

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN COMUNICACIONES INALÁMBRICAS INDUSTRIALES (IWLAN)

Nervo Ricardo Loayza Romero

Director: Ing. Hugo Ortiz
Codirector: Ing. Rodolfo Gordillo

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
Av. El Progreso s/n, Sangolquí, Ecuador

RESUMEN

El presente artículo resume el diseño e implementación de un sistema de entrenamiento en comunicaciones inalámbricas industriales (IWLAN) enfocado a mejorar el laboratorio de PLCs del Departamento de Eléctrica y Electrónica (DEEE) de la ESPE, con esto se conseguirá ampliar el ámbito de estudio en el campo de las redes inalámbricas y dotar de nuevos dispositivos para uso de los estudiantes con el propósito de ir a la par con las nuevas tecnologías que aparecen en el ámbito de la automatización de procesos en la industria como la comunicación inalámbrica industrial que es uno de los temas actuales que se maneja en el mundo del control y la automatización ya que ofrece muchas ventajas con respecto a una comunicación con cable.

Por último, se elaboraron y se desarrollaron prácticas de laboratorio en simulación de procesos reales. La implementación de los ejercicios de aplicación propuestos en cada práctica mediante el sistema de entrenamiento IWLAN, ofrece una garantía de que al final de las prácticas se hayan adquirido buenas bases sobre el tema, y que servirán mucho a la hora de hacer frente a las diversas situaciones que conlleva el ámbito del control y la automatización industrial.

Palabras Claves: automatización, IWLAN, comunicación inalámbrica, redes inalámbricas.

I. INTRODUCCIÓN

Por medio de la implementación de una solución inalámbrica es posible sustituir las conexiones eléctricas que están sometidas al desgaste natural (por ejemplo conductores de contacto). En una solución inalámbrica pueden emplearse sistemas de transporte sin conductores o dispositivos de manejo y mantenimiento personalizados.

La familia de especificaciones 802.11 para una WLAN fue desarrollada por un grupo de trabajo internacional del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). IEEE 802.11 en sus variantes 802.11 a, b, g ofrecía hasta el año 2009 una velocidad máxima de 54 Mbps. A partir de octubre del 2009 con la llegada del estándar 802.11 n supera los 100 Mbps. Todas ellas usan el protocolo Ethernet y CSMA/CA¹ para compartir el acceso. Estas normas operan en la banda no licenciada de 2.4 GHz y son compatibles entre sí.

Las propiedades, como frecuencia de emisión, capacidad de transferencia y procedimiento de modulación, se resumen en la tabla 1.

¹ Carrier Sense Multiple Access with Collision Access

	802.11 “a”/“h”	802.11 “b”	802.11 “g”	802.11 “n”
Banda de frecuencias	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 o 5 GHz
Velocidad de transferencia bruta	54 Mbits/s	11 Mbits/s	54 Mbits/s	600 Mbits/s
Procedimiento de modulación	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM, DSSS

Tabla. 1. Propiedades de las variantes del estándar IEEE 802.11

El estándar 802.11n es la puerta de entrada a un nuevo mundo para las redes inalámbricas de empresa. 802.11n significa mayor velocidad de transferencia, mayor alcance y una cobertura más fiable lo que representa una significativa mejora en el rendimiento.

Los componentes básicos de una WLAN son los Access Point - AP y los adaptadores de cliente (Client Adapter): Un access point actúa como puerta de enlace entre la parte cableada de la red y la parte inalámbrica y los adaptadores de cliente WLAN proporcionan la conexión inalámbrica a equipos terminales como ordenadores portátiles, PDA, etc.

II. LAN Inalámbricas Industriales

Arquitectura de red: En las redes LAN² Inalámbricas se distingue entre dos tipos de red:

- Modo de infraestructura: Conexión de estaciones a través de un access point común
- Red ad hoc: Conexión directa entre las estaciones

Modo de infraestructura

En el modo de infraestructura como se observa en la figura 1, la comunicación tiene lugar a través de un access point,

pues las estaciones deben darse de alta con él y transmitir en el canal que éste les indique.

La red inalámbrica tiene un nombre único. Todos los dispositivos de intercambio de datos dentro de esta red se deben configurar con este nombre.

