

Control y supervisión de un sistema *pick & place* neumático a través de un PLC y un sistema SCADA

Control and monitoring of a pneumatic pick & place system through a PLC and SCADA system

Jimmy Alexander Cortés Osorio¹, Jairo Alberto Mendoza Vargas², José Agustín Muriel Escobar³

Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

jacoper@utp.edu.co

jam@utp.edu.co

agustin.muriel@utp.edu.co

Resumen— La necesidad de incorporar en los procesos industriales funciones de control y supervisión, ha favorecido el surgimiento de aplicaciones de *software* que permiten monitorear, adquirir datos y controlar las funciones del proceso.

Adicionalmente; la función específica de control se delega a un controlador lógico programable (PLC) y la comunicación entre éste y el PC se efectúa a través de aplicaciones estándar que facilitan el intercambio dinámico de datos.

En este artículo se presenta a modo de ejemplo, el control de un sistema *pick & place* neumático por medio de un PLC y su supervisión se realiza empleando un *software* comercial llamado *Intouch*, el cual hace las veces de SCADA. El enlace de comunicación entre control y supervisión se realiza por medio de una aplicación llamada *IPC Data Server*. Así mismo se expone la metodología en detalle para la implementación de este proceso, teniendo en cuenta que se pueden incluir variables discretas o continuas y la generación de alarmas, tendencias, entre otros aspectos.

Palabras clave — control secuencial, DDE, *Intouch*, *pick & place*, PLC, SCADA.

Abstract— The need to incorporate industrial process control and monitoring functions, has favored the emergence of software applications that allow monitoring, data acquisition and process control functions.

Additionally, the specific control function is delegated to a programmable logic controller (PLC) and the communication between it and the PC is via standard applications that facilitate dynamic data exchange.

This article is presented as an example, the control of a pneumatic *pick & place* through a PLC and monitoring is done using commercial software called *Intouch*, which serves as SCADA. The communication link between the control and monitoring is done through an application called *IPC Data Server*. Also discussed in detail the methodology for implementing this process, taking into account which may include discrete or continuous variables and the generation of alarms, trends, among others

Key Word —, sequential control, DDE, *Intouch*, *pick & place*, PLC, SCADA

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se plantea una tarea de control, es necesario pensar en la interacción fluida de los componentes de la pirámide de la automatización [1] en este caso específico se trata de la relacionar en los tres (3) primeros estadios de dicha pirámide; ya que se plantea a lo largo de éste artículo, el control de un sistema que posee actuadores neumáticos; su control es por medio de un PLC y su supervisión se efectúa mediante el empleo de un sistema SCADA. (Ver figura 1).

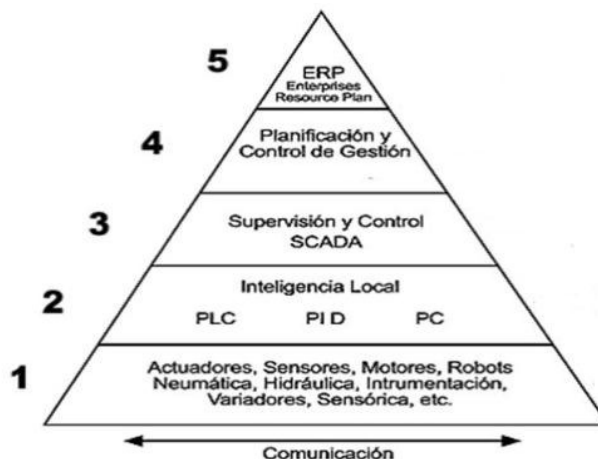


Figura 1. Pirámide de la automatización

Cabe anotar, que el resultado de controlar y supervisar un proceso, abre un camino expedito para que a través de las alarmas, análisis de tendencias, entre otros; se puedan tomar decisiones hacia el vértice de la pirámide.

¹Ingeniero Electricista, Magíster en Instrumentación Física.

³Ingeniero Mecánico, Magíster en Sistemas Automáticos de Producción

²Ingeniero Electricista, Magíster en Instrumentación Física.

