entrante y permiten la activación de la variable respectiva dentro del programa del PLC. Las tensiones de entrada pueden ser de alterna o continua y de cualquier valor. El optoacoplador puede ofrecer una protección de hasta 6000 volts en la entrada sin producir daño alguna en la circuitería interna del PLC. El símbolo utilizado dentro del programa del PLC para representar una entrada, que se denomina “contacto”.

Un módulo típico de PLC puede constar de 8 ó 16 entradas, ofreciendo externamente la cantidad de terminales correspondientes a los contactos de cada uno de los optoacopladores.

2.9.4 Relés de salida (bobinas)

Son salidas físicas a las cuales se conecta el cableado que llevará la señal a los actuadores de la máquina o proceso que se está controlando. Cada salida corresponde a una variable dentro del programa en ejecución. En general, los módulos de salida están basados en relés (también “relevos”), por ser dispositivos que soportan corrientes de cierta importancia a través de sus terminales de contacto, y porque además ofrecen alto aislamiento para el PLC con respecto a los circuitos externos. Estos relés son salidas del tipo “On/Off”, o sea conectan o no un actuador, que puede ser un motor, un timbre, etc. También hay salidas a través de optoacopladores, transistores, TRIACs, etc., pero las de relés son las más usadas. Al igual que las entradas, un módulo de salida puede estar compuesto de 8 ó 16 juegos de contactos, en la mayoría de los casos.

2.9.4.1 Contadores (Simulados)

No existen físicamente; son variables que simulan a los contadores reales. Pueden hacer conteo de entradas y salidas físicas o lógicas, como también pueden hacerlo en forma ascendente o descendente, activando otras variables luego de comparar el valor del conteo en que se encuentren, con un valor que se haya programado previamente.

2.9.4.2 Temporizadores (Simulados)

Los temporizadores o timers, son variables que simulan un temporizador físico al cual se le puede programar el tiempo deseado para la activación o desactivación de otra variable dentro del programa o de entradas y salidas físicas externas.

2.9.4.3 Almacenamiento de datos

Es la memoria de datos de los microcontroladores. Son registros asignados para simple almacenamiento de datos, que generalmente se usan también como memoria de almacenamiento temporario de cálculo.

2.9.5 Modo de operación de un PLC

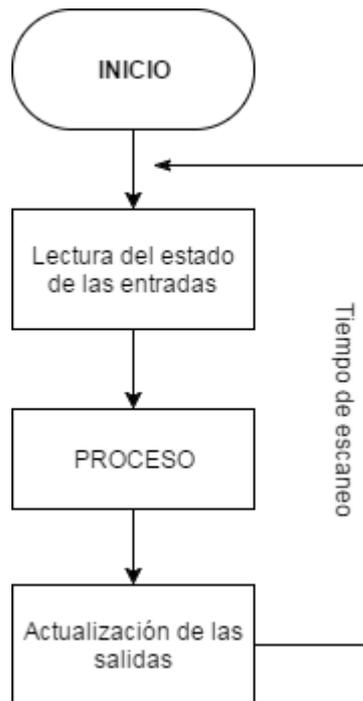


Figura 7. Funcionamiento de un PLC

2.9.5.1 Inicio

El programa que ejecuta un PLC trabaja en forma de “escaneo” secuencial, verificando el último estado que se observó en las entradas, realiza un proceso con los datos obtenidos y con el programa cargado, finalmente actualiza el estado de las salidas físicas y lógicas.

2.9.5.2 Lectura del estado de las entradas

Lo primero que hace el PLC es verificar el estado de las entradas y asociarlo a variables que serán utilizadas durante el resto del programa. Si la entrada es digital, el PLC asocia un “1” o un “0” a la variable respectiva, de acuerdo al estado del sensor que se encuentre instalado en dicha entrada, sería saber si se encuentra activado o no.

2.9.5.3 Proceso

Una vez que se han leído las entradas, el PLC ejecuta las órdenes de acuerdo al programa que se tenga en la memoria. Durante este paso se ejecutan

operaciones matemáticas, se verifica el estado de los temporizadores al igual que el de los contadores, y se toman decisiones que finalmente han de llegar a los módulos de salida.

2.9.5.4 Actualización de las salidas

Una vez concluido el procesamiento del programa cargado en memoria, la CPU ordena la actualización de los valores que deben tener las salidas, o sea la activación (ON) o desactivación (OFF) si se trata de salidas digitales, o un voltaje proporcional si se trata de salidas analógicas.

2.9.5.5 Tiempo de escaneo

El tiempo de escaneo (scan time), también llamado tiempo de respuesta, es determinado por el lapso que hay entre la ejecución por parte del PLC del primer paso, hasta el tercero y de nuevo llegar al primero como se muestra en la Figura 7, o sea realizar un ciclo completo. Cuanto más pequeño sea el tiempo de escaneo, mayor será la velocidad de respuesta del PLC.

2.9.6 Programación de un PLC

La elección del lenguaje de programación depende de la experiencia de los programadores, del problema que se deba resolver, del grado de detalle que requiera la descripción del problema, y de la eventual comunicación que se deba mantener con otros programadores o departamentos (esto en grandes fábricas).

La consigna que se debe respetar al momento de su programación, es que el código tenga una Lista de instrucciones y un Texto estructurado.

En todos los casos para programar finalmente el PLC es necesario una computadora y un software de desarrollo. La comunicación física se hace por medio de un cable desde la CPU del PLC hasta algún puerto serial o USB de la PC.

2.9.7 Campos de aplicación

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

2.9.8 Aplicaciones generales

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal (que se pueden emplear para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa).

2.10 Controladores basados en Microcontroladores [9]

Tiempo atrás, la forma de controlar procesos era a través de controladores operados por levas, pero llegaban a cierto punto que no era suficiente para añadirles más tareas, fue entonces cuando surgió algo más avanzado.

Actualmente, los microprocesadores reemplazan rápidamente a los controladores operados por leva y se utilizan en general para realizar funciones de control. Ofrecen la ventaja de que mediante su uso es factible emplear una gran variedad de programas. Muchos sistemas sencillos cuentan sólo con un microcontrolador integrado, el cual es un microprocesador con memoria y todo integrado en un chip específicamente programado para llevar a cabo la tarea en cuestión.

Se trata de un controlador basado en un microprocesador en el que se utiliza una memoria programable para guardar instrucciones y para implantar funciones de lógica, secuencia, temporización y aritmética para controlar eventos, y puede reprogramarse para realizar diversas tareas.

En la figura 7a se muestra las acciones de control de un controlador lógico programable; por ejemplo de las entradas, pueden ser señales de interruptores que se cierran y las salidas que se producen a través del programa empleado para ver el comportamiento del controlador según sus entradas.

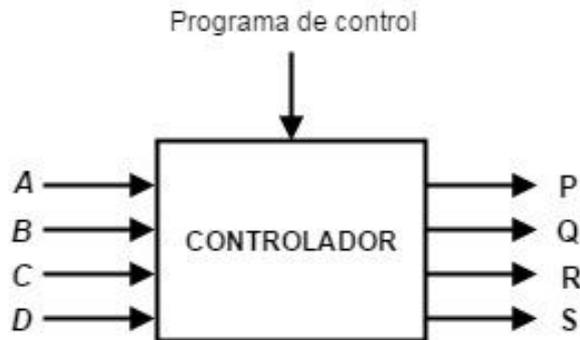


Figura 7a. Partes de un Microcontrolador

2.11 Antecedentes

2.11.1 Controles SA Electrónica Industrial y Telecomunicaciones

Controles S.A. fue fundada en abril de 1973 con el nombre de GMS, en Montevideo, Uruguay. Inició sus actividades como fabricante de equipos electrónicos para la industria.

Controles S.A. provee productos electrónicos como controladores de ascensores, sistemas de telecontrol, programas para SCADA y Unidades remotas de telecontrol, RTU(Unidad Terminal Remota), automatismos industriales, relés, convertidores de energía eléctrica de alterna a continua y de continua a alterna, tableros deportivos, relojes viales, llamadores de público.

Desde 1973 hasta el 2000, la empresa pasó por diferentes etapas de crecimiento, implementando desde sus comienzos avances tecnológicos en diferentes áreas de su empresa. Llegando al 2000, implementa tres sistemas SCADA con estaciones remotas para su control. En la actualidad tiene implementados otros sistemas SCADA, mejorando los ya implementados y poniendo en marcha otros en diferentes áreas. [10]

2.11.2 Sistema SCADA para la Automatización de un Laboratorio de biotecnología de nivel de Seguridad Biológica

En 2004 se implementa un sistema SCADA en un laboratorio de biotecnología, con bioseguridad NSB3A para la elaboración de antígeno del virus de aftosa, más sin embargo este diseño también puede ser aplicable para nivel de seguridad 1, 2, 3, inclusive nivel 4 con algunas modificaciones, ver la tabla 1 las características de los cuatro (4) niveles de seguridad biológica. [11]

NSB	CARACTERÍSTICAS
1	El diseño de la construcción y el equipo de seguridad son apropiados para estudiantes, laboratorios de prácticas y en general, para trabajar con agentes biológicos de los que no se conoce que sean causantes de enfermedades en seres humanos sanos y adultos. Un ejemplo serían <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Naegleria gruberi</i> , entre otros. Hay que tener en cuenta que muchos microorganismos que generalmente no producen enfermedades en individuos sanos adultos, sí pueden transformarse en patógenos oportunistas cuando están siendo manipulados por personas inmunodeprimidas. El nivel 1 representa el nivel básico de contención donde las manipulaciones de agentes biológicos no son peligrosas. Deben de ponerse precauciones para evitar la contaminación ambiental.
2	El diseño de la construcción y el equipo de seguridad responden a aplicaciones clínicas y diagnósticas, también enseñanza, en las que se trabaja con agentes biológicos de riesgo moderado que están presentes en la zona, asociados a enfermedades humanas que pueden variar en severidad. En general, los niveles de protección se centran en evitar

	salpicaduras o producción de aerosoles. Ejemplos son virus Hepatitis B, HIV, Salmonella, and Toxoplasma spp. Este nivel de contención se suele aplicar en análisis relacionados con fluidos corporales, tejidos o líneas celulares humanas. Los peligros potenciales del personal se centran en exposiciones accidentales por cortes, exposición a las mucosas o ingestión de materiales infecciosos, por lo que se ha de tener una precaución extrema con agujas contaminadas o el contacto con instrumentos que pudieran estar contaminados. En este nivel suelen manipularse agentes biológicos de los que se sabe o, por lo menos se cree, que no son transmisibles vía aerosoles, pero suelen utilizarse medidas de prevención directa como el uso de guantes, protectores de la cara y otros medios físicos.
3	El diseño de la construcción y el equipo de seguridad está orientado al estudio clínico, diagnóstico, enseñanza e investigación donde se trabaja con agentes biológicos autóctonos o que no pertenecen a la zona que tienen capacidad de transmisión por la vía respiratoria y que pueden causar infecciones serias y potencialmente mortales. Ejemplos son Mycobacterium tuberculosis y Coxiellaburnetii. En este nivel se pone especial énfasis en evitar la auto inoculación, la ingestión o la exposición a los aerosoles. También incluyen el acceso controlado a la zona y unos requerimientos sobre el sistema de ventilación que minimicen la liberación de aerosoles infecciosos desde el laboratorio a otras zonas.
4	El diseño de la construcción y el equipo de seguridad están pensados para el trabajo con agentes biológicos muy peligrosos autóctonos o importados para su estudio que plantean un alto riesgo individual y que son transmitidos a través de aerosoles, no existiendo ningún medio clínico para ser tratados. Ejemplos serían Ebola y otros virus que producen fiebre hemorrágica. Una vez estudiados, pueden permanecer en este nivel o pasar a inferiores según los resultados obtenidos. El riesgo principal en este nivel se centra en respirar aerosoles, exposición a través de mucosas o heridas y la auto inoculación. En el nivel 4 es necesario el aislamiento completo del personal, el edificio ha de estar separado o en una zona totalmente aislada, sistemas complejos de ventilación y un control del sistema de gestión de desechos que impida la salida al medio ambiente de los agentes biológicos.

Tabla 1. Niveles de Seguridad Biológica

2.11.3 Diseño SCADA para un prototipo seleccionador de piezas

El prototipo seleccionador realiza una clasificación y distribución de piezas en función al color y tipo de material que tengan las piezas. La clasificación se realiza por dos sensores que, dependiendo del tipo de pieza a evaluar, pueden o no activarse. Un controlador lógico programable (PLC) tiene la función de controlar de manera automática todo el proceso a través de un programa. Este programa permite que la distribución de las piezas se realice hacia distintas rampas en donde serán almacenadas. El proceso puede ser iniciado físicamente presionando un pulsador en el prototipo, como también al presionar un botón en la pantalla de una computadora. En la pantalla no solo se muestran botones, sino

también se puede apreciar en tiempo real lo que ocurre durante el proceso en el prototipo seleccionador de piezas.

Este prototipo fue desarrollado por los alumnos María Julia Carpena Del Pozo y Lindembert Hernán Solís, para el curso “Procesos de Manufactura” asistido por computadora II, correspondiente al décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma.

SCADA es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre computadoras en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla de la computadora. Puede proveer información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.). El diseño de la pantalla de supervisión y control del usuario se ha desarrollado con el software InTouch.

v10.1 de la empresa Wonderware, el cual permite enlazarnos con el PLC y, desde sus ventanas, interactuar con su programación. Para ello, es indispensable utilizar el programa de comunicación IPC Data Server, el cual nos permite realizar la comunicación DDE entre la computadora y el PLC. El IPC Data Server envía y recibe datos de los PLC's que tengan instalado el driver TCP/IP (IPC's) así como con PLC's que tengan solo conexión RS232 (FPC's). También actúa como un servidor DDE (Dynamic Data Exchange), que provee una interfase con los programas clientes DDE, en este caso, el InTouch. El IPC Data Server se puede comunicar con 48 PLC's utilizando TCP/IP. Estos deben tener el driver TCP/IP instalado y funcionando. Además, el IPC Data Server puede comunicarse vía RS232 con 4 PLC's. El diseño de la aplicación SCADA tiene tres ventanas. Una es la principal, que muestra todo el prototipo en una vista en 3D, y las otras ventanas corresponden a vista frontal y lateral del prototipo.

Se crearon variables en la ventana del Tagname Dictionary que permitan el control y supervisión del proceso. Las variables se configuran tipo I/O Discrete y la ruta de acceso (Access Name) entre PLC y SCADA se hará a través del IPC_DATA (ver Figura 8). Una vez concluida la configuración, se ingresa a modo ejecución “runtime” y se logra monitorear el proceso; además, se puede controlar su secuencia desde los botones que se muestran en la pantalla principal. [12]

2.11.4 Sistemas SCADA para la automatización de los procesos productivos del CIGB

La industria biotecnológica es, hoy en día, uno de los sectores empresariales más rentables e influyentes de Cuba y el mundo. El gobierno cubano adoptó una política para el desarrollo de infraestructuras que albergan equipos multidisciplinarios de científicos para el desarrollo de vacunas y fármacos con el objetivo de contribuir en el campo de la medicina, dando lugar a la aparición de los denominados polos científicos. Desde sus inicios de su creación, en 1986, un lugar destacado lo ha jugado el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), convertido, a partir de sus resultados investigativos, en la institución líder del desarrollo científico biotecnológico de Cuba.

El objetivo principal del CIGB, perteneciente al grupo empresarial BioCubaFarma, es mantener la calidad de los productos desarrollados y elaborados en el centro, mediante el cumplimiento de las regulaciones de las Buenas Prácticas Aplicables

que forman parte de un sistema de gestión de la calidad basado en la Norma NCISO 9001:2008 y en las tendencias internacionales.

De los diferentes sistemas de supervisión que existen en el mundo, los más utilizados son los denominados SCADA.

El sistema FERMACS tiene como objetivo principal realizar el monitoreo de las variables del proceso fermentativo tales como temperatura, pH, presión, oxígeno disuelto, velocidad, conductividad y nivel en diferentes equipos.

El sistema está orientado a lotes, lo que significa que su estructura funcional y de datos se basa en un lote como proceso productivo o investigativo, el cual tiene una duración y se emplean en un fermentador y una zaranda.

La forma de comunicación usada en este sistema es la tecnología OPC (*Ole for Process Control*) que es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en tecnología Microsoft. Esta tecnología ofrece una interfaz común de comunicación que permite la interacción de componentes de software individuales y que puedan compartirse los datos entre sí. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-Servidor.

El sistema FERMACS utiliza los siguientes servidores OPC:

- Servidor OPC Variable Engine de National Instruments (NI): el servidor OPC está compuesto por varias aplicaciones desarrolladas en Labview de NI, que se comunican con los fermentadores y las tarjetas de adquisición de datos USB.
- Servidor OPC SimaticNet de Siemens: el servidor OPC SimaticNet de Siemens se comunica con los autómatas programables (PLC) del fabricante Siemens que forman parte de la instrumentación de los fermentadores Sartorius.

Entre los años 1990 al 2002, en el CIGB se implementaron aplicaciones de monitorización de bancos de fermentadores y de parámetros tecnológicos y procesos auxiliares desarrollados en MS-DOS, pero desde su fecha de concepción hasta la actualidad no han sido actualizadas. Esto ha conllevado, junto con el vertiginoso desarrollo que ha tenido el frente de la informática, tanto desde el punto de vista de *hardware* como de *software* en los últimos años, un alto grado de obsolescencia de los recursos informáticos que ellos usan.

El SCADA diseñado e implementado en tomó como referencia los sistemas viejos y mejoraron las limitantes que presentaban estos. Los nuevos sistemas, desde su fecha de concepción hasta el presente, se han actualizado anualmente en cuanto a versión del software SCADA, versión del sistema operativo, reemplazo de nuevas interfaces, monitoreo de nuevos equipos, inclusión de nuevas variables, entre otros.

Es significativo destacar que el sistema FERMACS está instalado satisfactoriamente desde el 2011 en las siguientes etapas de fermentación:

- ✓ Etapa de fermentación de la producción de Heberprot-P, la cual pertenece a la planta de producción no. 4 del CIGB.
- ✓ Etapa de fermentación de la producción de la vacuna anti-hepatitis B recombinante, la cual pertenece a planta de producción no. 1 del CIGB.
- ✓ Etapa de fermentación de la producción de las vacunas factor estimulador de colonias de los granulocitos humano recombinante (rG-CSF), interferón alfa 2b humano recombinante, interferón gamma recombinante, estreptoquinasa recombinante y proteína factor de crecimiento epidérmico (EGF), la cual pertenece a la planta de producción multipropósito no. 6 del CIGB.

- ✓ Laboratorios especializados en fermentación de microorganismos, los cuales pertenecen a la dirección de desarrollo tecnológico (DDT) del CIGB.
- ✓ Los servidores del sistema FERMACS están instalados y centralizados en las diferentes áreas dedicadas a los procesos fermentativos.

Gracias al sistema de reportes del FERMACS, han quedado documentados, en copia digital y dura, los registros de las variables de los lotes para la producción de las diferentes vacunas, materiales que luego han sido utilizados para realizar investigaciones científicas y presentaciones en inspecciones de organismos internacionales.

Desde el punto de vista del mantenimiento y la reparación, ambos sistemas están garantizados, ya que existen en el mercado piezas para los distintos elementos que conforman la arquitectura de los mismos.

Para los usuarios finales, los sistemas han resultado ser amigables en su interacción, brindándoles mayor información para la toma de decisiones que estos pueden ejercer. [13]

2.12 Metodología

En primera instancia hicimos una investigación exploratoria para adquirir un conocimiento más acabado de los sistemas SCADA. Luego pasamos a una instancia descriptiva donde se realiza el análisis de los datos y logramos una interpretación de los mismos de acuerdo a los objetivos planteados.

Los instrumentos utilizados en esta investigación son:

- Observación: apreciaciones visuales del funcionamiento de la maquina inyectora de PVC, tecnologías actuales y lugar de trabajo.
- Entrevistas: se realizaron en la empresa y permiten obtener información para definir especificación de requisitos, recursos humanos para la operación de la máquina.

Para desarrollar el sistema se utiliza la metodología Orientada a Objetos basada en UML (Lenguaje de Modelado Unificado), esta metodología consta de las siguientes etapas:

- Análisis de Requerimientos: En esta etapa se logra claridad sobre lo que desea la empresa CONFECAT y la forma en la cual presentamos la solución planteada.
- Diseño del sistema: En esta etapa se define una subdivisión en aplicaciones del sistema (si es lo suficientemente grande) y la forma de comunicación con los sistemas ya existentes con los cuales debe interactuar
- Diseño detallado: En esta etapa se adecúa el análisis a las características específicas del ambiente de implementación y se completan las distintas aplicaciones del sistema con los modelos de control, interfaz o comunicaciones, según sea el caso.
- Implementación y pruebas: Se desarrolla el código y se presenta una simulación del funcionamiento.