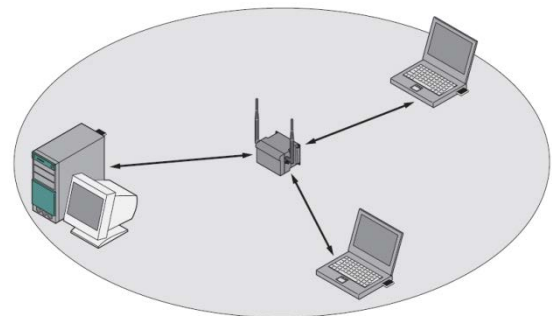


Figura. 1. Configuración autónoma de un access point SCALANCE W. La zona gris simboliza el rango inalámbrico del Access Point³

Red ad hoc

Es la forma más sencilla de una red LAN inalámbrica según IEEE 802.11. En una red espontánea de este tipo, las tarjetas de radiotransmisión de los diferentes dispositivos pueden crear de forma rápida y sencilla redes sin una gran estructura y sin la intervención del usuario. Estas redes sirven para el intercambio temporal de datos a poca distancia.

En la figura 2 se muestra un esquema de una red ad hoc.

² Local Area Network (Red de Area Local)

³ SIMATIC NET, Operating Instructions SCALANCE W788-xPRO/RR, Julio 2008, Referencia: C79000-G8976-C184-09.

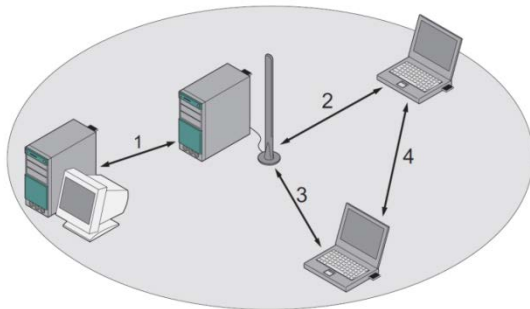


Figura. 2. Red ad hoc, sin access point SCALANCE W⁴

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En la aplicación desarrollada en este proyecto intervienen seis elementos de hardware que son: AP Scalance W788-1 PRO con su fuente de alimentación PS791-1PRO, PLC S7-300, Switch X208, Panel Operador OP-177B que reciben alimentación de la fuente PS 307 5A. Todos ellos están interconectados mediante la interfaz Ethernet Industrial. Además un PC con conexión inalámbrica se podrá conectar con esta red a través del access point.

La implementación de las comunicaciones desarrolladas en el proyecto se divide en dos fases:

1. Comunicación PC – Controlador (PLC).
2. Comunicación Inalámbrica PC – Access Point

A continuación se describen los elementos hardware citados, así como el software y los lenguajes utilizados para su programación.

Access Point SCALANCE W788-1 PRO.

Los access point se utilizan para crear redes inalámbricas cumpliendo con la norma IEEE 802.11 a/b/g/h/n, tanto a

⁴ SIMATIC NET, Operating Instructions SCALANCE W788-xPRO/RR, Julio 2008, N°Buscar: C79000-G8976-C184-09.

2.4 GHz y a 5 GHz en un áspero ambiente industrial. Las actuales redes LAN y WLAN se pueden ampliar simplemente con Industrial Wireless LAN utilizando los access point SCALANCE W-780 que se muestra en la figura 3.

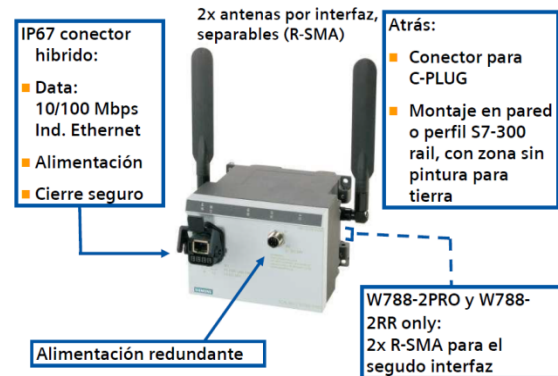


Figura. 3. Access Point SCALANCE W788-1PRO⁵

Fuente de Alimentación PS791-1PRO

La PS791-1PRO (ver figura 4) es una fuente de alimentación AC/DC para tensiones de entrada de 90 V a 265 VAC para todos los productos Scalance. Tiene un grado de protección IP65 y se puede instalar directamente en los equipos SCALANCE W-700 y SCALANCE X-200, aunque también resulta adecuada para montaje en pared o perfil soporte (del S7-300 o en perfiles estándares).