II. CONTENIDO

1) SISTEMA PICK & PLACE [2]

Existen operaciones en las cuales es muy costoso la introducción de un robot y es precisamente en este nicho donde los sistemas *pick & place* realizan una labor específica a tal punto que desde el punto de vista de manipulación en los campos de fabricación de maquinaria, se puede establecer la relación mostrada en la figura 2 desde el punto de vista de manipulación de piezas.

Colocar una herramienta	Manipulación de una herramienta	Soldar Pegar
Movimientos no guiados desde la posición inicial hasta la posición final	Operaciones de manipulación	Movimientos guiados por su forma o elementos técnicos
Colocación en paletas Retirar las paletas	Manipulación de piezas	Unir Alimentar

Figura 2. Distribución general de procesos técnicos [2]

Con base en lo anterior, se observa que una tercera parte de los procesos se enfoca al mecanizado de piezas, mientras que otro tercio a operaciones de montaje y el último tercio a labores de manipulación, transporte y almacenamiento.

Los sistemas *pick & place* suelen tener pocos grados de libertad y moverse dentro de secuencias fijas; podría incluso afirmarse que son robots de propósito específico. El concepto de *pick & place*, es decir, tomar y colocar, es muy acertado, ya que tanto la operación de tomar una pieza como la de colocarla se refiere a los puntos finales de una secuencia de movimientos complementarios entre sí. Para “tomar” una pieza es necesario disponer de un dispositivo para sujetar y elevar una pieza y el término “colocar” se refiere a la entrega de la pieza en un lugar determinado.

En la figura 3, se muestra el sistema *pick & place* sobre el cual trata el presente artículo.



Figura 3. Sistema *pick & place* tipo HSP (Festo)

Desde el punto de vista de los movimientos cíclicos que puede ejecutar un sistema *pick & place*, se pueden distinguir tres operaciones básicas y repetitivas, así:

- Tomar una pieza con la pinza (*gripper*), lo cual se denomina en inglés: *pick-up*
- Trasladar la pieza, lo cual en inglés se denomina: *transfer*
- Abrir la pinza para colocar la pieza en el sitio de destino, lo cual se denomina en inglés: *place*. Ver figura 4.

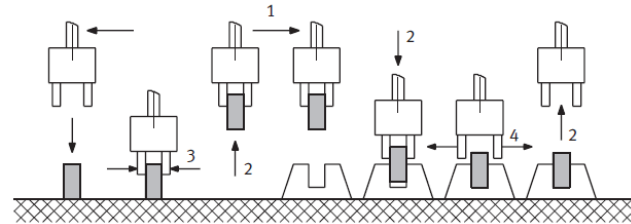


Figura 4. Movimientos de un sistema *pick & place* [2] [3] [4]

2) SCADA[5]

SCADA viene de las siglas de "*Supervisory Control And Data Acquisition*", es decir: Adquisición de datos y control de supervisión. [5]

Se trata de una aplicación *software* especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, entre otros.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.

Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos.

La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN.

Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el *hardware* adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

2.1 Prestaciones de un SCADA

Entre las principales prestaciones que ofrece un sistema SCADA, están:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómat, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

2.2 Módulos de un SCADA

Los principales módulos que conforman un sistema SCADA, son:

- **Configuración:** permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- **Interfaz gráfico del operador:** proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante gráficos sinópticos almacenados en la computadora. También se puede generar gráficos desde el editor incorporado en el SCADA o importarlos desde otra aplicación.
- **Módulo de proceso:** ejecuta las acciones de mando pre programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- **Gestión y archivo de datos:** se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Comunicaciones:** se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

2.3 Prestaciones de un SCADA

Un sistema SCADA debe tener entre otras prestaciones:

- **Generación de alarmas;** que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- **Generación de históricos** de señal de planta, que pueden ser volcados sobre una hoja de cálculo para su evaluación.
- **Ejecución de programas,** que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al PLC, bajo ciertas condiciones.
- **Posibilidad de programación numérica,** que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del computador.
- **Librerías de funciones para lenguajes de uso general** que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con dicho SCADA.