Conclusión

La información recabada para el presente capítulo nos brinda el soporte teórico en el cual nos basamos para planear convenientemente los componentes que darán solución al problema planteado desarrollando el sistema SCADA.

Es así que para poder comprender la estructura y esencia de la solución lograda es necesario tener en claro qué es un sistema de control, cuál es su función y cuáles son las partes intervinientes en el mismo.

Lo mismo sucede con la definición de SCADA, un concepto relativamente novedoso en nuestro medio. Pero que ofrece una solución inteligente e intuitiva para el problema de inyección de la maquina inyectora, además de brindar, con el uso de la base de datos, la posibilidad de una administración limpia y ordenada de los datos de inyectado como de parada de máquina.

3

Especificación de Requisitos

Introducción

Este capítulo es una Especificación de Requisitos de Software (ERS) para el sistema de Información SSCADAIyec (Software SCADA para Inyectora de PVC).

El mismo está inspirado en las directivas dadas por el estándar "IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification" (IEEE Std 830-1998). [14]

3.1 Propósito

El propósito es definir cuáles son los requerimientos que debe tener el sistema SSCADAIyec para la automatización de la inyectora de calzado de PVC de la empresa CONFECAT S.A.

3.2 Audiencia a la que va dirigido

La presente especificación va dirigida a la dirección de CONFECAT S.A., a los usuarios del sistema y al equipo de desarrollo.

3.3 Ámbito del Sistema

CONFECAT es una empresa que está a la vanguardia de la tecnología, los sistemas de información y el software como soporte a las tareas de sus procesos. A pesar de esto, tiene entre su maquinaria una inyectora de suela de calzado de PVC semiautomática que no cuenta con un software de control para la tarea que realiza, generando productos con defectos de calidad.

En estas circunstancias surgió la necesidad de realizar mejoras en la máquina inyectora de PVC para solucionar problemas de calidad y mejorar el proceso de inyectado de manera general, con la automatización mediante el software y hardware necesarios. Estas mejoras son:

- ✓ Actualización y agregado de sensores
- ✓ Software de control que cumpla con las siguientes tareas
 - ✓ Carga de datos del producto a realizar (Nro. De calzado, cantidad de calzados a inyectar y calidad de PVC).
 - ✓ Control de existencia de materiales
 - ✓ Control de tiempo de inyección
 - ✓ Control de estado del proceso en cada estación
 - ✓ Control de situaciones de riesgo y señalización de fallas
 - ✓ Generación de informes: uno para producción, otro técnico.

3.4 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

3.4.1 Definiciones

Inyectora: máquina encargada de la inyección de suela de calzado con PVC.

Operario: persona que interactúa con la inyectora, colocando el calzado en la calesita de la inyectora, el PVC en la tolva¹ para dar inicio al proceso de inyección.

Sensores: son dispositivos que están capacitados para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia.

Estación/es de trabajo: lugar físico donde se coloca y trabaja al calzado.

Interface: es el elemento de conexión que facilita el intercambio de datos entre el usuario y el sistema a través de un teclado o pantalla táctil.

Protocolo: es el conjunto de reglas usadas por la computadora y el microcontrolador para comunicarse entre sí.

Calzado: es el producto que se fabrica en la empresa CONFECAT S.A. y que es inyectado con PVC en su suela en la máquina inyectora.

3.4.2 Acrónimos

E.R.S.: Especificación de Requisitos de Software

I.E.E.E.: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

P.L.C.: Controlador Lógico Programable

P.V.C.: Policloruro de Vinilo

M.T.U.: Unidad Terminal Maestra

R.T.U.: Unidad Terminal Remota

G.U.I.: Interfaz Gráfica de Usuario

S.C.A.D.A.: Control con Supervisión y Adquisición de Datos

U.M.L: Lenguaje de Modelado Unificado

MODIHC: Modelo de Interfaz Humano-Computadora

CONFECAT: Empresa CONFECAT S.A.

3.4.3 Abreviaturas

Inf: información

Dat: datos

Solic: solicitud

Disponib: disponibilidad

Ped: pedido

P/: para

Op: operario

Sw: Software

Hw: Hardware

Iny: Inyectora

¹embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares

Inyec: Inyectado/inyección

Sup: Supervisor

Ger: Gerente

3.5 Referencias

IEEE: Recommended Practice for Software Requirements Specifications
ANSI/IEEE std. 830, 1998

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

3.6 Visión General

Este capítulo consta de tres secciones.

Esta sección es la introducción y proporciona una visión general de la ERS.

En la sección 3.2 se da una Descripción General del sistema con el fin de conocer las perspectivas del sistema para la máquina inyectora, las principales funciones que debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afecten al desarrollo.

En la sección 3.3 se enuncian los requisitos funcionales y no funcionales del sistema SSCADAInyec para determinar específicamente cuáles son las funciones que debe llevar a cabo como así también aquellos aspectos que no presentan una relación directa con la funcionalidad del sistema si no con su entorno, el manejo del sistema por parte del usuario

3.7 Descripción General

En esta sección se presenta una descripción de alto nivel del sistema.

3.7.1 Perspectiva del Producto

El sistema es un producto diseñado para una máquina específica que no interactúa con ningún otro tipo de sistema, por lo tanto, el software tampoco interactúa con ningún sistema informático.

3.7.2 Funciones del Sistema

En términos generales, el sistema proporciona soporte a las siguientes gestiones:

- ✓ Administración de Usuarios.
- ✓ Administración de Datos para Proceso de Inyección.

- ✓ Administración de Informes.
- ✓ Control de la máquina inyectora de PVC

A continuación, se describen brevemente estas gestiones y cómo son soportadas por el sistema:

3.7.2.1 Administración de Usuarios

Para esta gestión se definen los roles, perfiles y el nivel de acceso al sistema. Los roles y sus respectivos perfiles son:

- ✓ Operario: Es el usuario encargado del funcionamiento de la inyectora. Nivel de acceso: Limitado, registrado por el administrador del sistema. Permisos: inicio de inyección, paradas de emergencias.
- ✓ Supervisor: Es un usuario encargado de realizar la carga de las órdenes y de los reportes. Nivel de acceso: Avanzado, registrado por el administrador del sistema. Permisos: además de los del usuario operario, carga de datos para dar inicio al proceso de inyectado y genera los informes.
- ✓ Administrador: Es el usuario encargado en la administración del sistema para la administración de los usuarios y el BackUp del mismo. Nivel de acceso: Limitado, gestiona los usuarios. Permisos: Administración de usuarios, BackUp de información.

3.7.2.2 Administración de Datos para Proceso de Inyección

Es necesario dar a conocer al sistema los datos para realizar la inyección del material en las estaciones de trabajo, estos se obtienen por un lado con el control físico en la inyectora (sensores) y por otro lado con la carga de los datos necesarios para dar inicio a este proceso (interface),

Los datos necesarios incluyen:

➤ Disponibilidad de los Materiales (sensores):

- + Control de temperatura de la resistencia.
- + Control de existencia de pellet de PVC en la tolva.
- + Control de existencia de calzado en estación de trabajo.

➤ Carga de órdenes (interface):

- + Número de calzado: este dato es numérico e indica el número de horma del calzado que debe ser inyectado.
- + Cantidad de calzado: este dato es numérico e indica la cantidad de calzados que deben ser inyectados.
- + Calidad del PVC: este dato es alfanumérico e indica el tipo de PVC que serán inyectados en los calzados.

➤ Inicio del Proceso de Inyectado (interface):

- + Señal de Inicio: es un botón que da inicio al funcionamiento del Sistema.

3.7.2.3 Administración de Informes

Tendiente a mejorar la productividad, la organización y el control de la producción, el sistema brinda los siguientes informes:

- Producción obtenida del proceso de Inyectado: la información adquirida en este informe presenta la cantidad por número de calzados inyectados, permitiendo crear estadísticas de las producciones diarias, mensuales y anuales.
- Funcionamiento de la Inyectora: la información obtenida en este informe presenta los datos de las diferentes paradas que tenga la máquina inyectora. Estos motivos surgen de la lectura de alguno de los sensores que se encuentren en un estado no esperado para su funcionamiento.

3.7.2.4 Control de la máquina inyectora de PVC

Para que se realice el control sobre la máquina inyectora de PVC, es necesario que se efectúe la lectura de los sensores que se colocarán en la tolva, la serpentina y los moldes de calzados.

Estos sensores son leídos y los datos son enviados a un microcontrolador que es el encargado de permitir las acciones que siguen. Como sería, las lecturas de los tres sensores dan valores correctos; se da entonces la opción al operario para que pueda comenzar con la tarea de inyección.

Si uno o más sensores no emiten el valor correcto para continuar, presentan alarmas visuales al operario a través de la interface de inyección. Una vez solucionados los inconvenientes, se procede a continuar con las tareas pendientes.

3.7.3 Características de los Usuarios

El sistema ofrece una interfaz de usuario intuitiva, presentando un sencillo aprendizaje de sus funcionalidades y manejo del mismo, instrucción que se adquiere en un breve lapso de tiempo.

Los usuarios tienen las siguientes características descritas en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 que se detallan a continuación:

Tipo de Usuario	OPERARIO
Formación	Conocimientos en manejo y control de la Inyectora
Habilidad	Manejo y conocimiento del software
Actividad	Puesta en marcha de la máquina, manejo del software de control

Tabla 1. Características del usuario Operario

Tipo de Usuario	SUPERVISOR
Formación	Conocimiento del Proceso de inyectado – Manejo de PC
Habilidad	Manejo y conocimiento del software
Actividad	Cargar ordenes de inyectado con los datos necesarios para el proceso de inyectado. Generar y analizar reportes para la toma de decisiones

Tabla 2. Características del usuario Supervisor

Tipo de Usuario	ADMINISTRADOR
Formación	Conocimientos avanzados en informática y sistemas de información
Habilidad	Conocimiento total de todos los usos y funcionalidades del sistema, previa capacitación
Actividad	Capacitación al operario y supervisor – Mantenimiento del sistema – BackUp de datos – Administración de usuarios

Tabla 3. Características del usuario Administrador

3.8 Restricciones

No se cuentan con restricciones para el software, por ser un desarrollo nuevo y la empresa dispuso la compra del hardware necesario para su implementación.

La elección del controlador y los sensores son de acuerdo a las necesidades del sistema y de la readaptación que soporta la máquina inyectora con el agregado de sensores.

La única restricción a nivel general es utilizar el mismo espacio físico con el que cuenta actualmente la máquina inyectora y a su vez no incrementar la cantidad de personal que trabaja en esos puestos.

3.9 Suposiciones y Dependencias

3.9.1 Suposiciones

Se asume que los requisitos descritos son estables y cualquier petición de cambio en la especificación, debe ser aprobada por el administrador del sistema.

Debe realizarse una capacitación adecuada y acorde a la tarea que cada usuario va a realizar. Su entrenamiento se hará en el momento que sea necesario y a las personas indicadas.

3.9.2 Dependencias

El sistema SSCADAInyec funciona autónomamente sin necesidad de comunicarse con otros sistemas informáticos externos, por lo que no hay dependencia de otros sistemas.

3.10 Requisitos Específicos

3.10.1 Requisitos Funcionales

Son requisitos funcionales del sistema la administración de usuarios, la puesta en marcha y control del proceso de inyectado y la generación de informes.

El sistema administra los usuarios de la siguiente manera:

- ✓ Crea o elimina usuarios.
- ✓ Asigna tipo de usuario según los niveles de acceso que deba tener en el sistema. Pudiendo asignar tres niveles de usuario, operario, supervisor o administrador.
- ✓ El sistema administra el proceso de inyectado a través de una interfaz gráfica intuitiva y amigable que permite lo siguiente:

- ✓ Realizar la carga de una orden de trabajo con ingreso de datos.
- ✓ Dar inicio al proceso de inyectado con un botón para este fin.
- ✓ Visualizar el estado físico de la máquina inyectora para poner en marcha el proceso de inyectado.
- ✓ Supervisar el proceso de inyectado a través de ésta para saber el estado de la orden que se está inyectando.

El sistema emite los siguientes informes:

- ✓ Las producciones realizadas.
- ✓ Las paradas realizadas de la máquina
- ✓ El sistema controla los siguientes elementos:
 - ✓ Que la tolva contenga en un nivel programado, la cantidad de pellets a utilizar para que funcione correctamente.
 - ✓ Que la serpentina se mantenga en la temperatura indicada para fundir el PVC.
 - ✓ Que el molde donde se encuentra el calzado para ser inyectado, se encuentre cerrado y no vacío.

3.10.2 Requisitos No Funcionales

Son requisitos no funcionales del sistema:

- ✓ Sensores: Los que están ubicados en la Resistencia (informa cuando la temperatura de ésta se encuentra en el temple adecuado para derretir el PVC), en la Tolva (informa si existen pellets de PVC para alimentar al inyector) y en el Molde (informa si el molde está vacío o cargado).
- ✓ PLC: Este hardware es el que envía la información desde la interface del Sistema hacia la máquina inyectora.
- ✓ CPU: Este centro de procesamiento tiene instalado el Sistema con el que interactúa el usuario.
- ✓ Pantalla conectada al CPU es el medio de comunicación entre el usuario y el sistema, pues a través de ella se visualiza la interfaz.
- ✓ Respuesta: el tiempo de respuesta del sistema es inmediato

Conclusión

Al especificar detalladamente los requisitos del sistema SCADA, se obtiene el desarrollo a medida del software necesario para: el control de la máquina inyectora de PVC, el control de las personas que la manejan, el control en el proceso administrativo de las órdenes de trabajo y la generación de reportes con información para la empresa. Garantizando que el desarrollo del mismo cumpla con las expectativas y necesidades que darán solución al problema que plantea CONFECAT SA con la inyección de suela de PVC.

De la especificación de requisitos surge la necesidad de plantear un software que se comunique con una base de datos, incorporación de sensores a la máquina actual y de un microcontrolador que se encargue de administrarlos, convirtiéndose en un subsistema del software SCADA.

4

Análisis y Diseño del Sistema

Introducción

En este capítulo se presenta el análisis y diseño de un Sistema SCADA que dará respuesta a los requerimientos planteados en el capítulo anterior.

La necesidad de satisfacer requerimientos de naturaleza tan diversa nos condujo al planteo de una sistema SCADA que debe dar respuestas en dos ámbitos diferentes. Esto nos llevó a pensar la solución en dos tipos diferentes de subsistemas, uno que se dedica al área administrativa y el otro al control del proceso de inyección de la máquina inyectora de PVC.

Estos sistemas comparten una base de datos que sirve como almacenamiento y retroalimentación de datos entre ambos.

El sistema administrativo gestiona los usuarios, carga las órdenes y realiza el análisis de los datos recolectados de producción, para emitir reportes. Estos serán utilizados posteriormente por el personal en la confección de estadísticas.

El sistema que controla la inyectora almacena los datos de la producción de manera automática ya que son recolectados por el PLC de la máquina inyectora y enviados a la base de datos. La comunicación entre la máquina y el operario se realiza a través de la interface que muestra información de las órdenes cargadas para realizar, el estado de la máquina para comenzar a funcionar y la producción que va ejecutando.

En el análisis del sistema administrativo se establece el rol que juegan los usuarios con éste y se diseña cómo interactúan.

En el análisis del sistema que controla la inyectora se constituye la comunicación del mismo con los usuarios y con la máquina. Para ello se diseña una interface que maneje el usuario y la representación de cómo manejaría el PLC a la máquina inyectora.

Para el sistema administrativo se utiliza como representación las herramientas UML y para el que controla la inyectora y el PLC, se utilizan UML y diagramas de flujo.

4.1 Etapas de fabricación de un calzado

Para comprender el análisis y diseño del sistema que dará solución a los requerimientos consideramos importante conocer en forma general, el proceso de fabricación del calzado. Se muestra en el Diagrama 1, las etapas de producción de calzado, brevemente para que se sepa cómo se llega al producto terminado.

Diagrama Proceso de fabricación del calzado:



Diagrama 1. Diagrama de procesos fabricación de calzado

Toda orden comienza con el pedido del cliente a la empresa, ésta comienza por chequear que la materia prima se encuentre en existencia, se separan las cantidades a utilizar, se preparan los modelos para comenzar con los cortes de las capelladas, se crean las plantillas, comienza el pegado de las partes de tela, se realizan las costuras con máquinas de coser, se realiza la inyección de la suela de PVC, se espera que el calzado se seque, se empaqueta y prepara el producto terminado para ser entregado según fecha de entrega programada.

Dentro de este proceso el inyectado de PVC se realiza en una máquina que tiene dos cuerpos principalmente:

- Una calesita que consta de seis estaciones de trabajo en las que se cargan los calzados, tarea que realiza el operario.
- Un inyector fijo para realizar el inyectado.

4.1.1 Funcionamiento de la máquina inyectora de PVC

Como lo describimos al comienzo, el proceso de inyectado consiste en "inyectar" el material de PVC en el molde donde colocan la capellada del calzado.

Actualmente al ser una máquina eléctrica y mecánica, el proceso de inyección se realiza con tiempos desiguales, el corte del inyectado depende de un sensor ubicado en el talón del molde de calzado, cuando el material (PVC) alcanza este sensor se produce el fin de inyectado en el calzado que está en ese momento frente a la inyectora.

Es frecuente que con este sistema, que cuenta con tiempos desiguales en tiempos de inyección, se produzcan fallos en el llenado (faltantes o sobras) del molde, generando defectos de calidad en el producto final debido a que el corte de la inyección depende de que el material (PVC) haga contacto con un sensor que se encuentra en el talón del molde del calzado, lo que lleva, a veces, a que el llenado del molde se efectuara de manera incorrecta, generando calzados de mala calidad y que no respeten las normas de calidad que se exigen para la fabricación de calzados.

El procedimiento consiste básicamente en:

A) plastificar y homogenizar con ayuda de calor el material plástico que ha sido alimentado en la tolva y el cual entrará por la garganta del cilindro.

B) Inyectar el material fundido por medio de presión en las cavidades del molde, del cual tomará la forma o figura que tenga dicho molde.

C) Luego el plástico se enfría dentro del molde, se lo abre y se retira la pieza moldeada.

Al ser una tarea repetitiva, mientras se ejecuta el paso "C", se comienza de nuevo con el paso "A".

La presencia del hombre es fundamental para el total funcionamiento de la máquina inyectora. Desde el acarreo del carro con las capelladas para inyectar, hasta el retiro del calzado inyectado.

El Diagrama 2, muestra cómo las etapas por las que tiene que pasar el operario hombre son las siguientes:

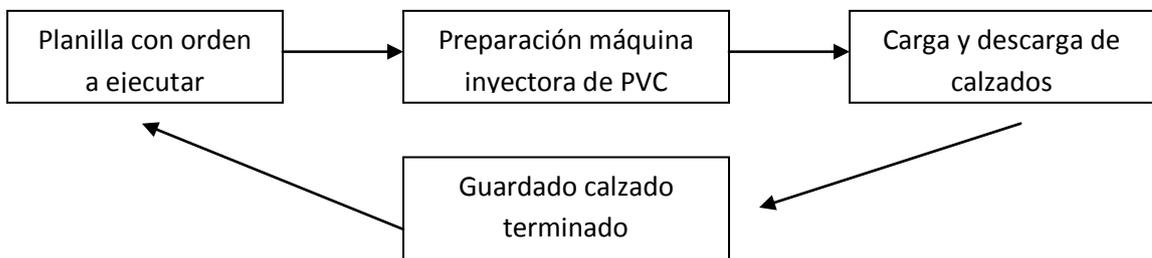


Diagrama 2. Etapas del operario en la producción de calzados en la curso de inyección de PVC

4.1.2 Planilla con orden de calzado

En esta instancia el operador debe recoger las planillas con la planificación de inyección de calzados con PVC. Busca el carro con las capelladas listas para ser parte de un calzado terminado.

4.1.3 Preparación máquina inyectora de PVC

Una vez preparadas las capelladas, el operario debe comenzar a preparar la máquina inyectora para comenzar con la producción. Esta preparación comienza con el encendido de la máquina para que la serpentina del inyector comience a levantar temperatura para que llegue al punto que pueda derretir el PVC. El PVC (en pellets), debe ser cargado previamente en la tolva. Durante el proceso de inyectado, el operario lleva control permanente de la tolva observando que el material no baje de un cierto nivel en la tolva, ya que si esto sucede, podría llegar a quemar el inyector.