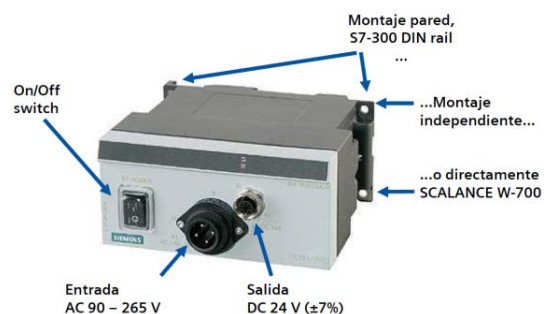


Figura. 4. Fuente de Alimentación PS791-1PRO⁶

⁵ y ⁶ Siemens, Wireless Fidelity, “Tecnología y Configuración del sistema”, [Online]. Disponible: http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/2828/WiFi_Complet_a.pdf.

Controlador Lógico Programable (PLC)

En este proyecto se ha utilizado un PLC serie S7-300 de Siemens, modelo CPU 315F-2 PN/DP. Los controladores de esta familia son PLCs de gama media, rápidos, de alto rendimiento y versátiles, indicados para aplicaciones con un grado de automatización medio-alto. En la figura 5 se observa la estructura de una CPU de esta gama.



Figura. 5. Vista general de una CPU315

Industrial Ethernet Switch SCALANCE X-208

SCALANCE X-200 brinda la posibilidad de mantener bajo permanente vigilancia a los componentes de una red por medio de contactos de señalización, navegadores de Web, diagnóstico PROFINET. Los equipos de la línea de productos SCALANCE X-200 permiten crear redes Industrial Ethernet de bajo coste de topología lineal, en estrella o anillo con funcionalidad de *Switching*. La figura 6 muestra la estructura del Scalance X208.



Figura. 6. Vista general de un X-208⁷

⁷ Industrial Communication, "Industrial Ethernet Switches" SCALANCE X-200, Instrucciones de servicio, Referencia: A5E00349864

Panel de Operador SIMATIC OP-177B

Equipados con funcionalidad práctica y una amplia memoria central, los paneles de operador OP 177B (ver figura 7) se pueden utilizar siempre cuando se trata de manejar y visualizar máquinas e instalaciones directamente en el lugar de aplicación, ya sea en la automatización de procesos o de edificios.

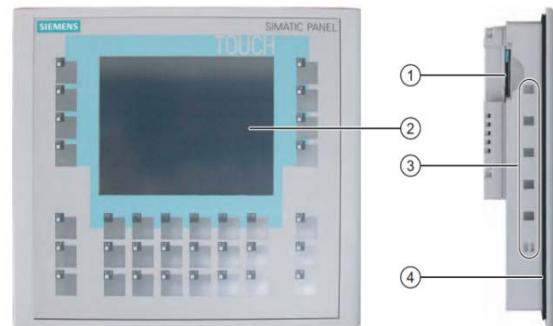


Figura. 7. Panel de operador OP 177B⁸

1. Ranura para una MultiMediaCard
2. Display/Pantalla táctil
3. Escotaduras para sensores
4. Junta de montaje

Software STEP7

El software estándar STEP 7 ofrece toda una serie de herramientas que se muestran en la figura 8. Las herramientas no se deben llamar por separado, puesto que arrancan automáticamente al seleccionarse una determinada función o al abrirse un objeto.

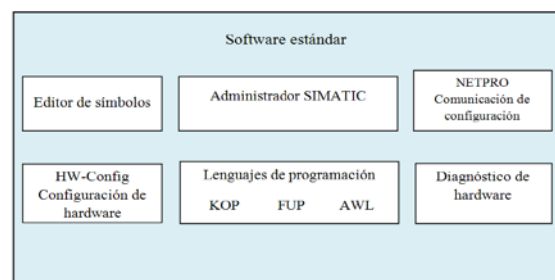


Figura. 8. Herramientas del Step 7

⁸ Tomado de: SIMATIC HMI, Panel de operador OP 177B (WinCC flexible), Instrucciones de servicio, Referencia: 6AV6691-1DG01-0AE1

Administrador SIMATIC

El software SIMATIC de Siemens es el entorno de desarrollo mediante el cual se debe crear y configurar la red Ethernet, constituida por los seis elementos que componen ésta aplicación. También desde este software se ha programado el PLC. Concretamente el paquete de software instalado en el PC de trabajo ha sido el **Step7 V5.4 + SP4**.