Dentro de los principales proveedores comerciales de sistemas SCADA, cabe destacar los siguientes:

- Empresa Intellution : *ifix*
- Empresa Omron: *SCS*
- Empresa Siemens: *WinCC*
- Empresa Rockwell Automation: *RS-View*
- Empresa GE-Fanuc: *Cimplicity*
- Empresa Festo: *CIROS Industrial*
- Empresa Wonderware: *InTouch*

Con la irrupción de internet en el mundo de las comunicaciones industriales ahora es posible conectarse con un sistema de control situado en cualquier lugar del mundo gracias a la tecnología Web-Server. Para el caso del presente trabajo se va a trabajar con el software *InTouch*. Ver figura 5.

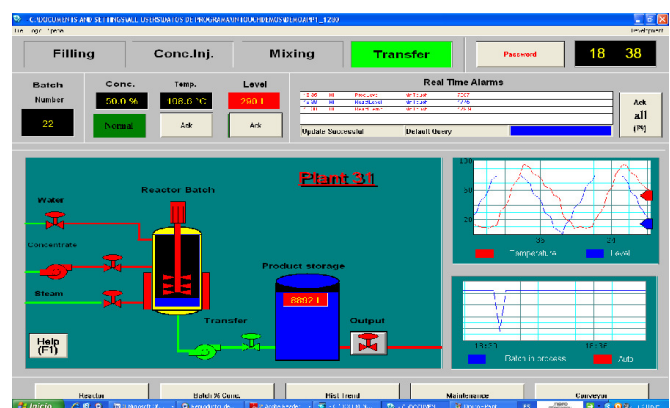


Figura 5. Sistema SCADA con el software *InTouch* [5]

3) COMUNICACIÓN [5] [6]

Para realizar la comunicación entre el controlador lógico programable (PLC) y el sistema SCADA, existen varios sistemas, así:

3.1 DDE (Dynamic Data Exchange), es una tecnología de intercambio de datos que permite que cualquier aplicación basada en Windows, pueda intercambiar información con otra aplicación diferente.

DDE permite que una aplicación ejecute comandos de otra. De esta manera es posible que un programa SCADA abra una hoja de cálculo con solo pulsar un botón. Una aplicación DDE puede ser:

- **Cliente:** solicita datos a un servidor
- **Servidor:** proporciona datos a un cliente
- **Cliente/Servidor:** solicita y proporciona información
- **Monitor:** puede acceder a mensajes sin modificarlos

3.2 OPC (OLE for Process Control), el cual es un estándar abierto que permite un método fiable para acceder a los datos desde aparatos de campo. El método de acceso siempre es el mismo, sin depender del tipo y origen de los datos. Se basa en la metodología COM (*Component Object Model*) de Microsoft, el cual permite cualquier elemento de campo mediante sus propiedades, convirtiéndolo en una interfaz. De esta manera es posible conectar fácilmente cualquier elemento de campo con un servidor de datos local (COM) o remoto (DCOM).

4) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se requiere posicionar piezas de un lugar a otro empleando un sistema *pick and place*, el cual está compuesto de un actuador giratorio neumático (*Rotic*) y un *gripper* o pinza también neumática mostrado en la figura 2.

Para el control, es necesario incluir tres (3) botones que realizan las siguientes funciones, así: Inicio, Paro y Reset
Función de cada pulsador:

- **INICIO** (Color Azul): permite que el sistema se reposicione en un extremo determinado antes de empezar la secuencia
- **PARO** (Color Rojo): detiene la secuencia
- **RESET** (Color Amarillo): ubica el *gripper* en la posición de inicio

Cada botón debe estar alumbrando de forma intermitente antes de ser accionado

Es necesario realizar un SCADA mediante el uso del software *Intouch* y lograr la comunicación entre el PLC y el PC.

El SCADA debe representar el funcionamiento de los dos actuadores neumáticos (*Rotic + Gripper*) y la operación a través de los tres (3) pulsadores.

5) METODOLOGÍA

Para el desarrollo del problema planteado en el ítem 4, se procede de la siguiente manera, así:

5.1 Programación del PLC [7].. En este caso se optó por emplear el controlador FC 440 de la empresa Festo, el cual tiene 12 entradas y 8 salidas digitales Ver figura 6.