4.1.4 Carga y descarga de calzado

Mientras la serpentina adquiere la temperatura indicada, el operario comienza la carga de las capelladas en los moldes que se encuentran en la calesita de la máquina. La calesita consta de 6 estaciones. Las estaciones que más incidencia tienen en el proceso son las 1 y 3, ya que en la estación 1 se realizan las cargas y descargas, en la 3 se realiza el inyectado.

Por lo tanto, el operario realiza la carga en el primer molde, gira la calesita, realiza la segunda carga en el siguiente molde, gira nuevamente la calesita y en la estación 3 ya se encuentra posicionado el calzado para ser inyectado.

Comienza la inyección y el operario debe esperar a que el material inyectado llegue al final del molde para que corte y continúe. Esto se cumple cuando el PVC toca un sensor que se encuentra en el talón del molde. Es allí cuando se destraba la calesita, ésta gira y queda el segundo calzado en la estación 3 para ser inyectado y el molde de la estación 1 listo para cargarle el cuarto calzado.

4.1.5 Guardado calzado terminado

Una vez cargadas las 6 estaciones, la séptima carga se realiza cuando el operario retira o descarga el primer calzado que fue inyectado, ya que cumplió con la primera vuelta completa de la calesita. El tiempo de descarga y carga, sigue siendo el mismo tiempo que demora la inyección, el cual no es un tiempo fijo, es variable.

4.1.6 Mejoras – Sistema SCADA

Con el diseño pensado buscamos dar cumplimiento a los requerimientos, por lo que se espera llegar a las siguientes mejoras:

- ✓ Los tiempos de inyectado serán fijos para que no haya desperdicios de materiales al momento del inyectado.
- ✓ El operario no debe buscar planillas al comienzo de cada producción ya que el sistema, con su base de datos, le brindaran directamente las órdenes de trabajo, previamente cargadas por el supervisor. Así mismo a medida que avanza el proceso de inyectado, el sistema va registrando lo que va

sucediendo para que el supervisor realice luego los reportes correspondientes, dejando libre al operario de registrar la producción realizada. Evitando con esto, que el operario no se desconcentre ni olvide cuantos calzados va inyectando, cuantos se inyectaron y estar al mismo tiempo atento a los periféricos de la máquina.

- ✓ El control permanente de la tolva es mejorado con un sensor en la misma para que indique cuando los pellets lleguen a un nivel donde se requiera realizar la recarga del mismo para que no se produzca un hecho indeseados.
- ✓ Otra tarea que se elimina al operario, es la de tener que estar observando el panel de control para ver si la temperatura de la serpentina se mantiene en el rango indicado.
- ✓ La cuarta tarea que se elimina al operario, es la de retirar excedente de material de cada calzado, como lo hacían, eventualmente, con la máquina inyectora sin sistema de control.
- ✓ El molde se continua cerrando de manera manual.

PRIMERA PARTE

4.2 Sistema Administrativo

4.2.1 Análisis del sistema

4.2.1.1 Modelado del Negocio

El modelo del negocio, como se muestra en el Diagrama 3, especifica qué procesos de negocio soportará el sistema, este modelo ayuda a la comprensión del funcionamiento del sistema. En su descripción se utilizan los casos de uso de UML.

4.2.1.2 Diagrama Caso de Uso del Negocio

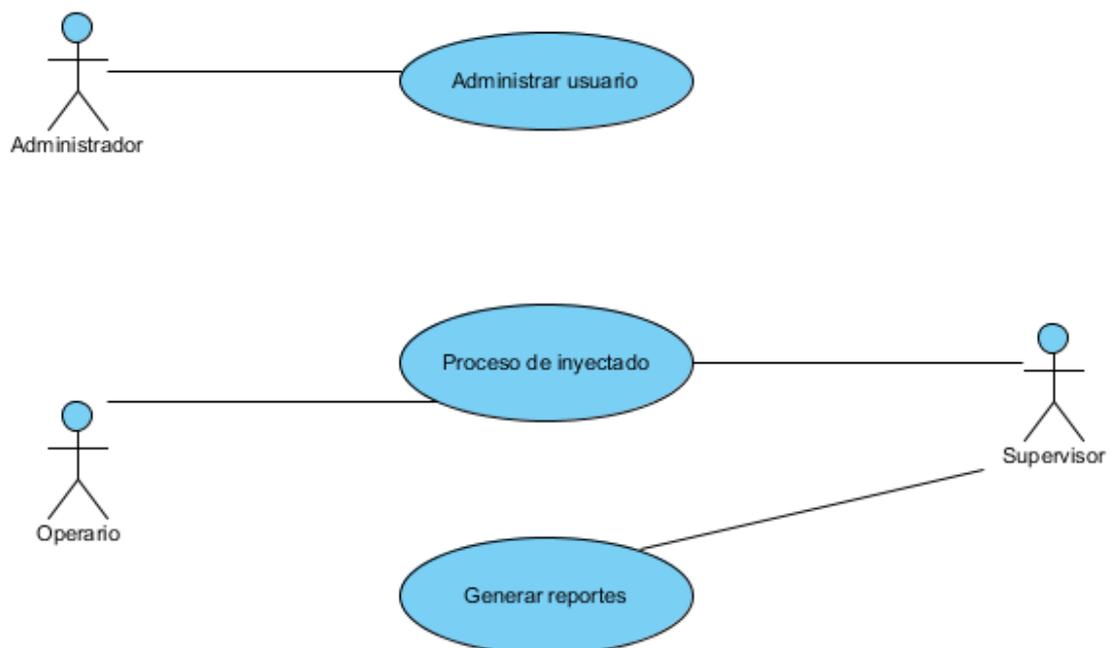


Diagrama 3. Caso de Uso del Negocio

4.2.1.3 Descripción de actores y proceso del negocio

Actores

Supervisor: es el encargado de la realización de los informes con los datos obtenidos de una jornada de inyección de pvc y también puede dar inicio al proceso de inyectado.

Operario: es el de dar comienzo al proceso de inyectado y de controlar todo el proceso.

Administrador: es el encargado de administrar los usuarios y darle los permisos según el nivel de acceso al sistema de control, también es el encargado de realizar el backup de datos del sistema.

4.2.1.4 Descripción Caso de uso del Negocio

Caso de uso Administrar usuarios: le permite al usuario Administrador realizar las altas y bajas de los usuarios que pueden manejar el sistema como así también los permisos de cada usuario.

Caso de uso Proceso de inyectado: le permite al usuario Supervisor, la carga de los datos necesarios y la verificación de estados de elementos necesarios para dar inicio al proceso de inyectado. Y permite al usuario Operario la verificación de estados de elementos necesarios para dar inicio al proceso de inyectado.

Caso de uso Generar reportes: le permite al usuario Supervisor la generación de los reportes diarios con la producción de cada usuario, a su vez también permite la generación de reportes de paradas que tuvo la máquina.

4.2.2 Modelos de Casos de Uso

4.2.2.1 Diagrama de Caso de uso Administrar Usuarios

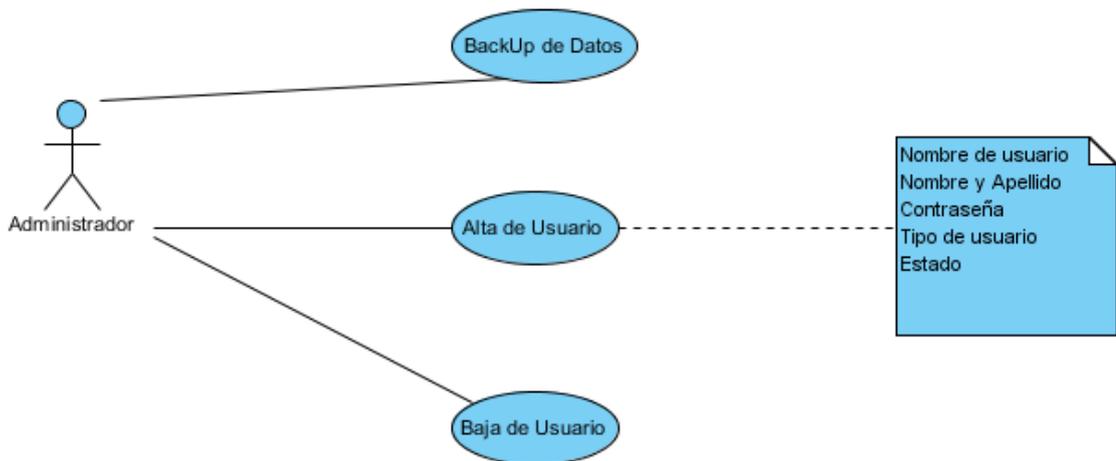


Diagrama 4. Caso de Uso Administrar Usuarios

En el Diagrama 4, se especifica mediante un caso de uso, las funciones que tiene permitido realizar el usuario Administrador.

4.2.2.2 Descripción Caso de Uso: Backup Datos

El usuario Administrador realiza el backup, como se muestra en la tabla 1, con los datos recolectados del sistema y los guarda; puede ser en algún dispositivo interno o en algún soporte externo.

Flujo de sucesos

Iniciador	Administrador	
Precondición	Los datos a respaldar deben existir en la base de datos del Sistema. El usuario Administrador debe realizar este respaldo.	
Camino básico		
Actor	Sistema	
1. Debe loguearse.		
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Administrador.	
3. Debe elegir la opción Backup.		
	4. Muestra una pantalla para definir dónde se guardará el backup de los datos.	
5. Debe elegir dónde guardar el backup.		
	6. Previsualiza lo seleccionado por el usuario y muestra una opción para confirmar o cancelar.	
7. Debe confirmar o cancelar.		
	8. Si el Administrador confirma, se realiza el backup. 9. Si el Administrador cancela, se borrará lo seleccionado y muestra nuevamente las opciones.	
Camino alternativo 1	El Administrador puede ingresar donde se alojan los datos y realizarle un backup manual a los datos.	
Poscondición	Los datos del sistema se encuentran respaldados.	

Tabla 1. Flujo de sucesos BackUp de Datos

4.2.2.3 Descripción Caso de Uso: Alta de Usuarios

El usuario Administrador realiza el alta de los usuarios, como se muestra en la Tabla 2, que pueden usar el sistema creando el Nombre de Usuario, la contraseña de acceso al sistema y el nivel de seguridad.

Flujo de sucesos

Iniciador	Administrador	
Precondición	Los datos a crear debe tener la estructura en la base de datos para poder crearlo. El usuario Administrador debe realizar esta acción.	
Camino básico		
Actor	Sistema	
1. Debe loguearse.		
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Administrador.	
3. Debe elegir la opción Administrar Usuario		
	4. Muestra la opción para poner el nombre del usuario.	
5. Debe elegir la siguiente opción.		
	6. Muestra la opción para ingresar la contraseña del usuario.	
7. Debe elegir la siguiente opción.		
	8. Muestra la opción para asignarle el tipo de usuario.	
9. Debe confirmar o cancelar.		
	10. Si el Administrador confirma, se realiza el alta del usuario. 11. Si el Administrador cancela, se borrará lo seleccionado y muestra nuevamente las opciones.	
Camino alternativo 1	El Administrador puede realizar el alta del usuario ingresando a la base de datos con otro programa y realizarlo en forma manual.	
Poscondición	Los datos del usuario en el sistema se encuentran creados.	

Tabla 2. Flujo de sucesos Alta de Usuarios

4.2.2.4 Descripción Caso de Uso: Baja de Usuarios

El usuario Administrador realiza la Baja de los usuarios que ya no manejarán el Sistema, como se muestra en la Tabla 3.

Flujo de sucesos

Iniciador	Administrador
Precondición	Los datos deben estar creados en el Sistema para poder darlos de baja. El usuario Administrador puede realizar esta acción.
Camino básico	
Actor	Sistema
1. Debe loguearse.	
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Administrador.
3. Debe elegir la opción Baja de usuarios	
	4. Busca la lista con los usuarios existentes en el sistema.
5. Debe elegir el usuario a dar de baja.	
	6. Muestra los detalles del usuario elegido para dar de baja y habilitar la opción para cambiar el estado del usuario.
7. Debe cambiar el estado del usuario a inactivo.	
	8. Muestra la opción para confirmar o cancelar.
9. Debe confirmar o cancelar.	
	10. Si el Administrador confirma, se realiza la baja del usuario. 11. Si el Administrador cancela, se borrará lo seleccionado y muestra nuevamente las opciones.
Camino alternativo 1	El Administrador puede realizar la baja del usuario ingresando a la base de datos con otro programa y realizarlo en forma manual.
Poscondición	Los datos en el sistema se encuentran ocultos al cambiar de estado el usuario, de activo a inactivo.

Tabla 3. Flujo de sucesos Baja de Usuarios

4.2.3 Diagrama de Caso de Uso Proceso de Inyectado

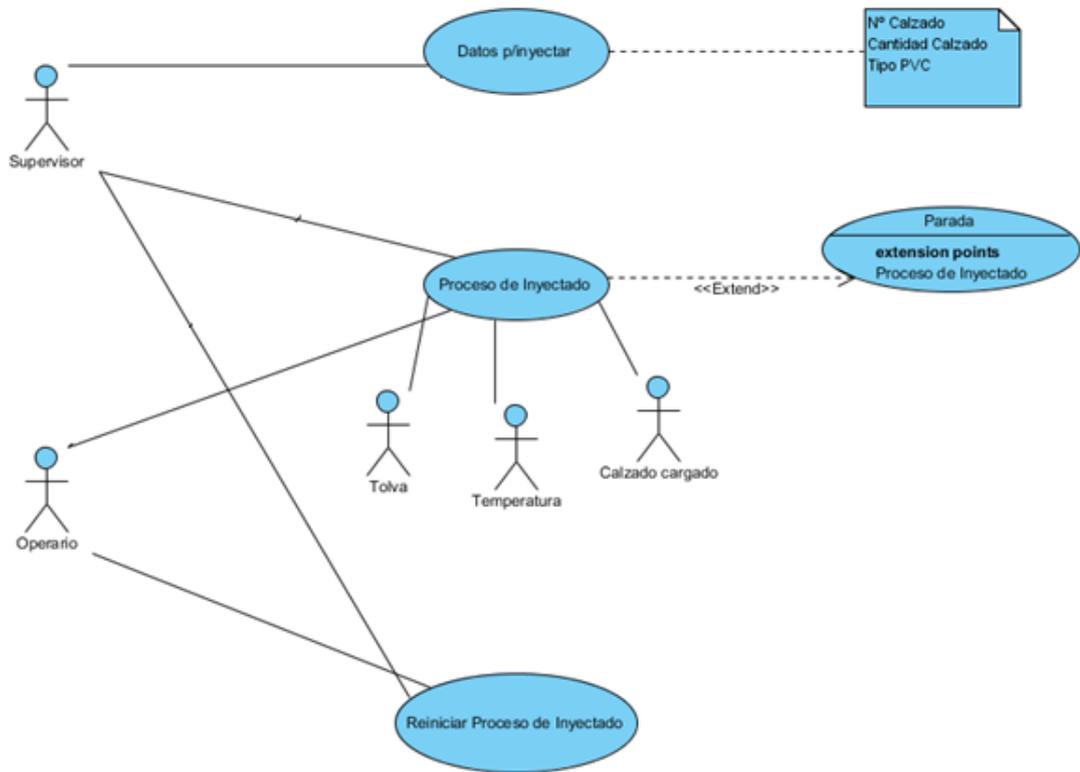


Diagrama 5. Caso de Uso Proceso de Inyectado

En el Diagrama 5, se especifica mediante un caso de uso, las funciones que tiene permitido realizar el usuario Supervisor y Operario, como también especifica dónde interfieren los datos recolectados por sensores para que se lleve a cabo el proceso de inyectado.

4.2.3.1 Descripción Caso de Uso: Datos para Inyectar

El Supervisor carga los datos al sistema ingresando Nro. De Calzado, Cantidad de Calzado y tipo de PVC, como se muestra en la Tabla 4.

Flujo de sucesos

Iniciador	Supervisor
Precondición	La estructura debe estar creada y el menú disponible para la carga de

	datos iniciales. El usuario Supervisor pueden realizar esta acción.
Camino básico	
Actor	Sistema
1. Debe loguearse.	
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Supervisor.
3. Debe elegir la opción Cargar Orden de Inyectado Número de calzado a inyectar e ingresar el dato.	
	4. Muestra el menú para cargar los datos de la orden.
5. Debe ingresar los datos Nro de Orden, Talle de Calzado y Cantidad de calzados a inyectar y elegir el tipo de PVC.	
	6. Muestra opción para cargar nueva orden.
7. Si elige que Si.	
	8. Muestra el menú para cargar los datos de la orden.
9. Si elige que No.	
	10. Muestra las opciones del nivel de usuario Supervisor.
Camino alternativo 1	El Supervisor puede realizar el proceso de inyectado de forma manual.
Poscondición	Los datos en el sistema se encuentran cargados para el chequeo de la inyectora.

Tabla 4. Flujo de sucesos Datos para Inyectar

4.2.3.2 Descripción Caso de Uso: Proceso de inyectado

El Operario/Supervisor puede iniciar el proceso de inyectado una vez que haya verificado que exista PVC en la tolva, la temperatura de la resistencia y si el calzado está cargado, como se muestra en la Tabla 5.

Flujo de sucesos

Iniciador	Operario/Supervisor
Precondición	La orden debe estar cargada y los sensores en condiciones para su lectura. El usuario Operario y Supervisor pueden realizar esta acción.
Camino básico	
Actor	Sistema
1. Debe estar logueado y tiene que haber cargado la orden.	
	2. Muestra las opciones para leer los sensores.
3. Debe corroborar que el sensor de la tolva emita resultados de su lectura.	
	4. Muestra el resultado del sensor de la tolva.
5. Debe corroborar que el sensor de la temperatura emita resultados de su lectura.	
	6. Muestra el resultado del sensor de la resistencia.
7. Debe corroborar que el sensor del molde del calzado emita resultados de su lectura.	
	8. Muestra el resultado del sensor del molde con calzado cargado.
9. Debe confirmar el inicio del proceso de inyectado.	
	10. Muestra el avance del inyectado.
Camino alternativo 1	El Operario/Supervisor puede realizar el chequeo de los sensores de forma manual.
Poscondición	Los sensores de la inyectora se encuentran leídos para el inicio del proceso de inyectado. Se inicia el proceso de inyectado

Tabla 5. Flujo de sucesos Proceso de Inyectado

4.2.3.3 Descripción Caso de Uso: Reiniciar Proceso de inyectado

El Operario/Supervisor puede reiniciar el proceso de inyectado después que la máquina haya estado parada durante un proceso de inyectado iniciado, como se muestra en la Tabla 6.

Flujo de sucesos

Iniciador	Operario/Supervisor	
Precondición	El proceso de inyectado debe estar iniciado. El usuario Operario y Supervisor pueden realizar esta acción.	
Camino básico		
Actor	Sistema	
1. El proceso de inyectado debe haberse detenido.		
	2. Muestra la opción de reinicio del proceso de inyectado.	
3. El Operario/Supervisor debe elegir la opción reiniciar.		
	4. Debe continuar en el punto de parada y continuar con el proceso de inyectado.	
Camino alternativo 1	El Operario/Supervisor puede reiniciar el proceso de inyectado de forma manual.	
Poscondición	El sistema continúa con el proceso de inyectado.	

Tabla 6. Flujo de sucesos Reiniciar Proceso de Inyectado

4.2.4 Diagrama de Caso de Uso Generar Reportes

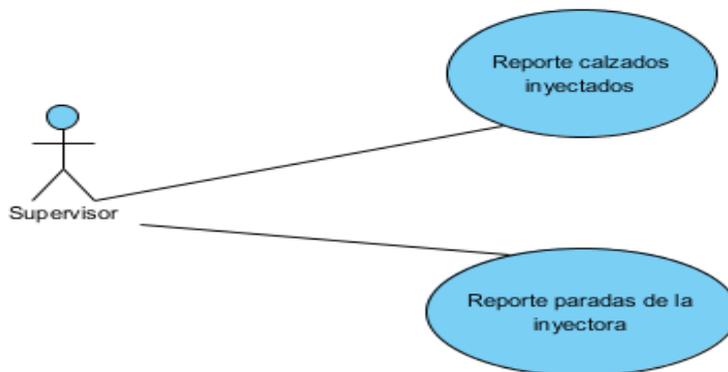


Diagrama 6. Caso de Uso Generar Reporte

En el Diagrama 6, se especifica mediante un caso de uso, las demás funciones que tiene permitido realizar el usuario Supervisor.