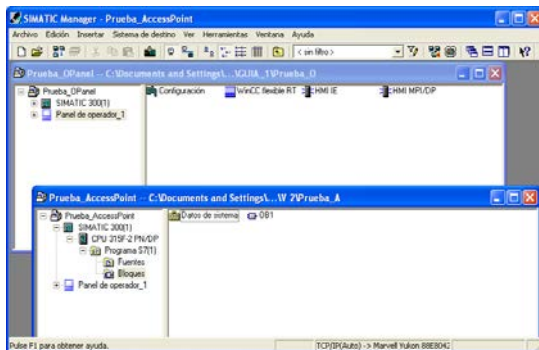


Figura. 9. Ventana del Administrador Simatic

Interfaz hombre-máquina HMI

Un sistema HMI representa la interfaz entre el hombre (operador) y el proceso (máquina/instalación). El PLC posee el verdadero control sobre el proceso. Por lo tanto existe una interfaz entre el operador y WinCC flexible (en el panel de operador) y una interfaz entre WinCC flexible y el PLC. WinCC (Windows Control Center), es el software especial de manejo y visualización para SIMATIC.

Integración de WinCC flexible en STEP 7

Si se utiliza un PLC SIMATIC y además tiene instalado en su sistema el software de programación STEP 7, se puede integrar WinCC flexible en STEP 7.

- El Administrador SIMATIC se puede utilizar como puesto de mando central para crear, editar y administrar los

autómatas (PLC) SIMATIC y los proyectos de WinCC flexible.

- Los parámetros de comunicación del autómata (PLC) se preajustan al crear el proyecto de WinCC flexible. Si se modifican en STEP 7, los parámetros de comunicación se actualizarán en WinCC flexible.



Figura. 10. Parámetros de conexión en WinCC flexible

IV. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO

En la figura 11 se presenta un esquema de la instalación del proyecto con los equipos descritos anteriormente.

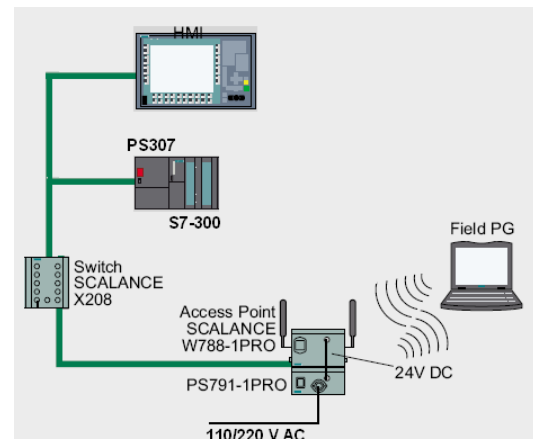


Figura. 11. Esquema de la instalación del proyecto

Nota: La alimentación de 24V del CPU 315F-2 PN/DP, del Panel de Operador OP-177B y el Switch SCALANCE X208 es proporcionada por la fuente de alimentación PS 307 5A. Mientras que para el SCALANCE W788-1 PRO la alimentación de 24V suministra la fuente PS 791-1 PRO.

Para cargar el código de programa de Step7 en la S7-300 y la configuración del access point WLAN se requiere una PC / portátil con interfaz Ethernet y software STEP 7 de la versión 5.4 SP1 en adelante instalado. Las cajas están protegidas contra salpicaduras de agua y tienen una ejecución estanca al polvo con una alta resistencia contra vibraciones y choques.

Marcación y Cableado

Basado en los estándares de calibres AWG mostrados en la tabla 2 según la cual se especifica la capacidad que tienen los diferentes conductores, se establece que para las conexiones del sistema de entrenamiento se emplee cable calibre 16, puesto que se trata de conexiones de control y por tanto manejan cantidades pequeñas de corriente (siempre menores a 6 Amperios).