Figura 6. Controlador Lógico Programable FC 440 de Festo

5.2 Usando el *software* FST 4.10 de Festo, se elabora el *Allocation List*; el cual está asociado con la asignación de entradas y salidas [8]. del sistema *Pick & Place*, tal como se muestra en la figura 7.

 A screenshot of the 'Allocation List' window from the FST 4.10 software. The window has a blue title bar and contains a table with three columns: 'Operand', 'Symbol', and 'Comment'. The table lists various PLC addresses and their corresponding symbols and comments.

Operand	Symbol	Comment
OO.3		BRAZO IZQUIERDA
OO.4		CERRAR PINZAS
IO.0		PULSADOR START
IO.1		PULSADOR STOP
IO.2		PULSADOR RESET
IO.3		SENSOR DERECHA
IO.4		SENSOR IZQUIERDA
FO.0		MARCA START
F10.0		marca inicial
F10.1		MARCA BRAZO DERECHA
F10.2		MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
F10.3		MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
F10.4		MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA
F10.5		MARCA RESET
F10.6		MARCA STOP
F10.7		MARCA START
P1		PROG. SECUENCIA
P2		PROG. STOP
P3		PROG. RESET
T1		T1
C1		C1
CW1		CONTADOR1

Figura 7. *Allocation List* (Asignación de entradas/salidas del PLC FC 440)

5.3 Se elabora el programa en el PLC usando la opción *Statement List* [9], tal como se ilustra en la figura 8.

```

FESTO - PICK_PLA (Primer programa) - FEC Standard - [P 1 (V1) - SECUENCIA]
Project Edit View Insert Program Online Extras Window Help

STEP 1
IF N T1 'T1
THEN SET OO.3 'BRAZO IZQUIERDA
RESET OO.4 'CERRAR PINZAS
SET F10.0 'marca inicial
RESET F10.1 'MARCA BRAZO DERECHA
RESET F10.2 'MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
RESET F10.3 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
RESET F10.4 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA

STEP 2
IF NOP
THEN LOAD VO
TO CW1 'CONTADOR1

STEP 3
IF NOP
THEN
RESET OO.3 'BRAZO IZQUIERDA

SET F10.1 'MARCA BRAZO DERECHA
RESET F10.0 'marca inicial
RESET F10.2 'MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
RESET F10.3 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
RESET F10.4 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA
SET T1 'T1
WITH 2s

STEP 4
IF AND N IO.3 'SENSOR DERECHA
T1 'T1
THEN SET OO.4 'CERRAR PINZAS
SET F10.2 'MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
RESET F10.0 'marca inicial
RESET F10.1 'MARCA BRAZO DERECHA
RESET F10.3 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
RESET F10.4 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA
SET T1 'T1
WITH 2s

STEP 5
IF N T1 'T1
THEN SET OO.3 'BRAZO IZQUIERDA
SET F10.3 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
RESET F10.1 'MARCA BRAZO DERECHA
RESET F10.2 'MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
RESET F10.0 'marca inicial
RESET F10.4 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA

SET T1 'T1
WITH 2s

STEP 6
IF AND N IO.4 'SENSOR IZQUIERDA
T1 'T1
THEN RESET OO.4 'CERRAR PINZAS
SET F10.4 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA ABIERTA
RESET F10.1 'MARCA BRAZO DERECHA
RESET F10.2 'MARCA BRAZO DERECHA PINZA CERRADA
RESET F10.3 'MARCA BRAZO IZQUIERDA PINZA CERRADA
RESET F10.0 'marca inicial
SET T1 'T1
WITH 2s

STEP 7
IF N T1 'T1
THEN RESET OO.3 'BRAZO IZQUIERDA
INC C1 'C1

STEP 8
= CW1 'CONTADOR1
THEN RESET V3
OTHRW SET T1 'PROG. SECUENCIA
WITH 2s
JMP TO 3
    
```

Figura 7. Listado del programa usando el PLC 440 de Festo

La vista general del listado del programa del PLC muestra que la pinza del sistema *Pick & Place* va simultáneamente de izquierda a derecha abriéndose y cerrándose durante un tiempo de 2 segundos (ver figura 9).