4.2.4.1 Descripción Caso de Uso: Reporte calzados inyectados

El Supervisor realiza la Generación de Reportes de calzados inyectados, como se muestra en la Tabla 7, de acuerdo a los datos recolectados por el Sistema.

Flujo de sucesos

Iniciador	Supervisor	
Precondición	El sistema debe tener guardados los datos de la producción. El usuario Supervisor puede realizar esta acción.	
Camino básico		
Actor	Sistema	
1. Debe loguearse.		
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Supervisor.	
3. Debe elegir la opción para generar reportes de calzados inyectados.		
	4. Muestra las opciones para realizar el reporte.	
5. Debe elegir el período para realizar el reporte de calzados inyectados.		
	6. Muestra una vista preliminar del reporte.	
7. Debe elegir la opción para guardar el reporte.		
	8. Muestra la confirmación del reporte guardado.	
Camino alternativo 1	El Supervisor puede realizar el reporte con los contadores en pantalla de cada proceso de forma manual.	
Poscondición	El reporte se encuentra generado.	

Tabla 7. Flujo de sucesos Reporte Calzados Inyectados

4.2.4.2 Descripción Caso de Uso: Reporte paradas de la inyectora

El Supervisor realiza la Generación de Reportes de paradas de la inyectora de acuerdo a los datos recolectados por el Sistema, como se muestra en la Tabla 8.

Flujo de sucesos

Iniciador	Supervisor
Precondición	El sistema debe tener guardados los datos de paradas de la inyectora. El usuario Supervisor puede realizar esta acción.
Camino básico	
Actor	Sistema
1. Debe loguearse.	
	2. Muestra las opciones del nivel de usuario Supervisor.
3. Debe elegir la opción para generar reportes de paradas de la inyectora.	
	4. Muestra las opciones para realizar el reporte.
5. Debe elegir el período para realizar el reporte de paradas de la inyectora.	
	6. Muestra una vista preliminar del reporte.
7. Debe elegir la opción para guardar el reporte.	
	8. Muestra la confirmación del reporte guardado.
Camino alternativo 1	El Supervisor puede realizar el reporte de forma manual.
Poscondición	El reporte se encuentra generado.

Tabla 8. Flujo de sucesos Reporte Paradas de la Inyectora

4.3 Modelo de diseño

4.3.1 Realización de casos de usos Administrar usuarios y Bases de Datos

4.3.1.1 Diagrama de clases

Diagrama de Clases BackUp Datos

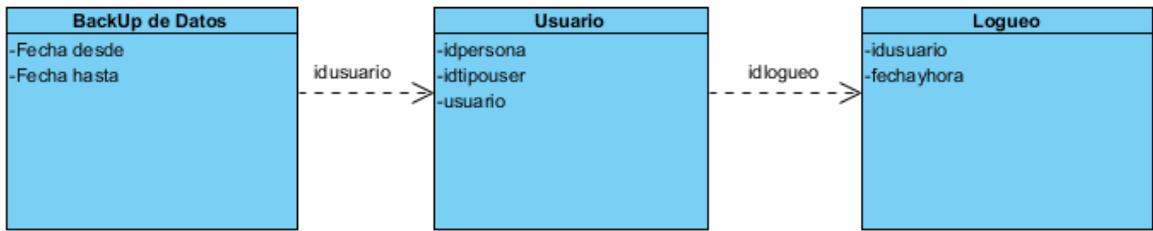


Diagrama 7. Diagrama de Clases BackUp Datos

En el Diagrama 7, se especifica mediante un diagrama de clases, los campos que se utilizan para realizar el BackUp de los Datos del Sistema.

4.3.1.2 Diagrama de Clases Usuario

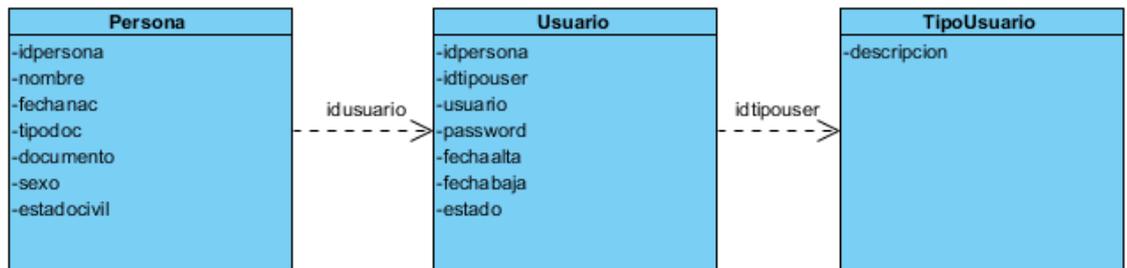


Diagrama 8. Diagrama de Clases Usuario

En el Diagrama 8, se especifica mediante un diagrama de clases, los campos que se utilizan para administrar los usuarios y personas del Sistema.

4.3.1.3 Diagrama de secuencia CU Backup de datos

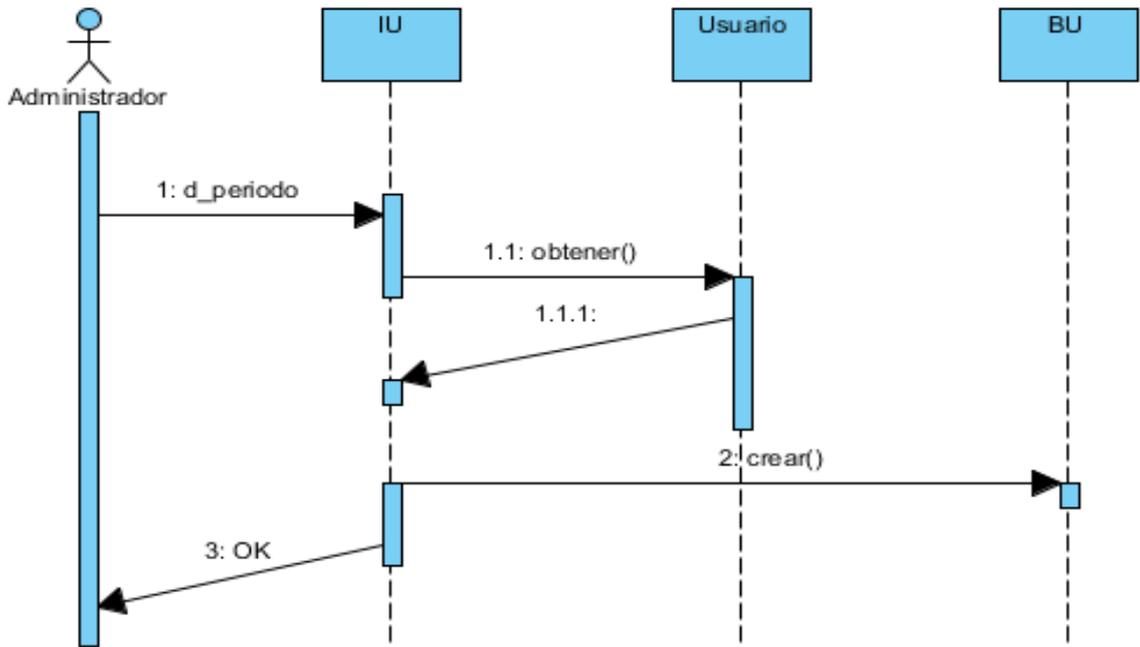


Diagrama 9. Diagrama de Secuencia BackUp de Datos

En el Diagrama 9, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Administrador.

4.3.1.4 Diagrama de secuencia Alta de usuarios

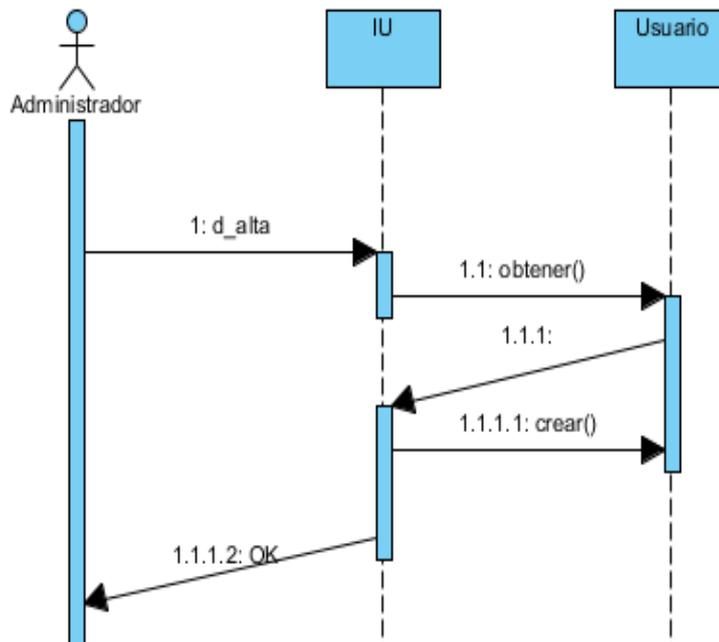


Diagrama 10. Diagrama de Secuencia Alta de usuarios

En el Diagrama 10, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Administrador.

4.3.1.5 Diagrama de secuencias Baja de usuarios

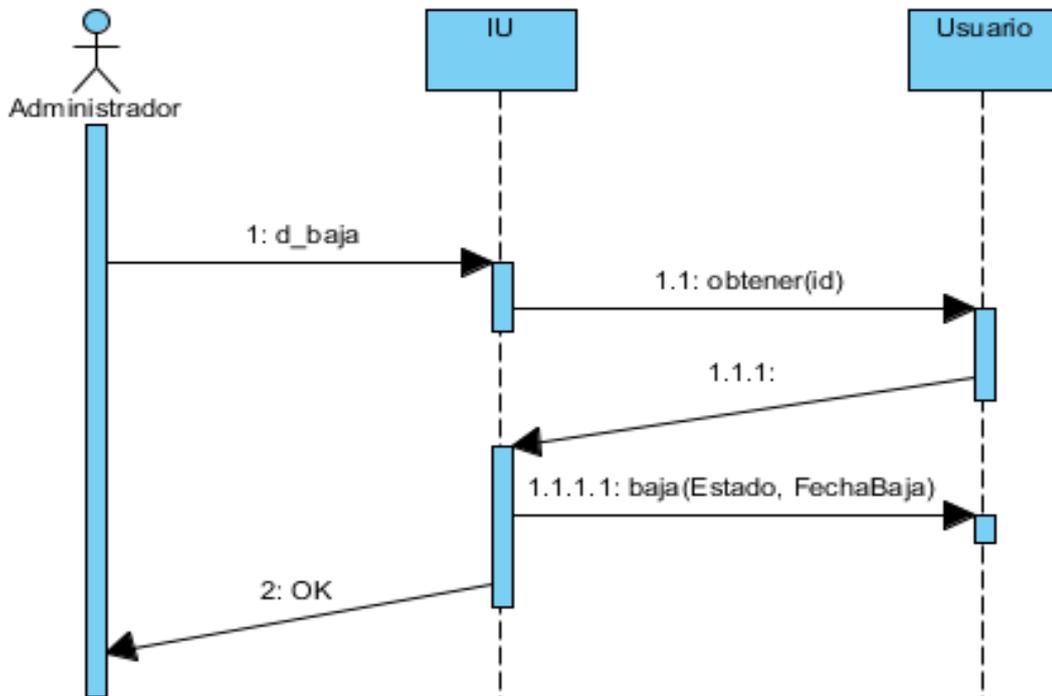


Diagrama 11. Diagrama de Secuencia Baja de usuarios

En el Diagrama 11, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Administrador.

4.3.2 Realización de casos de usos Proceso de Inyectado

4.3.2.1 Diagrama de clases

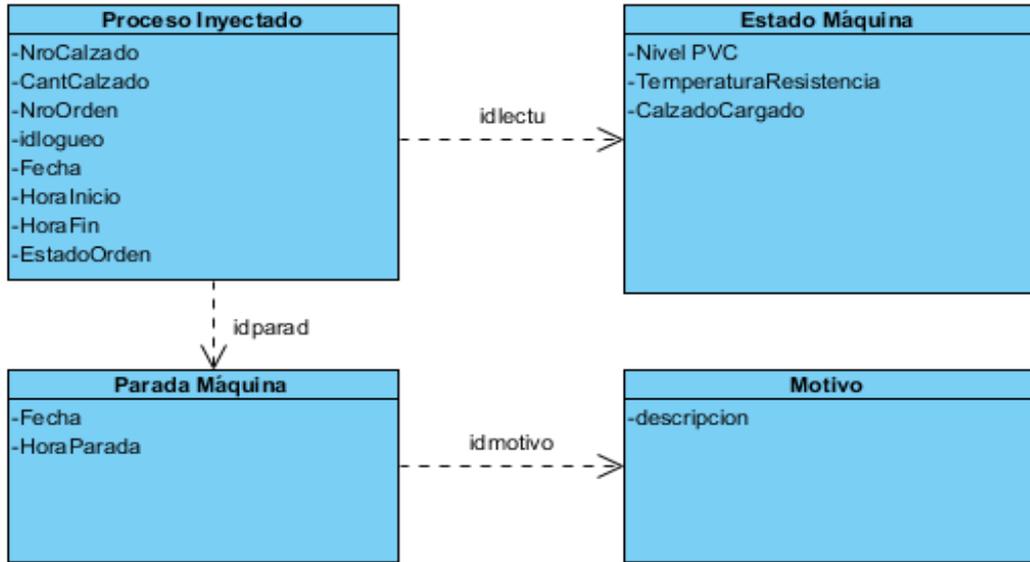


Diagrama 12. Diagrama de Clases Proceso de Inyectado

En el Diagrama 12, se especifica mediante un diagrama de clases, los campos que se utilizan para realizar el Proceso de Inyectado.

4.3.2.2 Diagrama de secuencia CU Cargar datos

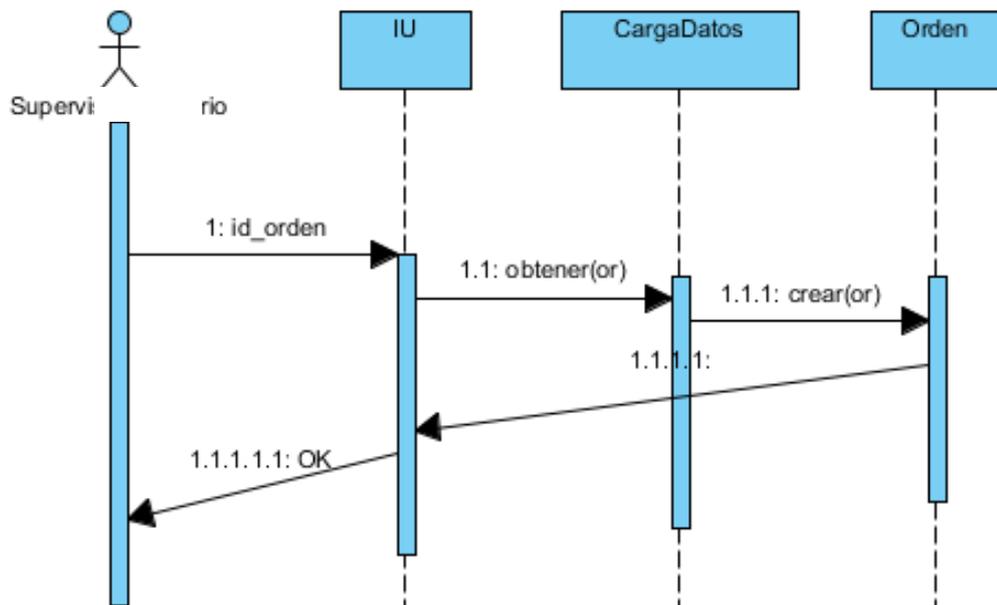


Diagrama 13. Diagrama de Secuencia Carga de Datos

En el Diagrama 13, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Supervisor.

4.3.2.3 Diagrama de secuencia CU Iniciar proceso de inyectado

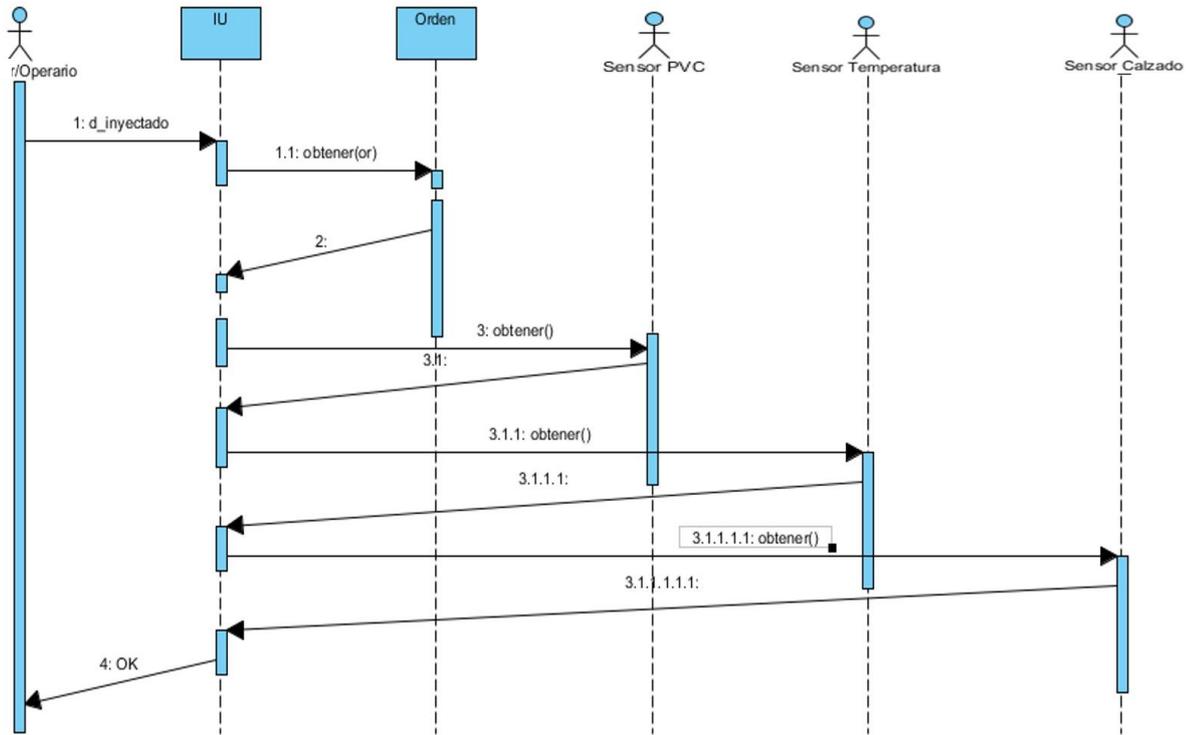


Diagrama 14. Diagrama de Secuencia Iniciar proceso de Inyectado

En el Diagrama 14, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Operario.

4.3.3 Realización de casos de usos Generar reportes

4.3.3.1 Diagrama de Clases Reporte de Calzados Inyectados

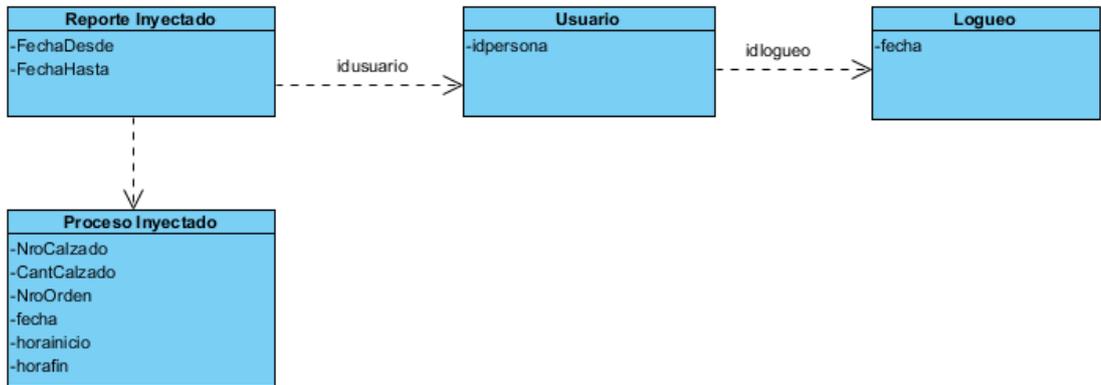


Diagrama 15. Diagrama de Clases Reporte Calzados Inyectados

En el Diagrama 15, se especifica mediante un diagrama de clases, los campos que se utilizan para realizar el Reporte de Calzados Inyectados.