AWG	18	16	14	12	10	8	6
Amp	3	6	15	20	25	35	50

Tabla. 2. Estandarización de valores AWG.

Distribución espacial de los elementos

Se consideró parámetros de estética, funcionalidad y seguridad:

- El panel de operador está ubicado en la parte superior central. Se buscó lograr con esta ubicación el acceso fácil a este elemento y conservarlo alejado del resto de elementos del sistema.
- A continuación se ubica la fuente de alimentación PS 307 5A y el elemento de control PLC S7-300, aproximadamente en el centro y a la izquierda del tablero. Por facilidad para realizar el cableado, este elemento era preciso que tomara dicha posición.
- Continuando en el centro a la derecha se ha ubicado el access point Scalance W788 junto con su fuente de alimentación, por razones de cableado se decidió que vaya junto al PLC.

- El switch Scalance X208 está ubicado en la parte inferior y a la derecha del tablero. Este elemento por lo general presenta la mayor interacción con el estudiante, y por tanto está alejado de cualquier otro elemento que pueda presentar obstáculos para su debida maniobra.

- El elemento de protección eléctrica está ubicado en la parte inferior izquierda: un Disyuntor bipolar. Se buscó lograr con esta ubicación el acceso fácil a dicho elemento de protección y conservarlo alejado del resto de elementos constitutivos del sistema.

Dimensiones y vistas del sistema

Para tener un acercamiento real a la dimensión física de los tableros es importante presentar las vistas, así como las medidas a escala de los mismos.

Vista Frontal:

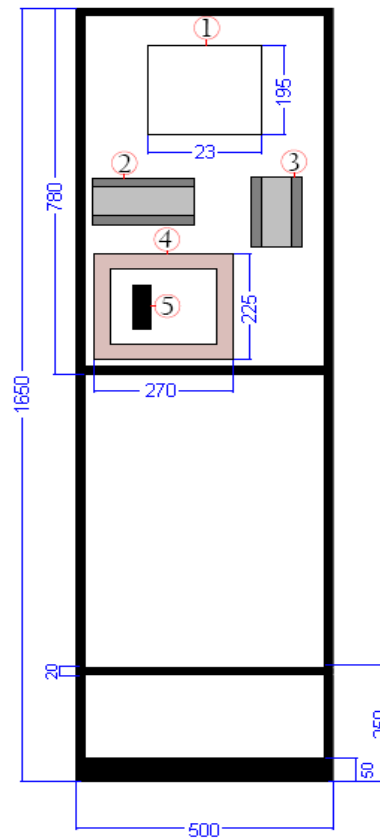


Figura. 12. Vista frontal, medidas en mm

1. Recorte para el Panel de Operador
2. Perfil soporte para Fuente de alimentación PS 307 5A y el PLC S7-300
3. Perfil soporte para el Access Point SCALANCE W788-1 PRO, Fuente de alimentación PS 791-1 PRO y el Switch SCALANCE X208
4. Canaleta
5. Disyuntor bipolar

En la figura 13 se puede observar la distribución a escala exacta de todos los elementos que conforman el tablero, así como las dimensiones del mismo; las reglas ubicadas de forma horizontal y vertical muestran las medidas reales en centímetros para facilidad del observador.

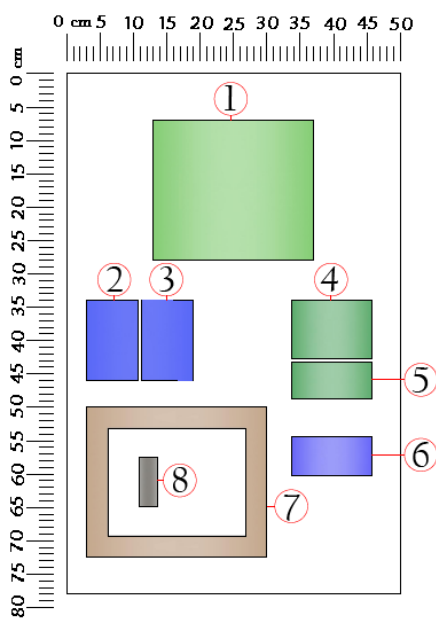


Figura. 13. Esquema a escala, distribución espacial de los elementos

1. Panel de Operador OP-177B
2. Fuente de alimentación PS 307 5A
3. PLC S7-300 CPU 315F-2 PN/DP
4. Access Point SCALANCE W788-1 PRO
5. Fuente de alimentación PS 791-1 PRO
6. Switch SCALANCE X208
7. Canaleta
8. Disyuntor bipolar

Las figuras 14 y 15 muestran las vistas lateral y posterior respectivamente.