Figura 9. Vista general del programa del PLC

Debe tenerse en cuenta que para descargar el programa al PLC, se le asigna a éste una dirección IP

5.4 Luego de verificar de que efectivamente el programa del PLC no tiene errores, se pasa a establecer la supervisión del sistema *Pick & Place*; para lo cual se accede al *software Intouch* [10] con el fin de realizar la interfaz gráfica o HMI (*Human Machine Interface*); la cual representa el sistema a supervisar. Esta interfaz se elabora usando una aplicación propia de este SCADA, llamada *Windows Maker*. Ver figura 10.

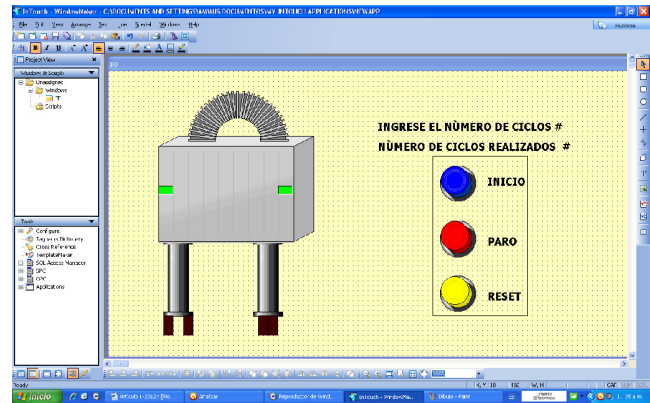


Figura 10. Interfaz gráfica elaborada en el *software Intouch*

5.5 Con el fin de establecer la comunicación con el PLC y el PC, se abre la aplicación de Festo llamada *IPCData Server*, y se configura la dirección IP. Esto permite un intercambio dinámico de datos (DDE) entre el sistema *Pick & Place* controlado por el PLC y el PC donde reside el sistema SCADA; tal como se muestra en la figura 11. [11]

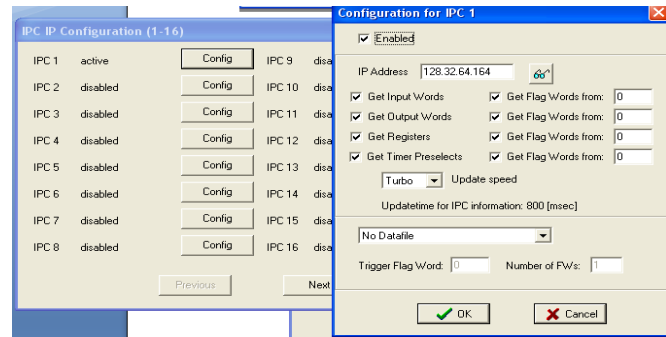


Figura 11. Configuración del IPC Data Server de Festo

5.6 Una vez elaborada la HMI en *Intouch*, se procede allí mismo a configurar el *Access Name* para enlazar datos vía DDE de otras aplicaciones Windows hacia *InTouch*, tal como se aprecia en la figura 12.

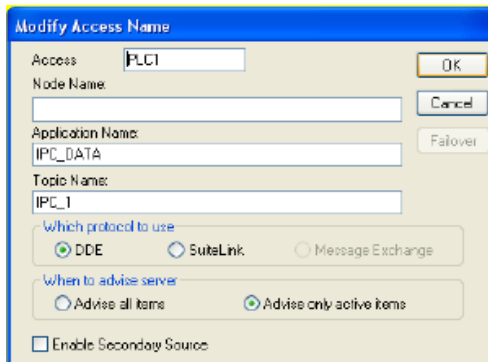


Figura 12. Configuración del Access Name en Intouch

5.7 Desde la opción Access Name del Intouch, se configuran las señales de entrada y salida que tenga el sistema, teniendo en cuenta si estas son continuas o discretas. Esta operación implica el uso de Tags names. Ver figura 13.