4.3.3.2 Diagrama de Clases Reporte Paradas de la Inyectora

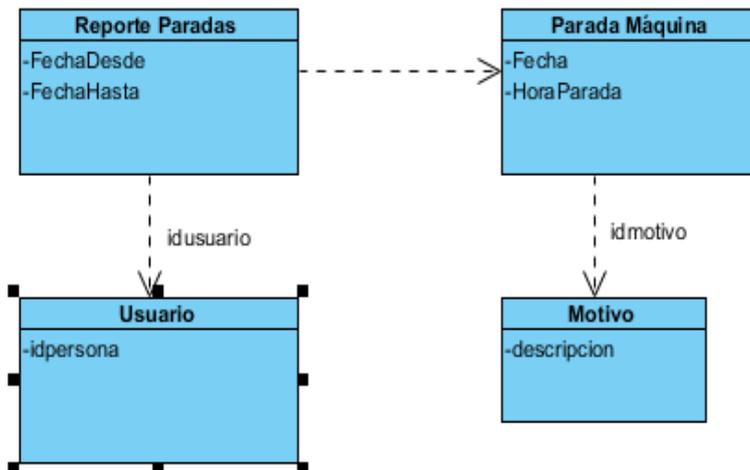


Diagrama 16. Diagrama de Clases Reporte Paradas Inyectora

En el Diagrama 16, se especifica mediante un diagrama de clases, los campos que se utilizan para realizar el Reporte de Calzados Inyectados.

4.3.3.3 Diagramas de secuencias para cada CU Reportes calzados inyectados

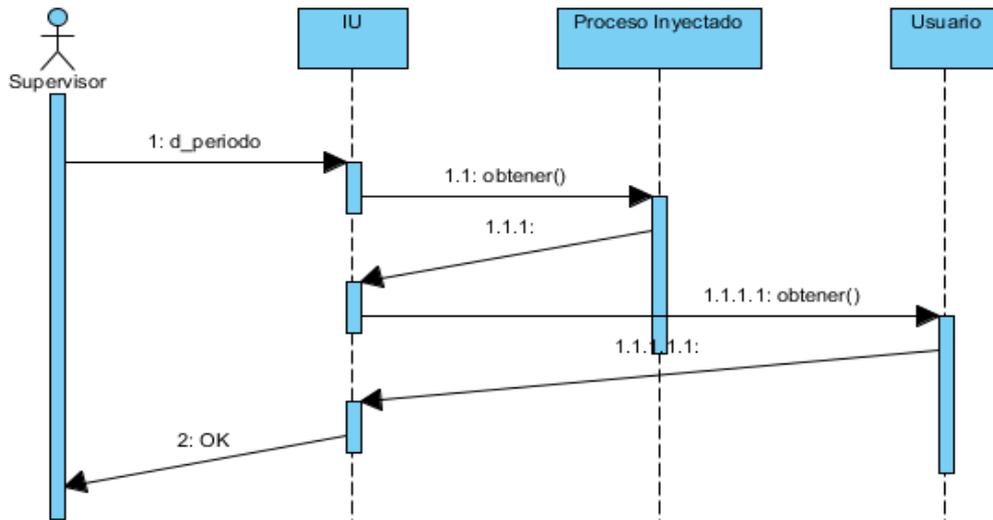


Diagrama 17. Diagrama de Secuencia Reporte Calzados Inyectados

En el Diagrama 17, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Supervisor.

4.3.3.4 Diagramas de secuencias para cada CU Reportes paradas de la inyectora

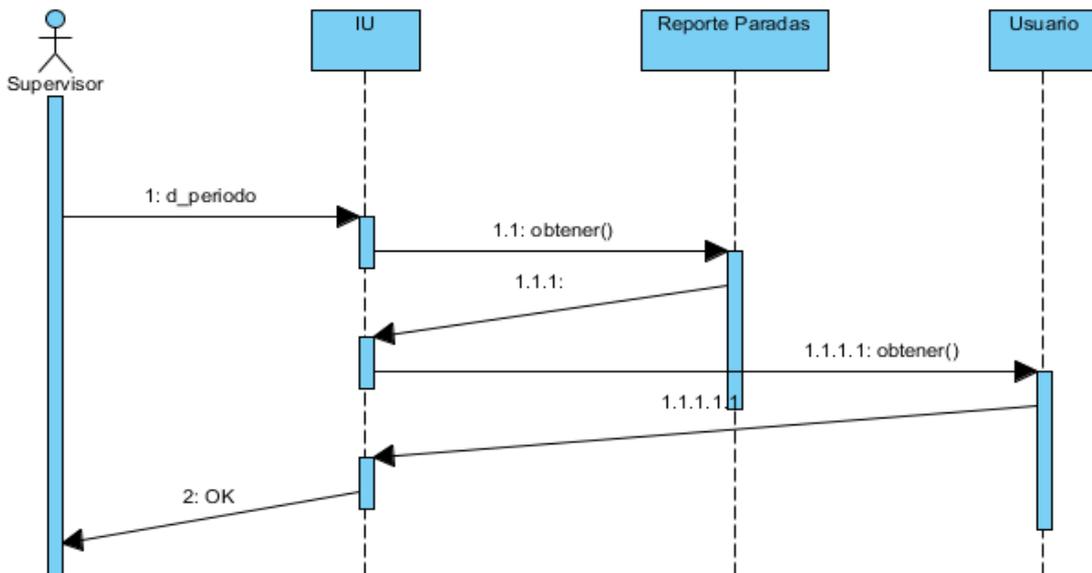


Diagrama 18. Diagrama de Secuencia Reporte Paradas Inyectora

En el Diagrama 18, se especifica mediante un diagrama de secuencia, la forma en la que se recolecta la información para ser mostrada por interface del Supervisor.

SEGUNDA PARTE

4.4 Sistema para control de Inyectora

En la primera parte del presente capítulo, se analiza y diseña el sistema administrativo, para controlar a través del mismo, los usuarios que intervienen en el proceso de inyección, la carga de la producción a realizar y el análisis de los datos recolectados.

En conjunto con el sistema administrativo, y para terminar de conformar el sistema SCADA, está el sistema encargado de controlar la maquina inyectora y ejecutar la orden de inyectado. Para llevar a cabo esto se encarga de recolectar los datos y guardarlos en una base de datos para que de allí puedan hacer uso de ellos y se lleve a cabo el análisis de los mismos.

En esta segunda parte, se describe el funcionamiento de la máquina inyectora y la función del sistema SCADA, como encargado de recolectar los datos de campo para su puesta en marcha, almacenamiento y posterior uso.

La descripción de la máquina de estado se realizó con Visual State de una versión limitada debido a que las funciones que se necesitaban para representar, eran suficientes con esa versión.

4.4.1 Diagrama de Flujo del funcionamiento de la Inyectora

A continuación se muestra con diagramas de flujo, el funcionamiento de la inyectora y marcando las mejoras que se logran con el sistema.

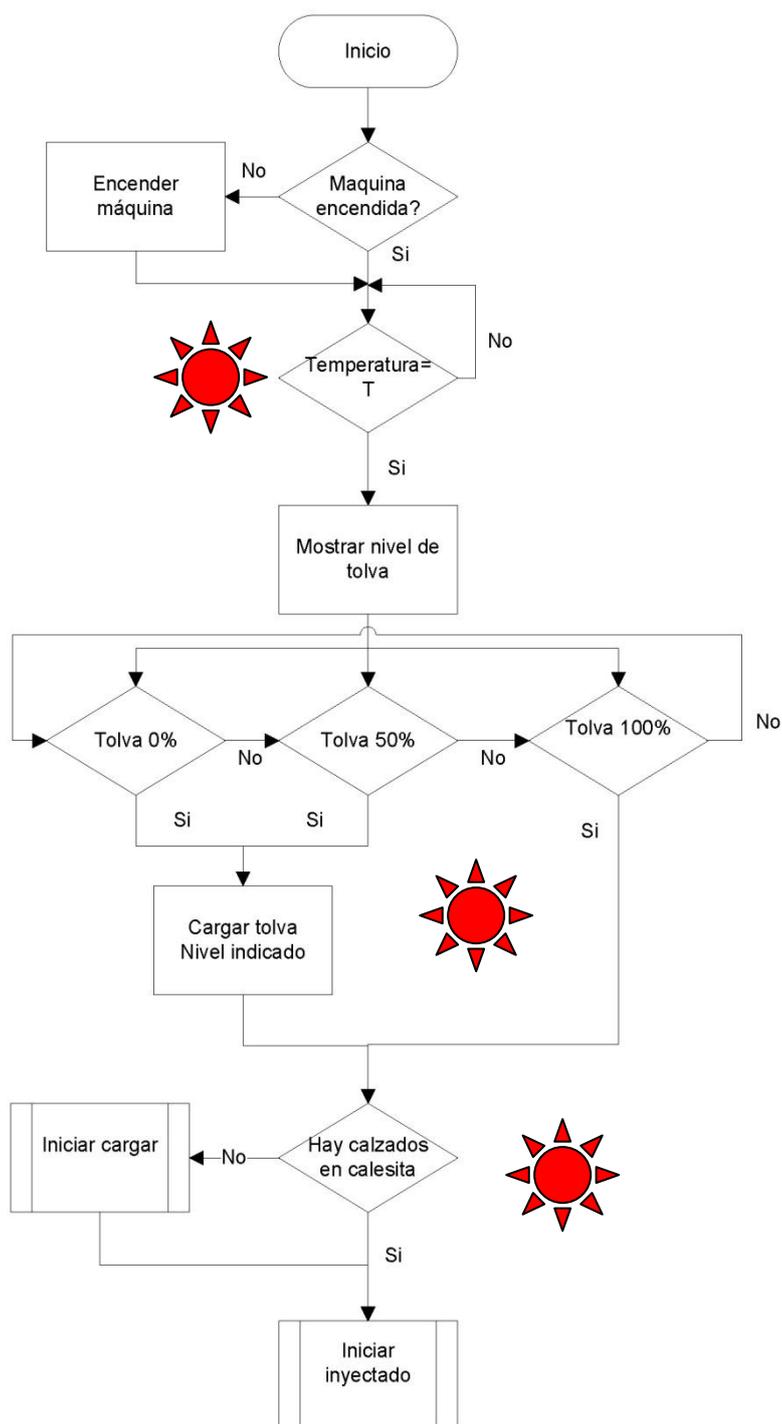


Diagrama 19. Diagrama de Flujo con funcionamiento actual de la inyectora de PVC

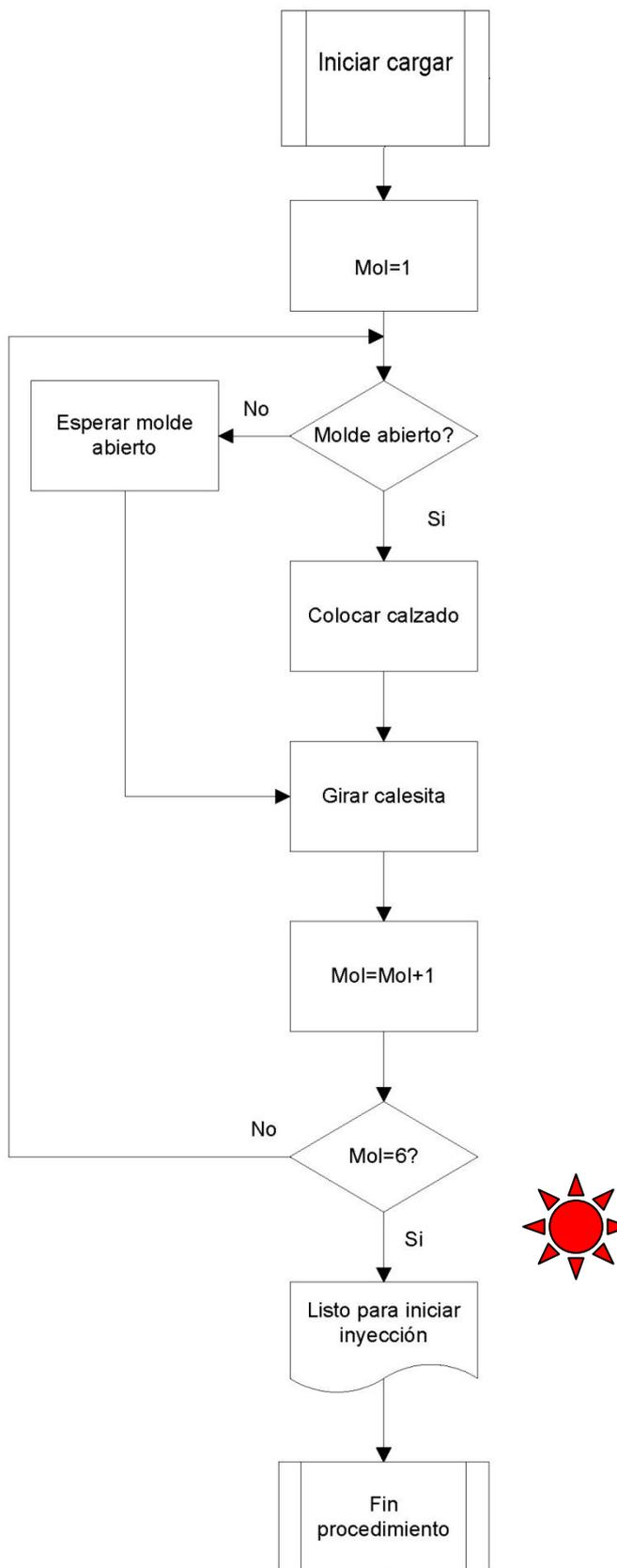


Diagrama 20. Diagrama de Flujo con modificaciones al funcionamiento actual

Referencia



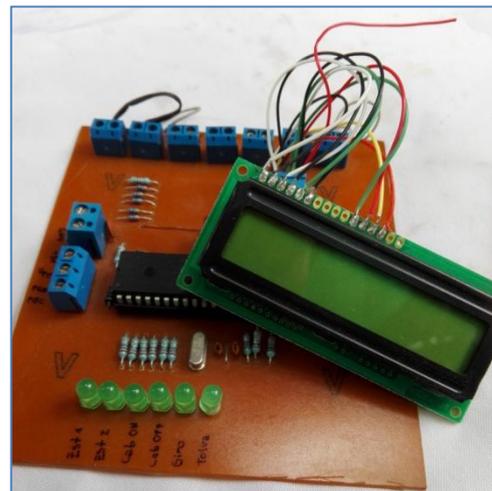
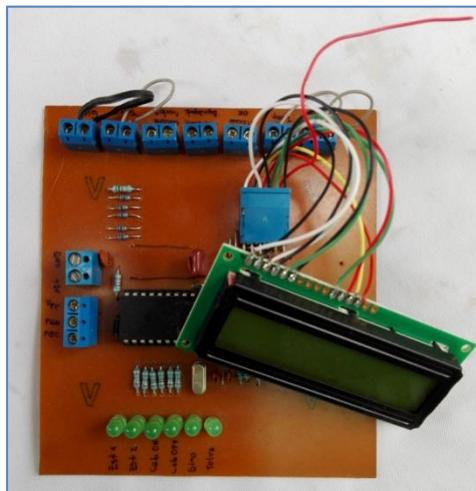
Sensores cargados en
Tolva
Serpentina
Molde Cerrado
Datos creados y guardados en una base de datos.

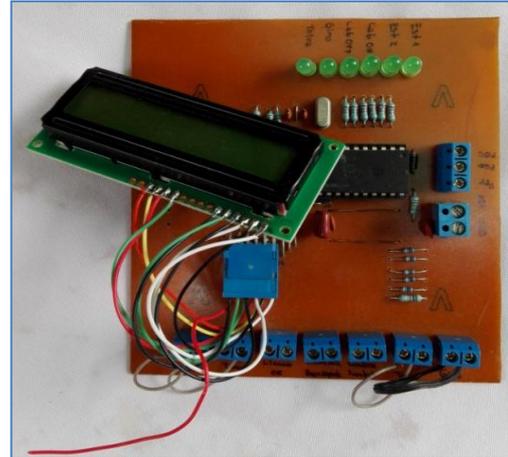
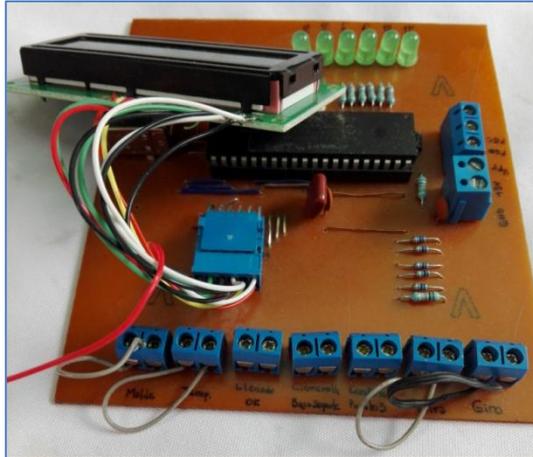
4.4.2 Descripción del Hardware

El desarrollo del hardware estuvo a cargo del Ingeniero en Electrónica José Iván Ruíz, quien utilizó el microprocesador de marca MICROCHIP modelo 18F4550. El ingeniero optó por esta placa por poseer conectividad USB bidireccional y una gran cantidad de E/S, lo que la hace altamente flexible y adaptable a lo que la solución requería, ya que permite disponer de un controlador que puede realizar las tareas de un PLC a muy bajo costo. Las entradas y salidas de este controlador pueden ser adaptadas a diferente dispositivos, por medio de rele.

El profesional en electrónica realizó la programación en el compilador del lenguaje C, CCS. Para el diseño de la placa utilizó el programa Ares del paquete PROTEUS y para la simulación ISIS.

La comunicación USB la ejecutó basándose en el protocolo de Dispositivo de Interfaz humana, definiendo VID y PID, los que identifican al microcontrolador y al fabricante, para lograr la vinculación con la aplicación de la PC.





4.4.3 Descripción del software con Máquinas de Estado de la Máquina Inyectora de PVC

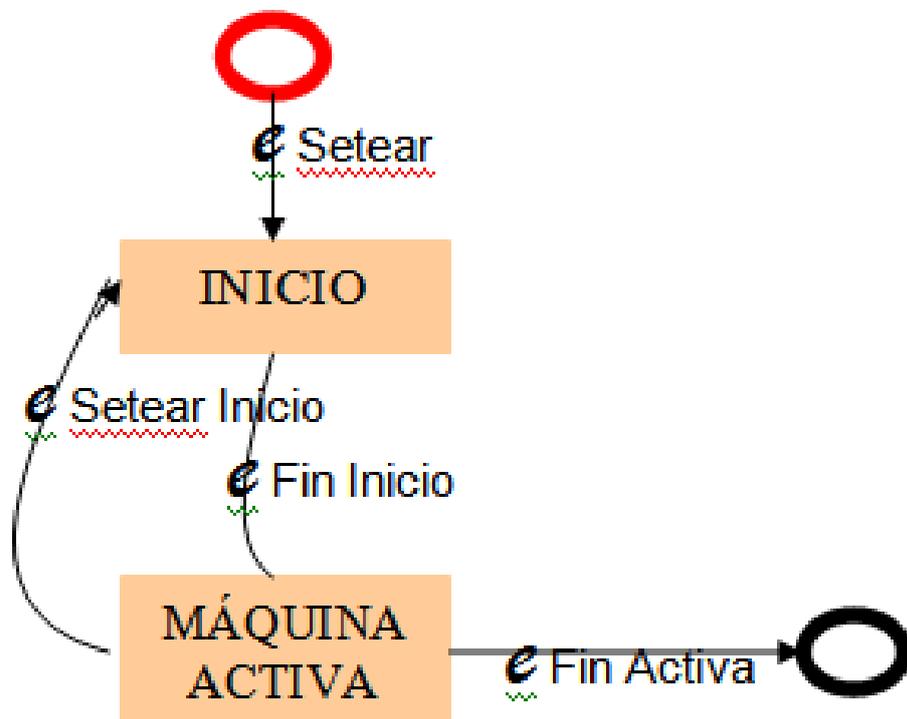


Diagrama 21. Máquina de Estado general

El Diagrama 21 describe los estados intervinientes a nivel global, donde en el estado INICIO, se encuentra la lectura de los sensores para poder pasar al estado MÁQUINA ACTIVA.

En el estado MÁQUINA ACTIVA se encuentran todas las posibilidades de movimientos de la máquina inyectora. Una vez que termina un ciclo de movimientos, se da

fin a ese estado y según ocurriere pasa a setear nuevamente INICIO o se detiene la máquina.