Vista Lateral:

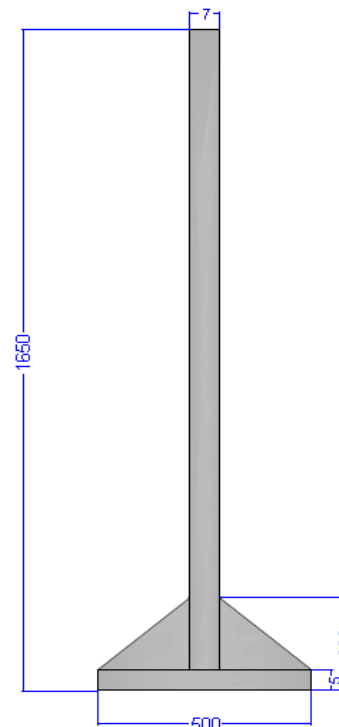


Figura. 14. Vista lateral, medidas en mm

Vista Posterior:

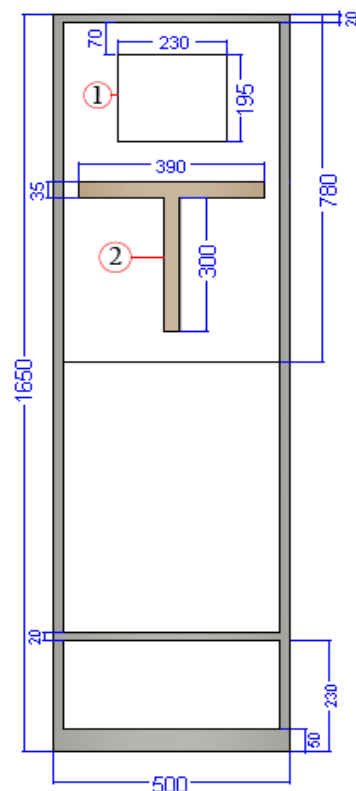


Figura. 15. Vista Posterior, medidas en mm.

1. Recorte para el Panel de Operador
2. Canaleta

Instalación total

Vista Frontal:

En la figura 16 se observa la imagen de la estructura frontal del sistema, la cual permite tener un criterio general de los equipos IWLAN.



Figura. 16. Imagen frontal

En la Figura 17 se muestra la fotografía del acercamiento frontal del sistema de entrenamiento IWLAN.



Figura. 17. Acercamiento frontal

Vista Lateral y Posterior:

La vista lateral y la vista posterior del sistema de entrenamiento IWLAN se muestra en la figura 18.



Figura. 18. (a) Vista lateral (b) Vista posterior

La resistencia a los choques y a las vibraciones o la caja metálica con grado de protección IP65 son algunas de las cualidades de SCALANCE de Siemens. Al igual que la flexibilidad en la alimentación eléctrica especialmente para el punto de acceso.

Pruebas realizadas

Las pruebas efectuadas al sistema de entrenamiento para chequear su normal funcionamiento se resumen a continuación:

- Verificación visual y eléctrica (continuidad) de las conexiones entre los diferentes dispositivos.
- Verificación teórica y práctica de los requerimientos de corriente y voltaje y los valores nominales de los conductores.
- Pruebas de esfuerzo físico a la lámina y los materiales empleados en la construcción del sistema.
- Pruebas de movilidad con el fin de garantizar su versatilidad en la implementación de las prácticas de laboratorio.
- Pruebas de protocolos y software entre el programador y el PLC mediante el cable de interface.
- Por medio de la Simulación de las prácticas diseñadas para el laboratorio, se realizó la prueba final observando el normal funcionamiento de los dispositivos, así como del elemento de protección (disyuntor).

V. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las guías de las prácticas de laboratorio se especifican a continuación:

Práctica # 1.- Control y Monitoreo vía Ethernet

Práctica # 2.- Control y Monitoreo vía Industrial Wireless LAN (IWLAN)

Práctica # 3.- Control y Monitoreo de un proceso industrial vía IWLAN

Práctica # 4.- Mantenimiento móvil vía Industrial Wireless LAN (IWLAN)

En la práctica 1 se pretende familiarizar al estudiante con el PLC de la serie S7-300 de Siemens y con su entorno de programación para desarrollar un proyecto mediante el cual se pueda comunicar vía Ethernet el PLC con un PC a través del software de programación STEP 7. En la figura 19 se muestra la conexión a realizar para la práctica 1

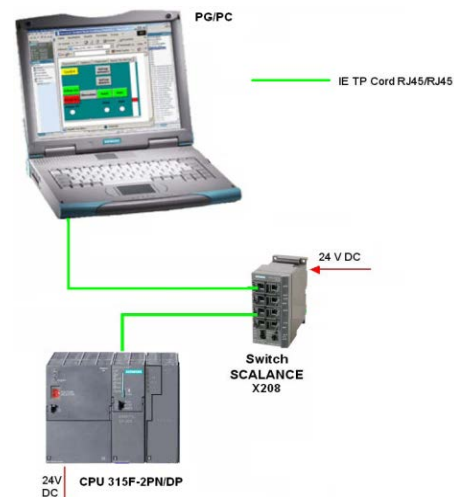


Figura. 19. Esquema de conexión para la Práctica 1

Esta primera práctica consiste en crear un proyecto mediante el administrador Simatic del software Step 7, en el cual el PLC Siemens de la serie S7-300 interactuará con una HMI desarrollada con el software WinCC flexible a través de una comunicación vía Ethernet.

La aplicación para la práctica es el control básico de un Secuenciador-Elevador de 14 niveles. La figura 20 muestra la interfaz diseñada en WinCC flexible.

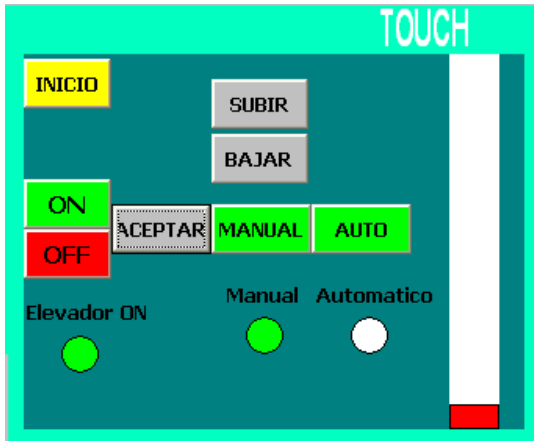


Figura.20. Control del proceso desde el Runtime de WinCC flexible

En la práctica 2 se realizó el acceso inalámbrico a través de Industrial Wireless LAN, para lo cual se debe insertar al proyecto el Access Point Scalance W788-1PRO y utilizar el HMI WinCC flexible para la operación y monitoreo de la planta del Secuenciador-Elevador de la Práctica 1 desde la PC. En la figura 21 se muestra la conexión a realizar para la práctica 2.

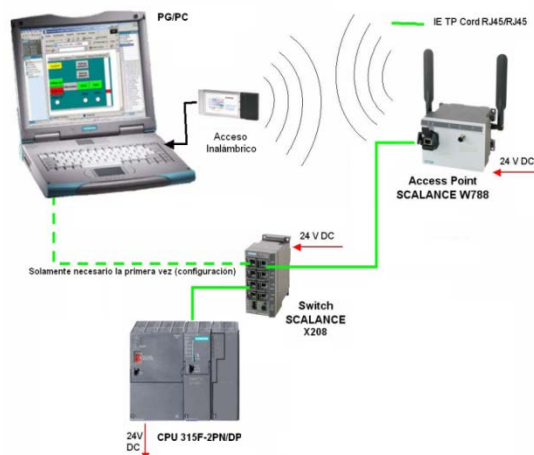


Figura. 21. Esquema de conexión de la Práctica 2

En la práctica 3 consiste en crear un proyecto en el software de programación Step7 para realizar el control y monitoreo de un proceso industrial por medio de una HMI creada en WinCC flexible desde el panel de operador conectado vía Ethernet al PLC S7-300 y desde una PC que accederá al proceso inalámbricamente a través del Access Point.