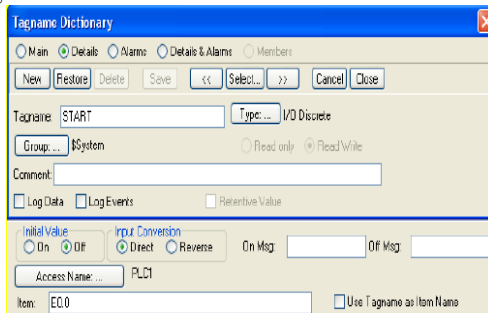


Figura 13. Configuración de Tags names desde Intouch

5.8 Usando la opción Runtime del software Intouch, se controla el sistema Pick & Place desde el PC a través de los pulsadores de la interfaz y ésta a su vez se comunica con el sistema físico por medio de la aplicación DDE tal como se muestra en la figura 14.

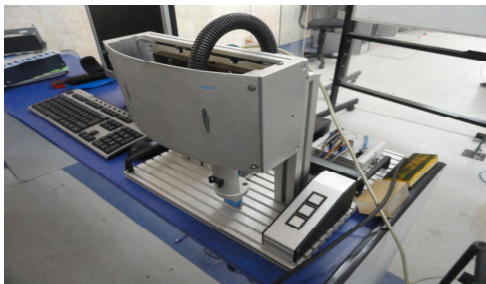


Figura 14. Sistema Pick & place en fase final

III. CONCLUSIONES

- Es posible realizar el control y supervisión de un sistema en forma remota a través del uso de un PLC y un sistema SCADA

- El proceso de generación de alarmas, históricos (tendencias), facilita el monitoreo y toma de decisiones.
- A través del uso de Scripts en el Intouch, se facilita la creación de acciones de control complementarias.
- Haciendo uso de la extensa librería de funciones y gráficos que posee el Intouch, es viable la representación fidedigna de cualquier tipo de proceso a nivel industrial.
- Debido a que es necesario usar variables continuas o discretas en la representación de un proceso; el uso de PLC's y sistemas SCADA permiten su representación y control de forma adecuada.
- En la actualidad existen PLC que incorporan pantalla HMI donde es posible realizar el control y supervisión del proceso.
- El intercambio dinámico de datos DDE, se realizó en este trabajo por medio del IPC Data Server; pero existen otras opciones alternas tales como el OPC Link
- La metodología planteada permite trabajar con otros tipos de procesos al igual que con diferentes marcas de PLC y sistemas SCADA.

REFERENCIAS

- [1] J. Cortés, J. Mendoza, A. Muriel. *Control secuencial de un circuito electro neumático a través de un PLC*. Revista Scientia et Technica. Universidad Tecnológica de Pereira. Año XVI, No 48. 2011.
- [2] S. Hesse. *Sistemas modulares de manipulación..* Blue Digest on Automation, Festo AG & Co. 2000
- [3] S. Hesse. *Las pinzas y sus aplicaciones*. Blue Digest on Automation, Festo AG & Co. KG. 2004
- [4] S. Hesse. *Sujetar con aire comprimido y vacío*. Blue Digest on Automation, Festo AG & Co. 2000
- [5] A. Penin. *Sistemas SCADA*. México. Alfaomega Grupo Editor. 2007
- [6] V. Guerrero, R. Yuste, L. Martínez. *Comunicaciones Industriales*. México Alfaomega Grupo Editor. 2010
- [7] R. Ackerman, J. Franz, T. Hartmann, M. Kantel, B. Plagemann. *Controles lógicos programables*. Esslingen. Festo Didactic. 1994
- [8] E. Mandado, J. Marcos, C. Fernández, J. Armesto. *Automatas programables y sistemas de automatización*. México. Alfaomega Grupo Editor. 2010
- [9] B. Plagemann. *Automating with FST 4*. Blue Digest on Automation, Festo AG & Co. KG. 2004
- [10] *InTouch Users Guide*. Invensys Systems. Wonderware. 2010
- [11] J.A. Velásquez. *Control y supervisión de un sistema electroneumático*. vol 11. pp 73-78. Revista Facultad Ingeniería Industrial. URP. Lima. 2008