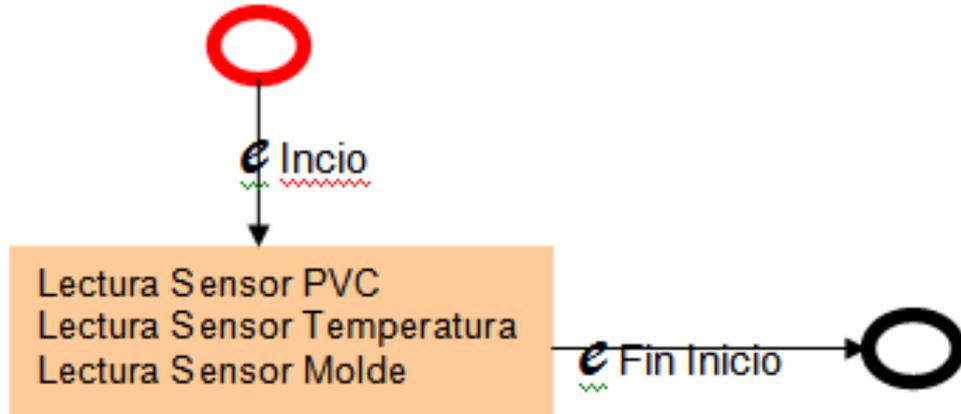


Diagrama 22. Máquina de Estado Inicio

El Diagrama 22 describe las condiciones que tienen que cumplirse en ese estado para poder pasar al estado Máquina Activa.

Las condiciones de salida son que el sensor de PVC indique que está en nivel indicado para comenzar la inyección, que el sensor de Temperatura indique que la temperatura es la indicada para derretir el PVC y que el sensor del Molde indique que el molde se encuentre con calzado.

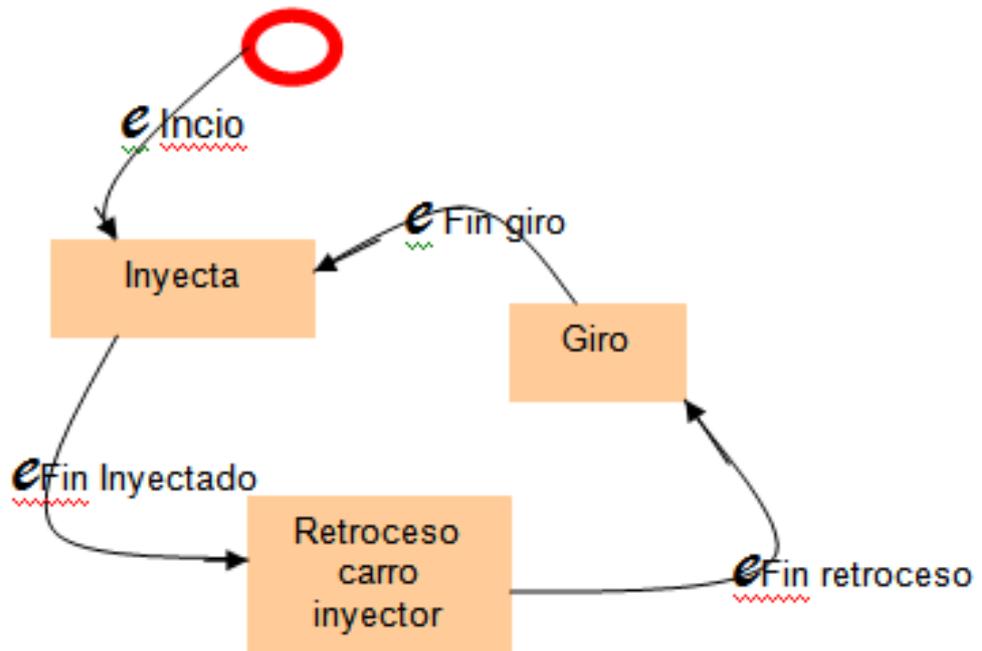


Diagrama 23. Máquina de Estado Máquina Activa

El Diagrama 23 describe cómo funciona la máquina cuando se encuentra activa, al chequear los sensores, puede disponer de su funcionamiento que corresponde a inyectar y girar al finalizar.

La herramienta utilizada permite la generación de un código en el lenguaje C, que funciona de acuerdo a lo planteado en las máquina de estado. Este código es el encargado de manejar el microcontrolador.

A modo de ejemplo, una parte del código sugerido por la herramienta, el funcionamiento del estado Giro.

```
}
/*-----Cuerpo función girar-----*/
void gira_carrusel()
{
    envia[0] = 52; //Enviamos el valor 52, indicando que la maquina esta por girar.
    usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
    delay_ms(500);
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf (lcd_putc, "\f*****Girar*****\n****Carrusel****");
    delay_ms(1000);
    printf (lcd_putc, "\n");

    while(input_state(PIN_B5)==0) //mientras sensor parada este en bajo
    {
        output_high(PIN_A4); //Nuevo carrusel
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf (lcd_putc, "\f*****Girando*****");
        delay_ms(1000);
        printf (lcd_putc, "\n");
    }

    If(input_state(PIN_B5)==1)
    {
        output_low(PIN_A4);
        envia[0] = 53; //Enviamos el valor 53, indicando que la maquina dejó de girar.
        usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
        delay_ms(500);
    }
}
```

Código en Lenguaje C del estado Giro

Conclusión

En el presente capítulo, hemos analizado y diseñado el sistema SCADA que dará respuesta a los requerimientos. Con una herramienta electrónica, que nos permite tener control del estado de las partes importante de la máquina inyectora de PVC, los que no deben ser ignorados para una mayor durabilidad del equipamiento, contemplando en todo momento la posibilidad de control manual al momento de alguna corrección en los parámetros o algún caso que necesite un paro de emergencia.

Lograr optimizar los tiempos de inyección, minimizando los defectos de calidad en el proceso de inyectado en conjunto con la recolección de datos y generación de informes son puntos cruciales para obtener un aumento en la competitividad de la empresa con el mercado actual.

5

Sistema SSCADAInyec

Introducción

En el presente capítulo mostraremos la interfaz del sistema obtenido SSCADAIyec.

5.1 Usando el Sistema

Logueo: Se muestra a los usuarios una interfaz para que ingresen al sistema. Una vez logueado de acuerdo al nivel de acceso que posea se le presentarán otras interfaces.



Figura 1. Logueo

En la Figura 1, muestra la pantalla de inicio del sistema para que el usuario inicie sesión.

Si el usuario que se loguea tiene permisos como Administrador, le aparecerá la siguiente pantalla:



Figura 2. Menú usuario Administrador

Si el usuario elige la opción "Administrar Usuarios", como aparece en la Figura 2, le aparecerá la siguiente pantalla:

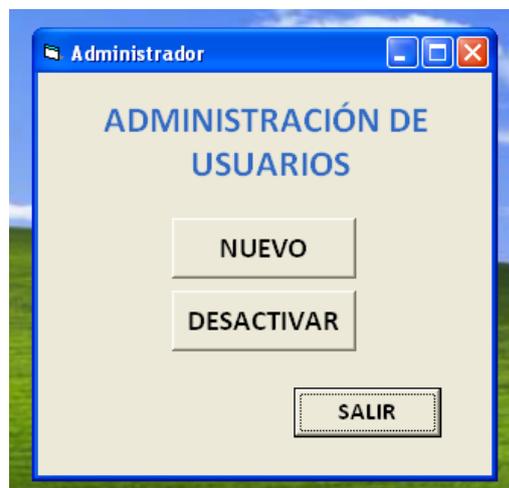


Figura 3. Menú Administración de Usuarios

En la Figura 3, el usuario Administrador, puede crear o desactivar un usuario. Si elige la opción "Nuevo", le aparecerá la siguiente pantalla:

The image shows a software window titled 'Administrador' with a blue title bar. The main content area is titled 'INGRESO DE NUEVO USUARIO'. It contains the following elements:

- A text input field labeled 'Ingreso N° Documento' with a 'BUSCAR' button to its right.
- A text input field labeled 'NOMBRE USUARIO'.
- A dropdown menu labeled 'TIPO USUARIO'.
- A text input field labeled 'CONTRASEÑA'.
- At the bottom, there are two buttons: 'CANCELAR' on the left and 'GUARDAR' on the right.

Figura 4. Menú Nuevo Usuario

En la Figura 4 tenemos el formulario para dar de alta un nuevo usuario, donde el Administrador debe buscar con el número de documento a la persona para vincular una persona ya existente con el nuevo usuario. Luego debe llenar los campos con el Nombre de Usuario, Tipo de Usuario y Contraseña.

Al hacer clic en la opción "Guardar", aparece la Figura 5 con un diálogo donde le da la opción al Administrador que el usuario ha sido generado exitosamente, le pregunta además si quiere seguir creando otro usuario o no. Si elige "Si", vuelve a aparecer el formulario de Alta de Usuario, si elige "No", vuelve al menú principal del usuario Administrador.



Figura 5. Menú Seguir cargando Usuario

Si elegimos la opción "Desactivar" presentada en la Figura 3, le aparecerá la siguiente pantalla:

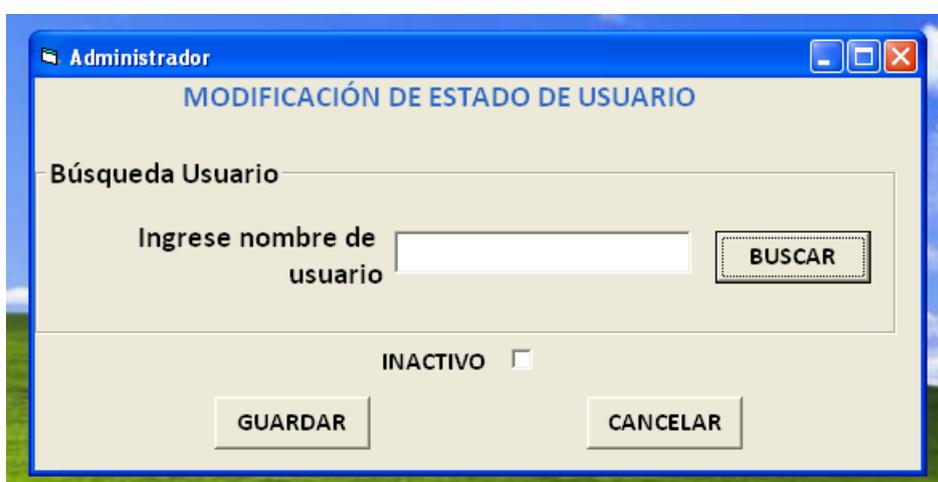


Figura 6. Menú Modificar estado Usuario

En la Figura 6 el usuario Administrador tiene la posibilidad de cambiar el estado de un usuario, de Activo a Inactivo, esta opción se presenta así ya que si un empleado es trasladado a otra área o deja de trabajar en la empresa, queda el registro de lo su trabajo realizado con la inyectora.

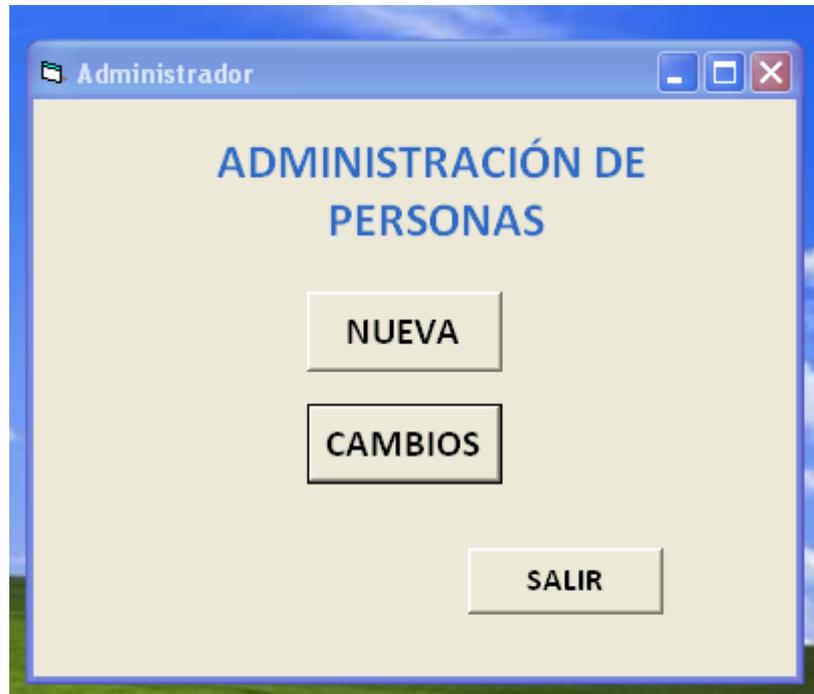


Figura 7. Menú Administrar Personas

En el menú principal del usuario Administrador presentado en la figura 2 éste tiene la opción de "Administrar Persona", la que direcciona hacia la pantalla que muestra la Figura 7. Teniendo como opciones el alta de una nueva persona o realizar cambios en sus datos.



Figura 8. Menú Alta Nueva Persona

En la Figura 8, el usuario Administrador, debe completar los campos con los datos solicitados, DNI, Tipo DNI, Nombre y Apellido, Fecha de Nacimiento, Sexo, Estado Civil y Teléfono. Siendo estos los datos necesarios para dar de alta en el sistema a las personas que interactuarán con ella.

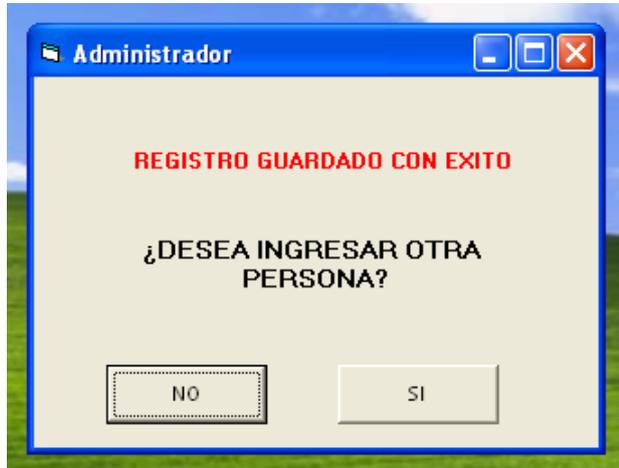


Figura 9. Menú Seguir cargando Persona

En la Figura 9, el usuario Administrador tiene la opción de seguir dando de alta a otra persona en la base de datos o no. Si elige la opción “No”, el sistema le devuelve la pantalla principal del usuario Administrador.

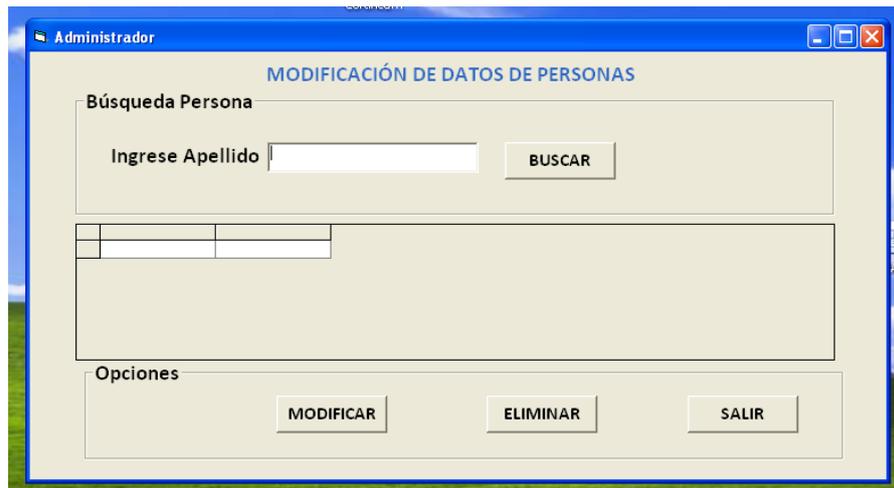


Figura 10. Menú Modificar datos Persona

La otra opción que presenta la Figura 7 al usuario Administrador es la posibilidad de modificar los datos de alguna Persona si esto fuera necesario. Al elegir la opción “Administrar Personas” y luego en “Cambios”, le aparece el menú que muestra la Figura 10. Teniendo la opción de buscar a la persona por su apellido y habilitándose el botón “Modificar”.

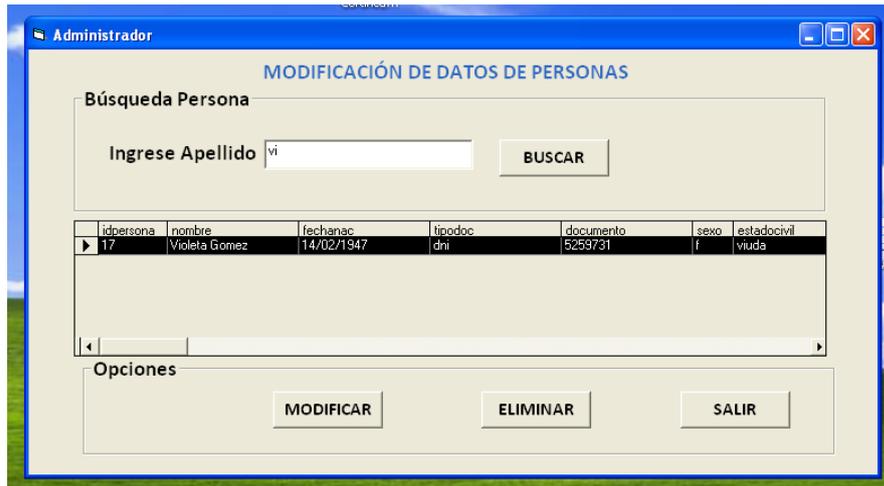


Figura 11. Menú Modificar datos Persona

Si se hace click en el botón "Modificar" se abre la pantalla presentada en la Figura 12



Figura 12. Modificación de registro

La figura 12 presenta la pantalla para realizar los cambios en el registro de la persona, si se hace clic en "Guardar" se guardan, si se hace click en "Cancelar" se cancela la modificación volviendo a la pantalla del "Modificación de datos personales" presentada en la Figura 11. Ahí podemos elegir eliminar la persona presionando el botón "Eliminar". Ahí surgirá un cuadro de diálogo solicitando confirmación presentado en la Figura 13, en caso de ser "Si" se elimina el registro de la persona en caso de ser "No" se vuelve a la pantalla presentada en la Figura 11.



Figura 13. Confirmación de eliminación de registro de persona

Finalmente si en la pantalla presentada en la Figura 11 el usuario hace click en "Salir" vuelve a la pantalla de "Administración de personas" presentada en la Figura 7, al hacer click en "Salir" retorna a "Menú de administrador" presentado en la Figura 2

Por último, el usuario Administrador tiene la opción "Respaldo de Datos", presentado en el "Menú de administrador" mostrado en la Figura 2. Este le permite realizar el respaldo de la Base de Datos.



Figura 14. Menú de Respaldo de Datos

La Figura 14 presenta el menú de "Respaldo de Datos" en el que podemos elegir "Crear una copia de seguridad" o "Restaurar copia de seguridad". En caso de elegir la primera opción se nos presenta la pantalla para elegir donde guardarla (Figura 15) y el cuadro de diálogo confirmando el éxito de la operación (Figura 16)

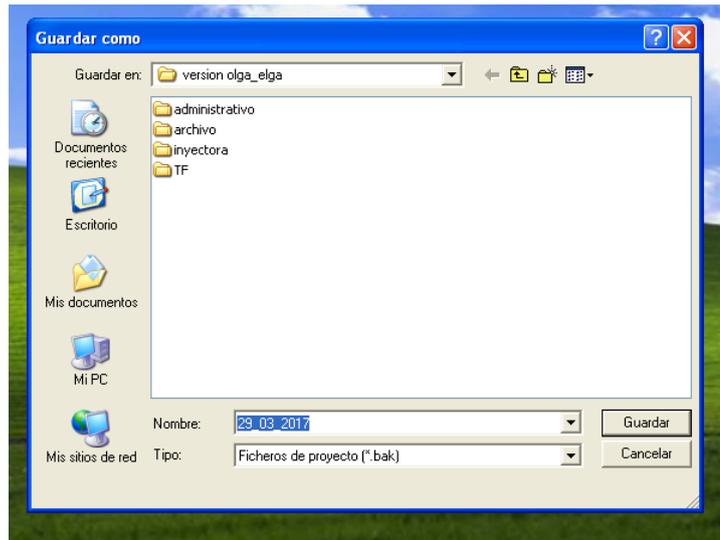


Figura 15. Elegir ubicación de la copia de datos



Figura 16. Respaldo de Datos Exitoso

Si en cambio en el menú de "Respaldo de Datos" se elige la segunda opción "Restaurar copia de seguridad" se presenta la pantalla para elegir donde buscar la copia a restaurar (Figura 17) y el cuadro de diálogo confirmando la operación (Figura 18), en caso de elegir "Si" se presenta el cuadro de diálogo confirmando el éxito de la operación (Figura 19), si se elige "No" se vuelve al Menú de Respaldo de Datos presentado en la Figura 14, al presionar "Salir" se retorna al Menú del Administrador.

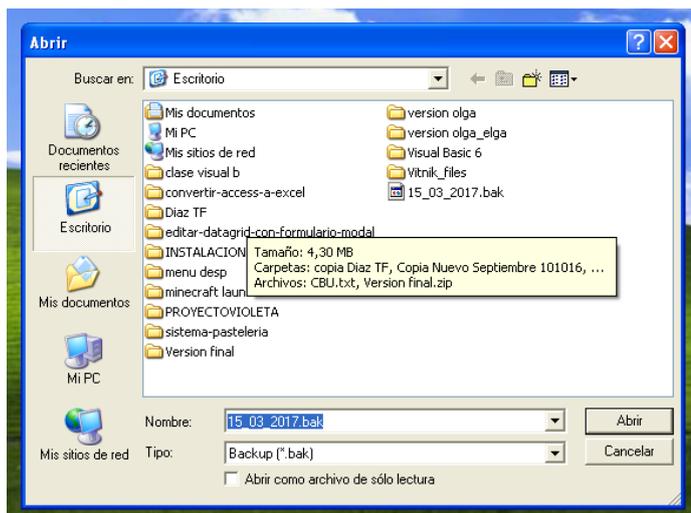


Figura 17. Búsqueda de copia a restaurar

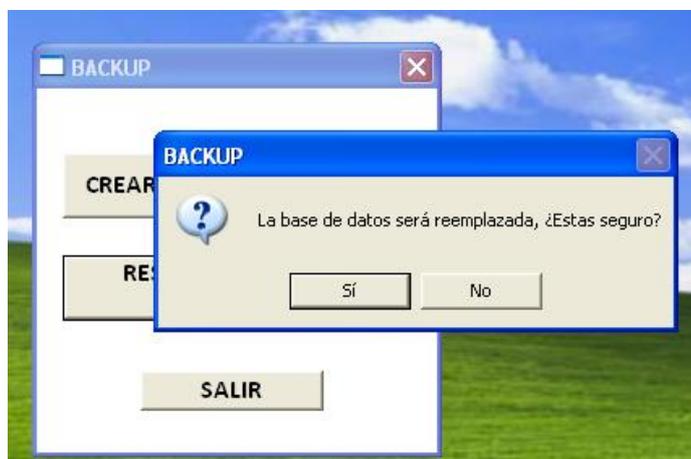


Figura 18. Confirmación de Restauración



Figura 19. Restauración Exitosa

Si el usuario que se loguea tiene permisos como Supervisor, le aparecerá la siguiente pantalla:



Figura 20. Menú usuario Supervisor

Si el usuario elige la opción “Reportes”, como aparece en la Figura 20, le aparecerá la siguiente pantalla:



Figura 21 Opción de Generación de Reportes

Si se elige la opción Reporte de Inyectado, le dará al usuario elegir el período a visualizar, una vez seleccionado el período (Figuras 22 y 23) para emitir el reporte de Calzado Inyectado, se elegirá el lugar a guardarlo.(Figura 24) Finalmente aparecerán los reportes de la Figura 25.

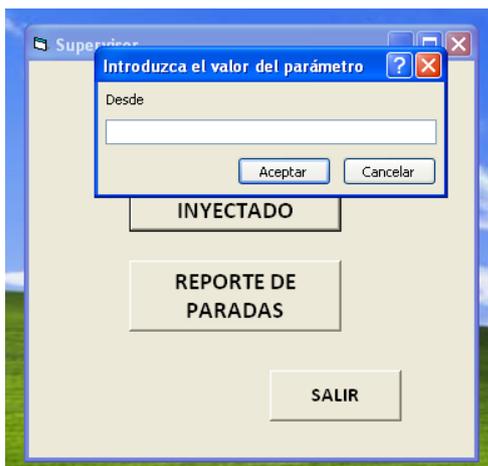


Figura 22 Fecha desde la que se desea el reporte



Figura 23 Fecha hasta la que se desea el reporte

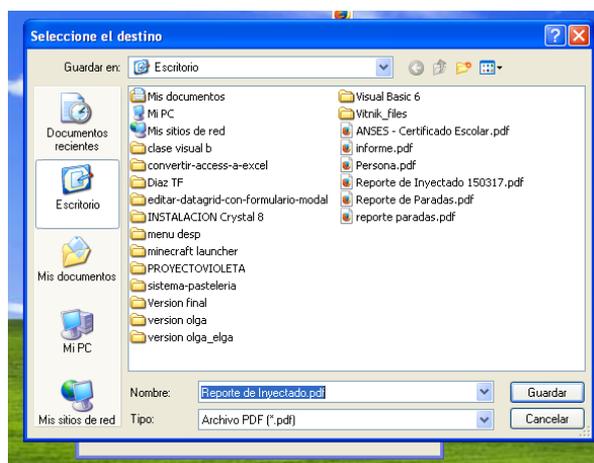


Figura 24 Elegir donde guardar el reporte

Reporte de Inyectado

Operario	Orden N°	Fecha	Talle Calzado	Calzado a Inyectar	Calzado Inyectado	Hora Inicio	Hora Fin
Santino A. Santill							
	1	28/09/2016	17	4	4	03:44 p.m.	03:44 p.m.
	2	10/11/2016	22	10	10	07:48 p.m.	07:50 p.m.
	3	28/09/2016	24	5	5	03:59 p.m.	03:59 p.m.
	4	25/11/2016	33	5	5	04:39 p.m.	11:06 p.m.
	10	17/03/2017	45	10	2	05:14 p.m.	

Figura 25. Reporte Calzados Inyectados

Si se elige la opción Paradas, el procedimiento es similar al del Informe de Inyectado, ya descrito. El reporte de Paradas será como el de la Figura 26.

Reporte de parada de inyectora

Operario	Orden N°	Fecha y Hora de Parada	Causa de Parada
Pezzolo Maria Ol			
	1	24/09/2016 10:49:11	Molde Vacío
	2	24/09/2016 10:54:01	Molde Vacío
		24/09/2016 11:03:05	Molde Vacío
		28/09/2016 15:44:36	Molde Vacío
	3	28/09/2016 15:48:19	Molde Vacío
	4	07/10/2016 13:52:01	Temperatura no adecuada
		02/10/2016 21:23:32	Molde Vacío
		03/10/2016 18:31:37	Temperatura no adecuada
		03/10/2016 18:31:56	Temperatura no adecuada
		25/11/2016 16:40:30	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:05	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:09	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:12	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:16	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:19	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:23	Molde Vacío
		25/11/2016 16:40:27	Molde Vacío
		03/10/2016 18:31:44	Temperatura no adecuada

Figura 26. Reporte Paradas Inyectora

Si el usuario elige la opción “Cargar Orden de Inyectado”, como aparece en la Figura 12, le aparecerá la siguiente pantalla:

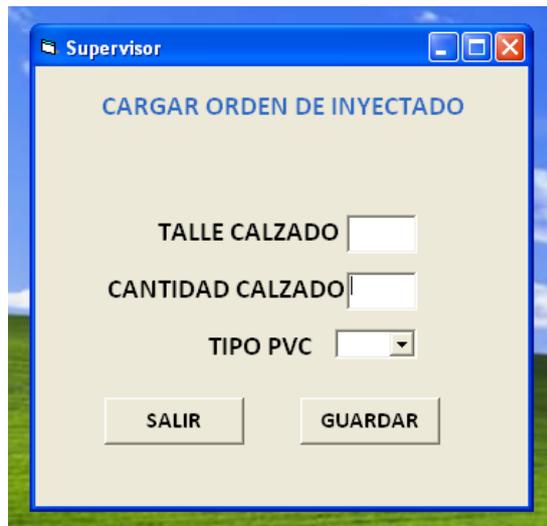


Figura 27. Menú Cargar Orden Inyectado

Como muestra la Figura 20, el usuario Supervisor, tiene las opciones para cargar los datos de la orden a realizar, debe completar con el Talle de Calzado a inyectar, la Cantidad de Calzados a inyectar y el tipo de PVC a utilizar.

Si elije la opción “Guardar” le aparece la ventana con el contenido que se muestra en la Figura 28 y si elije la opción “Salir” le aparece nuevamente el menú principal del usuario Supervisor.

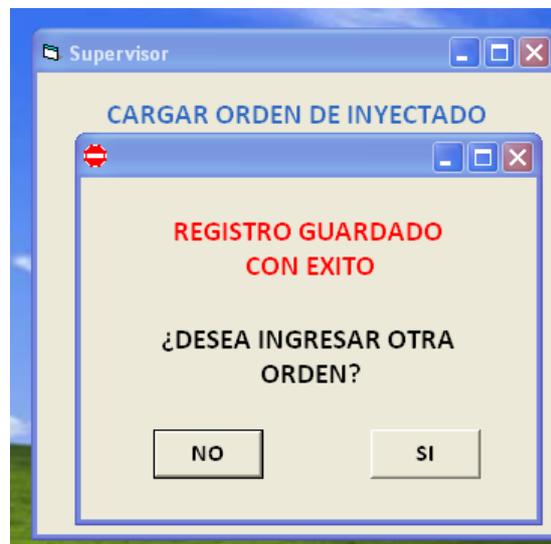


Figura 28. Menú Seguir cargando Orden de trabajo

El usuario Supervisor, en caso de ser necesario, tiene la posibilidad de dar inicio al proceso de inyectado. Apareciendo la pantalla que se muestra en la Figura 29.

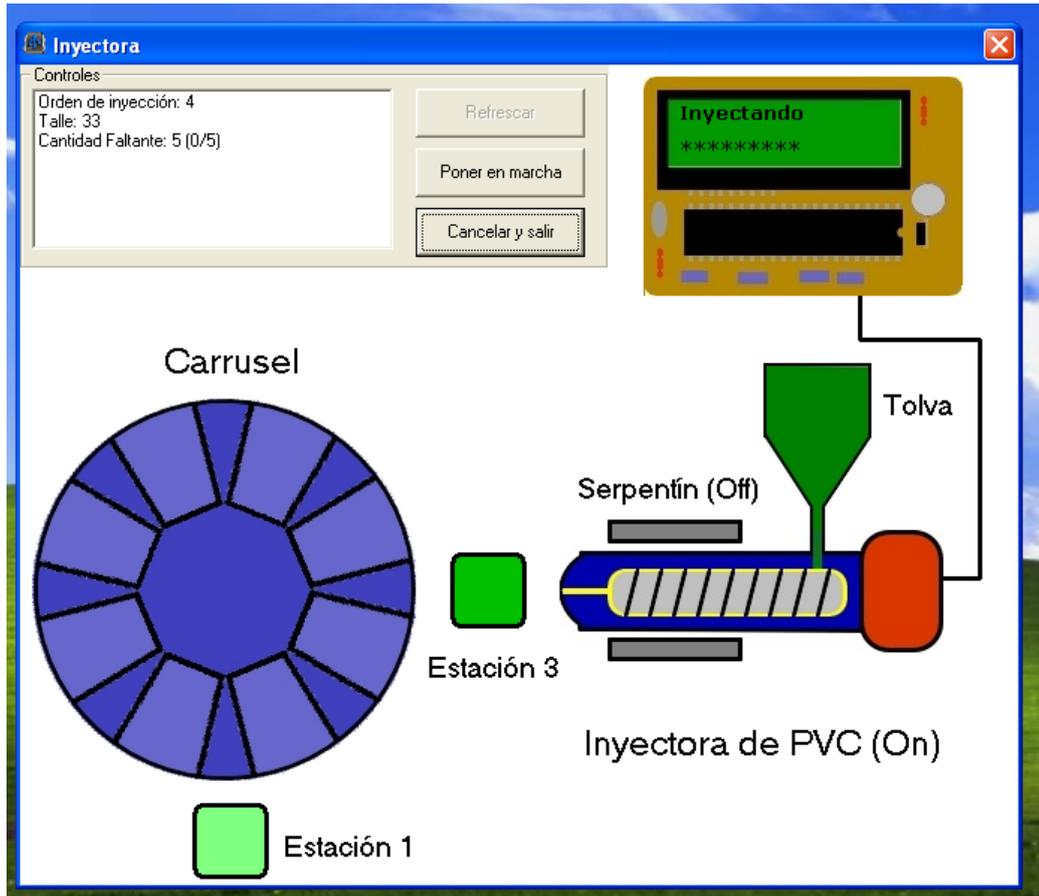


Figura 29. Interfaz Inyectora

Si el usuario que se logea tiene permisos como Operario, le aparecerá la pantalla que muestra la Figura 29, donde el usuario Operario y Supervisor podrán visualizar en el margen superior izquierdo, los datos de la orden a realizar. Si los sensores de la tolva, la serpentina y el molde nos dan valores correctos para avanzar, el usuario puede hacer un clic en el botón “Poner en Marcha” para dar comienzo al proceso de inyección.

A medida que se va desarrollando el proceso de inyección, vamos visualizando en la pantalla si las condiciones para que el proceso se lleve a cabo siguen siendo correctos.

Si el sensor de la tolva es correcto, el color de la misma en la gráfica se pone en verde, si el valor de la tolva es incorrecto, se pone en rojo. Teniendo como referencia, que el valor correcto corresponde a que la tolva cuenta con el nivel indicado de pellets para poner en marcha la máquina inyectora. Caso contrario, estaríamos en presencia de un valor incorrecto para el funcionamiento de la máquina.

El mismo caso se presenta con la serpentina, si el sensor que se encuentra en ella indica que la temperatura es la correcta para derretir adecuadamente el PVC, ésta se pone en color verde en la gráfica, caso contrario se pone en color rojo y hay que esperar a que vuelva al rango de temperatura indicada para el funcionamiento de la máquina.

Si el sensor del molde indica que éste se encuentra con calzado, la máquina inyectora podrá realizar la inyección correspondiente. Caso contrario, el sistema queda esperando a que el sensor muestre el valor esperado para continuar.

En cada acción de inyectado, se realiza el chequeo de cada sensor para poder continuar con el proceso. Mostrando en la pantalla superior izquierda la cantidad de calzados que están siendo inyectados del total de la orden.

En la pantalla superior derecha, visualizamos lo que está sucediendo en la placa que contiene el microcontrolador, que efectivamente coincide con lo que muestra el sistema de control. Solamente está a modo de control de que se cumplen con los procesos necesarios para el proceso de inyectado.

Culminando así con las interfaces del sistema desarrollado, mostrando las cualidades de poder realizar un control sobre las actividades que se llevan a cabo en el área de calzados de PVC.

Conclusión

El presente capítulo presentó las interfaces del sistema logrado después del análisis de requisitos y del análisis y diseño del sistema. El diseño de las interfaces es simple, pensado para que el usuario entienda fácilmente el manejo y que el mismo pueda ser operado de manera sencilla y rápida.

6

Conclusiones

6.1 Problemas actuales y requerimientos del área de calidad de la Empresa

Confecat S.A. es una empresa textil que confecciona ropa de trabajo y calzados con suela de PVC entre otros productos. Es una compañía que mantiene el compromiso con la mejora continua, de productos, procesos y el sistema de gestión de la calidad. Entre sus políticas de calidad dan cumplimiento a las Normas IRAM 3610 y las ISO 9001.

Es en este marco de búsqueda de superación continua, donde la empresa se encuentra con un problema de calidad en las suelas de PVC. La inyectora de PVC genera suelas con excedente o faltante de material, produciendo una tarea extra en el operario que debe cortar o rellenar la suela según sea el caso. Esto conlleva a un defecto de calidad y a la necesidad de mano de obra extra para reutilizar el material sobrante. La empresa necesita solucionar esto, para mantener sus políticas de calidad y mejorar la producción ahorrando materiales y tiempo. Además es propio, según pudimos identificar la necesidad del registro automático de las órdenes de producción así como de los productos realizados, para eliminar los errores propios de la anotación humana.

Es así que la solución propuesta por el equipo de trabajo es el desarrollo de un software SCADA que controle la inyectora y maneje los datos necesarios para su puesta en funcionamiento e inyectado correcto de las suelas de PVC y el registro de los datos necesarios para el área administrativa.

6.2 Herramientas para el desarrollo de software SCADA.

Para el desarrollo del software SCADA fue necesario un análisis exploratorio del problema, la elección de las herramientas necesarias para dar solución al problema, una metodología de modelización y finalmente el programa necesario, junto con el microcontrolador para llevar a cabo una simulación de la solución del problema.

6.2.1 Análisis exploratorio

- Entrevista al encargado del área Calzados en CONFECAT SA, Sr. Alfredo Castillo
- Observación del trabajo realizado por operarios a cargo de la máquina

6.2.2 Herramientas necesarias para la solución

- Microcontrolador
- Sensores necesarios para que la máquina realice el inyectado por tiempo y alerte de posibles fallas.
- Software para manejar el microcontrolador, desarrollado en C

- Software que comunica el microcontrolador con la PC, desarrollado en Visual Basic 6
- Software que realiza la gestión administrativa del sistema
- Una base de datos compartida por ambos softwares, generada en Acces
- Un protocolo de comunicación entre el software del microcontrolador y el de manejo de la máquina inyectora desde la PC.

6.2.3 Productos obtenidos

- Software SSCADAInyec (Software SCADA para Inyectora de PVC), que incluye todos los softwares necesarios (de control, administrativo y del microcontrolador) y la conexión con la base de datos pertinente.
- Microcontrolador, placa PIC adaptada y modificada a medida para la solución planteada por el Ing. Ruiz.

6.2.4 Metodologías de análisis, modelización y diseño

- UML
- Diagramas de Estado
- Diagramas de flujo

6.3 Sistema administrado por usuarios con diferentes niveles de seguridad

Hemos logrado desarrollar un sistema en el que el nivel de acceso restringe y permite las actividades que cada usuario puede realizar, evitando así que los operarios que trabajan con la máquina inyectora tengan acceso a la parte administrativa y cambien datos personales o realicen tareas indebidas que podrían dificultar el funcionamiento del software, por ejemplo imprimir un reporte en una terminal que no tenga acceso a una impresora.

Lo mismo sucede con las otras restricciones, así el usuario administrativo que puede no estar al tanto de la situación en la máquina inyectora no podrá cargar ordenes de pedido.

6.3.1 Interfaz intuitiva y de fácil manejo para el usuario final

Desarrollamos un sistema con una interfaz sumamente sencilla e intuitiva para cada nivel de usuario. Sin menús engorrosos o que generen confusión.

Así mismo la interfaz gráfica que muestra el funcionamiento de la máquina inyectora y alerta sobre los posibles problemas que esta pudiera presentar, es de una visión rápida y entendible gracias a los cambios de colores que se producen al haber un fallo. También brinda al usuario la posibilidad de saber cuántos calzados debe inyectar, cuántos

va inyectando y cuántos le faltan. Además si lo desea puede ver más detalles del error señalado por los colores.

6.4 Una unidad de control automático para la máquina inyectora de PVC

Gracias al trabajo multidisciplinario entre el área de Sistemas y de Electrónica hemos logrado un Sistema SCADA que controla de manera automática el proceso de inyectado, eliminando el error del sobrante o faltante y la mano de obra necesaria para la reutilización del material que quedaba. La generación automática de reportes de calzado inyectado y paradas de máquina necesarios para la confección de estadísticas. La realización de tareas en relación con el software de acuerdo al nivel de operario que lo maneje.

A los fines prácticos del presente trabajo solo realizaremos una simulación del proceso de inyectado, para corroborar que el sistema funciona correctamente y cumple con los requisitos y necesidades de la empresa.

Referencias

- [1] «Setting the Standart for automation,» [En línea]. Available: <https://www.isa.org/>. [Último acceso: 01 06 2012].
- [2] G. A. V. Ortega, «www.repositorio.uta.edu.ec,» [En línea]. Available: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2386/1/Tesis_t736ec.pdf. [Último acceso: 2012 11 05].
- [3] J. Balcells y J. L. Romeral, *Autómatas programables*, Barcelona: MARCOMBO, S.A., 2000.
- [4] C. PEREZ, «http://isa.umh.es,» [En línea]. Available: <http://isa.umh.es/asignaturas/ai/transparencias/01.pdf>. [Último acceso: 10 Marzo 2016].
- [5] N. H. Castiñeira, «Educación Técnica,» [En línea]. Available: <http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrol/index%20sistemasdecontrol.htm>. [Último acceso: 10 03 2016].
- [6] A. P. Rodríguez, *Sistemas Scada, Segunda Edición ed.*, Barcelona: Marcombo, 2007.
- [7] C. D. y. B. P. G. A. Beltrán Navarro, «Diseño y puesta en marcha de un simulador de un sistema SCADA para un sistema potencial industrial,» 02 2008. [En línea]. Available: <http://docplayer.es/5824829-Ido-a-universidad-simon-bolivar-coordinacion-de-ingenieria-electrica.html>. [Último acceso: 15 05 2013].
- [8] J. L. M. Marticorena, «www.profesormolina.com.ar,» [En línea]. Available: <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/plc/plc.htm>. [Último acceso: 5 11 2015].
- [9] «Centro de Computación Universidad de Chile,» [En línea]. Available: <http://www.cec.uchile.cl/~mcarter/EL54B/Informe%20SPDI%20presentaciones/pic.pdf>. [Último acceso: 16 03 2016].
- [10] C. S.A., «<http://www.controles.com/>,» [En línea]. Available: <http://www.controles.com/espanol/historia.htm>. [Último acceso: 15 05 2012].
- [11] L. A. G. G. y. E. V. López, «www.redalyc.org,» [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/pdf/304/30415059011.pdf>. [Último acceso: 15 05 2012].
- [12] J. Velásquez Costa, «Diseño SCADA para un prototipo seleccionador de piezas,» *Industrial Data*, vol. 13, n° 1, pp. 62-66, 2010.
- [13] R. C. M. P. B. V. C. Lisbel Bárzaga Martell, «scielo.sld.cu,» Enero-Abril 2016. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282016000100003. [Último acceso: 10 09 2016].
- [14] IEEE, «IEEE Standars Association,» [En línea]. Available: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html>. [Último acceso: 20 03 2012].

Bibliografía General

RODRÍGUEZ PENIN, Aquilino, *Sistemas SCADA – 2da Edición*, Ed. MARCOMBO, EDICIONES TÉCNICAS 2007 – ISBN 978-84-267-1450-3 y ALFAOMEGA GRUPO EDITOR SA 2007 – ISBN 978-970-15-1305-7

BALCELLS, Joseph y ROMERAL, José Luis, *Autómatas Programables, Mundo Electrónico*, Ed. Marcombo Boixareu Editores Barcelona

PEREZ, E.M., ACEVEDO, J.M., SILVA, Celso Fernandez, QUIROGA, J.A., *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización – Segunda Edición*, Ed. Marcombo Ediciones Técnicas, ISBN 978-84267-1575-3 - Septiembre 2009

Chung Pinzás Alfonso Ramón, et all, *Informe técnico en extenso del proyecto SIN SIN: Diseño e Implementación de un Software SCADA para el Módulo de Temperatura del CEMA*. [online] Disponible en: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81622582007> >
Consultado: 29/04/2012

Autómatas Industriales, [online] Disponible en:
<<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>> Consultado: 30/11/2011

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automática y Física Aplicada, Disponible en: <<http://www.elai.upm.es>> Consultado: 28/05/2015

Elementos de un sistema de control, Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional “Excelencia educativa abierta al pueblo”, Disponible en: <
<http://unefavirtual.unefa.edu.ve/file.php/1065/Elementos_de_un_Sistema_de_Control.pdf>
Consultado: 20/06/2016

Tecnología, Pértiga. Escuela de Profesionales Técnicas. Santiago de Compostela, Disponible en: <<http://www.jmrivas.es/documents/oposiciones/tecnologia.pdf>> Consultado: 20/06/2016

Revista Club Saber Electrónica - Autómatas Programables PLC - Nro de Colección 91 - Mayo 2015

Anexos

Código C del Microcontrolador

Proyecto Final de carrera Licenciatura en Sistemas de Información

Pograma: Circuito de control de Inyectora PVC

Autor: Capiello/Pezollo/Ruiz

Director: Ing Sergio Gallina

Facultad: Tecnología y Ciencias Aplicadas

Universidad: Nacional de Catamarca

Fecha:28/01/2016

*/

```
/******Definiciones Fuses******/
```

```
#include <18f4550.h>
```

```
#fuses HSPLL,MCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL5,CPUDIV1,VREGEN
```

```
#FUSES NOBROWNOUT //No brownout reset
```

```
#FUSES BORV20 //Brownout reset at 2.0V
```

```
#FUSES NOPUT //No Power Up Timer
```

```
/******Definicion Clock******/
```

```
#use delay(clock=48000000) //Trabajamos a 48.00Mhz.
```

```
/******Definiciones del USB******/
```

```
#DEFINE USB_HID_DEVICE TRUE //Vamos a utilizar el protocolo HID.
```

```
#define USB_EP1_TX_ENABLE USB_ENABLE_INTERRUPT
```

```
#define USB_EP1_TX_SIZE 16 //Definición del tamaño del buffer de salida.
```

```
#define USB_EP1_RX_ENABLE USB_ENABLE_INTERRUPT
```

```
#define USB_EP1_RX_SIZE 16 //Definición del tamaño del buffer de entrada.
```

```
/******Definición LCD******/
```

```
#define LCD_ENABLE_PIN PIN_D0
```

```
#define LCD_RS_PIN PIN_D1
```

```
#define LCD_RW_PIN PIN_D2
```

```
/******Definición de las librerías utilizadas******/

#include <pic18_usb.h>

#include <USB_easyHID_descriptores.h>

#include <usb.c> //Funciones del USB.

#include <lcd.c>

/******Definicion Variables******/

int valor;

int envia[2];

int data[8];

//int data;

int P;

int16 Q;

//int16 Q2;

//int16 Q3;

//int16 Q4;

/******Funcion Tolva******/

void Tolva() //Verificamos estado Tolva

{

    //lcd_gotoxy(1,1);

    //printf (lcd_putc,"f Función Tolva ");

    //delay_ms(1000);

    while(input_state(PIN_B4)==0) //mientras Tolva esta vacia

    {

        output_high(PIN_A5); //Enciendo LED Tolva

        lcd_gotoxy(1,1);

        printf (lcd_putc,"\fCargar Tolva");

        delay_ms(500);

        lcd_gotoxy(1,1);

    }

}
```

```
printf (lcd_putc, "\n");

valor =50;                               //50 Valor tolva vacia

envia[0] = valor;

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(500);

}

        If(input_state(PIN_B4)==1)        //Verifico estado tolva,
{
        //Si sensor indica tolva cargada
output_low(PIN_A5);                       //Apago LED Tolva

lcd_gotoxy(1,1);

printf (lcd_putc, "\fTolva Cargada");

delay_ms(10);

printf (lcd_putc, "\n");

        valor =51;                       //51 Valor tolva Cargada

envia[0] = valor;

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(50);

}

}

/*-----Cuerpo función girar-----*/

void gira_carrusel()

{

girar.        envia[0] = 52;                //Enviamos el valor 52, indicando que la maquina esta por

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(500);

lcd_gotoxy(1,1);

printf (lcd_putc, "\f*****Girar*****\n****Carrusel****");

delay_ms(1000);

printf (lcd_putc, "\n");
```

```
        while(input_state(PIN_B5)==0)           //mientras sensor parada este en bajo
        {
            output_high(PIN_A4);                //Muevo carrusel
            lcd_gotoxy(1,1);
            printf (lcd_putc, "f*****Girando*****");
            delay_ms(1000);
            printf (lcd_putc, "\n");
        }

        If(input_state(PIN_B5)==1)
        {
            output_low(PIN_A4);
            envia[0] = 53;    //Enviamos el valor 53, indicando que la maquina dejó de girar.
            usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE);    //Enviamos el dato por USB.
            delay_ms(500);
        }
    }
/*
void Solicitar_Valor_Q()
{
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf (lcd_putc, "fIngrese valor Q");
    delay_ms(1500);

    envia[0] = 54;                //Enviamos el valor 54, Solicitando ingreso Q.
    usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE);    //Enviamos el dato por USB.
    delay_ms(500);
    if(usb_kbhit(1))
    {
        usb_get_packet(1, data, 8);                //Leo datos buffer
        Q=data[1];                //Asigno a Q el valor recibido por el puerto USB
    }
}
```

```
printf (lcd_putc, "\fValor Q:%u", data[1]);
delay_ms(13000);
}
}
*/
void Temperatura()
{
while(input_state(PIN_B0)==0)           //mientras sensor de temperatura este bajo
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\fTemperatura\nFuera de Rango");
delay_ms(1000);
envia[0] = 55;                          //Enviamos el valor 55, indicando que la temperatura no
llego al Setpoint.
usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE);           //Enviamos el dato por USB.
delay_ms(500);
}
if(input_state(PIN_B0)==1)              //Si sensor temp esta en alto
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\fTemperatura\nCorrecta");
delay_ms(10);
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\n");
envia[0] = 58;      //Enviamos el valor 58, indicando que la temperatura ha llegado al Setpoint.
usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE);           //Enviamos el dato por USB.
delay_ms(50);
}
}
void Inyeccion()
{
//Tolva cargada?
```

```
//Pregunta si molde tiene calzado
Tolva();
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\fInyectando*****");
delay_ms(1000);
envia[0] = 56; //Enviamos el valor 56, indicando que inicia inyección.
usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
delay_ms(500);
output_high(PIN_A2); //Cabezal de inyección On encendido
output_low(PIN_A3); //Cabezal Off apagado
delay_ms(10000); //Demora de 10 segundos
while(input_state(PIN_B1)==0) //Mientras sensor Llenado_ok no esta en alta
{
delay_ms(1000); //Demora de 1 segundos
}
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\fFin Inyectando");
delay_ms(1000);
envia[0] = 57; //Enviamos el valor 57, indicando el fin de inyectado.
usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
delay_ms(500);
output_low(PIN_A2); //Cabezal de inyección On
output_high(PIN_A3); //Cabezal Off
// Cabezal off debería estar siempre encendido, solo apagado cuando cabel on esta encendido
}
void Estacion_Cargada()
{
while(input_state(PIN_E0)==0) //mientras sensor de molde este bajo,08/04/2016 cambio de C1 a E0, por
problemas en el pin, sensor molde
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc, "\fMolde\nVacio");
```

```
delay_ms(1000);

envia[0] = 59; //Enviamos el valor 59, indicando que molde esta vacio.

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(500);

gira_carrusel();

}

if(input_state(PIN_E0)==1 //Si sensor molde esta en alto

{

lcd_gotoxy(1,1);

printf (lcd_putc,"%fMolde\nCargado");

delay_ms(500);

envia[0] = 60; //Enviamos el valor 60, indicando que molde esta
cargado.

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(500);

}

}

void Liberar_Molde()

{

while(input_state(PIN_E0)==1 //mientras sensor molde este alto

{

lcd_gotoxy(1,1);

printf (lcd_putc,"%fMolde\nCargado");

delay_ms(1000);

envia[0] = 60; //Enviamos el valor 60, indicando que molde esta cargado.

usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.

delay_ms(500);

//No hace falta enviar valor 60

gira_carrusel();

}

//goto Solicitar_Valor_Q;

}
```

```
/*-----Cuerpo Programa-----*/

void main()

{
    //Cuerpo principal del programa.

    setup_adc_ports(NO_ANALOGS|VSS_VDD);

    setup_adc(ADC_OFF);

    setup_psp(PSP_DISABLED);

    setup_spi(FALSE);

    setup_wdt(WDT_OFF);

    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL);

    setup_timer_1(T1_DISABLED);

    setup_timer_3(T3_DISABLED|T3_DIV_BY_1);

    setup_ccp1(CCP_PWM);

    setup_ccp2(CCP_PWM);

    setup_timer_2(T2_DIV_BY_1,249,1);

    setup_comparator(NC_NC_NC_NC);

    setup_oscillator(False);

    //port_b_pullups(TRUE);

    //*****Inicializaciones*****

    lcd_init(); //Inicia LCD

    usb_init_cs(); //inicia el USB y sale. Va de la mano con usb_task().

    P=0; //Inicializamos el valor de P en cero

    Q=0;

    /*-----Nombre del Programa-----*/

    lcd_gotoxy(1,1);

    lcd_putc("\fPrograma inyectora 13042016");

    delay_ms(5000);

    /*-----Inicialización-----*/
```

```
lcd_gotoxy(1,1); //Posiciona cursor en 1;1
lcd_putc("\f\n\f"); //Limpia pantalla LCD
delay_ms(50);
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putc("-----Inicio-----\n*****");
delay_ms(5000);
while(true) //Bucle infinito
{
    If(input_state(PIN_C0)==0) //Si Pin C0 esta en estado bajo
    {
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc("\fCONECTAR\nCABLE USB"); //Solicito conexión a puerto USB
        delay_ms(40);
    }
    If(input_state(PIN_C0)==1) //Si Pin C0 esta en estado alto,
    {
        usb_task(); //Configuramos el puerto USB.
        If(usb_enumerated()) //Si el dispositivo fue enumerado por el host.
        {
            lcd_gotoxy(1,1);
            lcd_putc("\fUSB CONECTADO"); //Mostramos en Display mensaje de USB
            Conectado
            delay_ms(100);
            Temperatura();
            Tolve();
            gira_carrusel();
            lcd_gotoxy(1,1);
            printf (lcd_putc,"\fIngrese valor Q");
            delay_ms(1500);
            envia[0] = 54; //Enviamos el valor 54, Solicitando ingreso Q.
            usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
            delay_ms(50); //antes 500, cambio a 50 para probar
```

```
if(usb_kbhit(1))
{
usb_get_packet(1, data, 16); //Leo datos buffer
usb_get_packet(1, data, 8); //Leo datos buffer
Q=data[1]; //Asigno a Q el valor recibido por el puerto USB
printf (lcd_putc,"\fValor Q:%u",data[1]);
delay_ms(1000);
while(P<Q) //Si la cantidad de zapatos inyectados (P) en menor
a la cantidad a producir (Q)
{
if(input_state(PIN_B0)==1) //Si Temperatura esta Ok
{
if(input_state(PIN_B4)==1) //Si Tolva es Ok
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc,"\f¿Estación 1\nCargada?"); //Mostramos en Display mensaje
delay_ms(1000);

Estacion_Cargada();

Inyeccion();

P=P+1;

lcd_gotoxy(1,1);
printf (lcd_putc,"\fValor P:%u",P);
delay_ms(1500);

envia[0] = 61; //Enviamos el valor 61, indicando que incremento P.
usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.
delay_ms(500);
}
}
else if (input_state(PIN_B4)==0) //Si Tolva esta vacia llamo función Tolva
{
Tolva();
}
}
```

```
    }  
    else if(input_state(PIN_B0)==0)           //Si temperatura fuera de rango, llamo función  
Temperatura  
    {  
        Temperatura();  
    }  
}  
if(P==Q)                                     //Verifico si P es igual a Q,  
{                                             //Si sensor indica tolva cargada  
    lcd_gotoxy(1,1);  
    printf (lcd_putc,"\fSolicitud\ncompleta");  
    delay_ms(1000);  
  
    valor =62;                               //62 indicando que P es igual a Q  
    envia[0] = valor;  
    usb_put_packet(1,envia,2,USB_DTS_TOGGLE); //Enviamos el dato por USB.  
    delay_ms(500);  
    P=0;  
    Liberar_Molde();  
}  
}  
}  
}  
}
```

**Entrevista al Sr. Alfredo Castillo - Encargado del área de Calzado de CONFECAT S.A.
23 de Agosto de 2013 - 16:30 Hs.
Planta Industrial de CONFECAT S.A.**

- Entrevistadoras: ¿Cómo surge el problema?

- Alfredo Castillo: surge por un problema de calidad

- E: ¿A qué área pertenece el problema?

- AC: el problema pertenece a la inyección de PVC en el área de calzado

- E: ¿Que observaron en la inyectora de PVC que era incorrecto?

-AC: El problema fue que el calzado no copia bien la matriz. La planta no es una copia fiel de la matriz. Tiene un volumen que no está cumpliendo en todos los casos.

- E: Hablando de parámetros, ¿utilizan normas de calidad?

-AC: Si se usan normas de calidad, se basan un sistema de gestión de las 9000 y las normas IRAM 3610 tiene como requisito a cumplir como calzado de seguridad (norma de calidad)

- E: ¿Tienen normas de higiene y seguridad?

-AC: Si se tienen, estamos certificando en la normas de calidad en la ISO 14000, pero si hay normas de higiene y seguridad.

- E: ¿Cuáles son los tipos de errores?

-AC: uno es el defecto donde la planta no es copia fiel de la matriz, sale con defecto. Dos, originado por la misma causa, es que hay diferencia en los pesos de las plantas.

- E: ¿Estos errores son debidos al PVC?

-AC: no, son problemas con el sistema de funcionamiento de la inyección.

-E: ¿Tiene algún referente o tabla donde se indiquen los errores?

-AC: Si, hay indicadores que son detectados en calidad y que próximamente se pondrá un indicador por el tema del peso.

-E: Además de los indicadores,¿ hay algún procedimiento para hacer el control de calidad?

-AC: si, hay un manual donde se clasifican los defectos. El manual es interno de la fabrica y se puede acceder a ellos.

-E: ¿Se capacitan a los operarios para que no hayan errores?

-AC: se realizan capacitaciones para el uso de la herramienta (inyectora) para poder asegurar la calidad, pero no solo dependen de ellos, sino de la herramienta.

-E: ¿Se pueden prevenir los errores?

-AC: si, pero se deberían realizar modificaciones a la inyectora.

-E: ¿A todo?¿ Desde los moldes hasta los tiempos de inyección?

-AC: Poniendo tiempos fijos, cambiando el principio de funcionamiento de la maquina.

-E: Con respecto al tema de los errores, ¿cuándo son capacitados los operarios? ¿Antes de realizar la tarea o cuándo ya la están haciendo?

-AC: las dos cosas, hay algunos que se dan cuenta que esta mal y lo corrigen y los que no, pasan a otro puesto donde lo descubren y lo pasan nuevamente al puesto de inyeccion para que sea rehecho, se produce un reproceso, eso también habría que controlar porque se pierde tiempo haciendo de nuevo el misma zapato

-E: ¿La inyectora de pvc tiene los procesos automatizados?¿ requiere de la intervención permanente de un operario?

-AC: si, cuando hablamos de automatismo, hay que ver si es total o parcial, en nuestro caso es parcial. Algunos movimientos son automatizados y otros no, en nuestro caso se necesita de un operario que verifique y opere la maquina.

-E: De lo que pudimos observar, vimos que los tiempos de inyección son variables, ¿a que se debe esto?

-AC: Dependen de, por ej, si ud. inyecta, para que se llene el molde todo va a depender de la temperatura del material, la temperatura ambiente, el peso especifico que tenga el producto, del tiempo de enfriado (transformación a solido que tenga el producto), del volumen de la matriz.

-E: ¿ Tiene registro de estos tiempos?

-AC: no, porque en este caso esta funcionando con un microswitch que es activado por presión, que cuando se llena el molde, presiona el switch y recién corta, osea no depende del indicador que se le ponga al equipo ni del operador. Si el material está lento, más tiempo tarda en completarse el molde y hacer presión en el microswitch.

-E: El proceso de enfriado, el calzado da tres vueltas y recién se enfría, ¿son necesarias estas vueltas para sacarlo?

-AC: si, porque no tiene sentido, en nuestro caso, sacarlo antes porque como hay una sola inyectora es lo mismo, sacarlo antes que después (como ahora).

-E: ¿ Tiene conocimientos de cómo acelerar el proceso de enfriado del PVC en el calzado?

-AC: no, pero se podria averiguar, poniendo algún catalizador

-E: ¿ La producción se realiza a pedido o por stock?

-AC: Depende como este el mercado, si hay demanda, se hace por pedido de cliente. Si no hay mucha demanda, se lo hace por estadística de venta. Osea, se debe tener mercadería para ofrecerla al mercado. Se tienen estadísticas anuales. Se produce hasta un límite, hasta donde se pueda almacenar.

-E: Le realizan mantenimiento a la maquina?

-AC: si.

-E: ¿Cada cuanto tiempo?

-AC: hay un plan de mantenimiento.

-E: ¿Tienen producción rechazada?

-AC: de parte de un cliente no, los rechazos que existen son internos. Tenemos un sistema de reclamo del cliente, el Vendedor recibe el reclamo, pasa al depto. de Reclamos, y además tenemos un asesor técnico que recorre el país. Los reclamos, también, son recibidos por teléfono y nuestro sitio web la pagina desde donde son remitidos al dpto. Reclamos