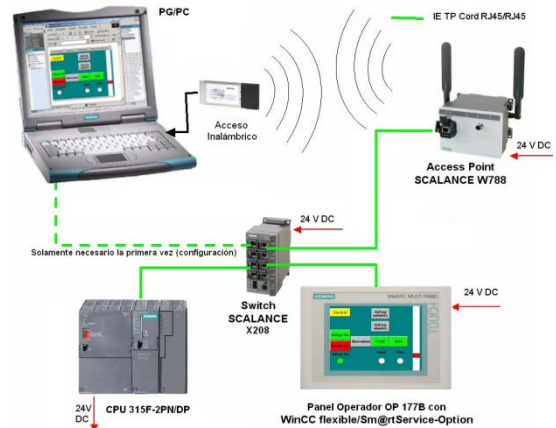


Figura. 22. Esquema de conexión para la Práctica 3.

La aplicación para la práctica 3 es el control y monitoreo de una Pasteurizadora de leche. Para la aplicación industrial de ésta práctica, se deberá lograr el correcto funcionamiento de la planta simulada tomando en cuenta los tiempos necesarios y las temperaturas adecuadas para que el proceso de pasteurización esté dentro de los rangos admisibles. La figura 23 muestra la interfaz diseñada en WinCC flexible.

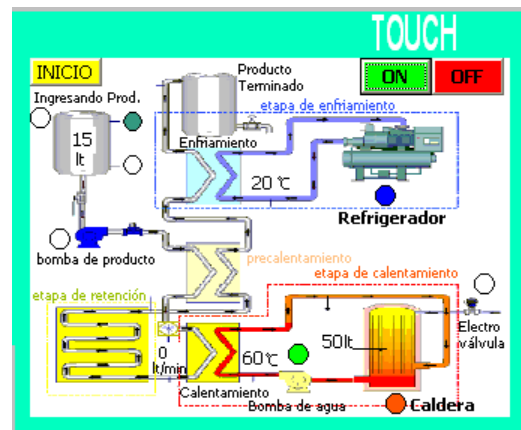


Figura. 23. Control del proceso desde el OP 177B y la PC

En la práctica 4 se utilizó la opción Sm@rtService de WinCC flexible para acceder a través de Internet al panel de operador con el fin de realizar el manejo, diagnóstico y mantenimiento remoto de la estación de control a través de Internet y de la red local por medio de la función Sm@rtClient incluida en WinCC Runtime.

La observación y el control remoto de estaciones con WinCC flexible a través de Internet Explorer requiere una comunicación TCP/IP (LAN, Intranet/Internet (ver figura 24).

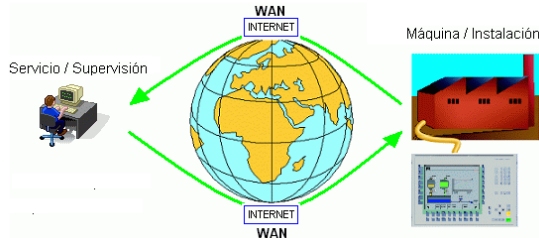


Figura. 24. Esquema para la Práctica 4

En la figura 25 se observa el control remoto del panel de operador OP-177B mediante el Internet Explorer por medio de la funcionalidad Sm@rtService,

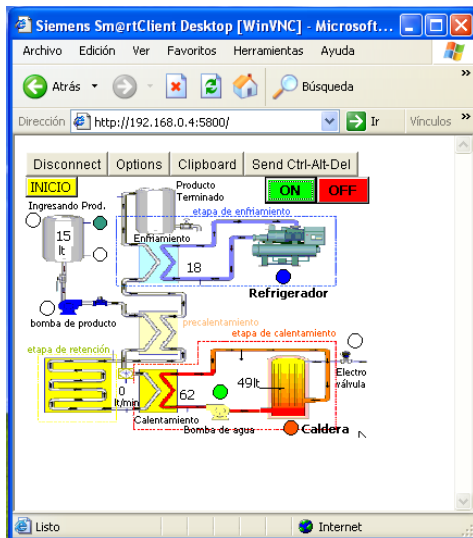


Figura. 25. Monitoreo del proceso vía Internet

VI. CONCLUSIONES

Se han cumplido los objetivos inicialmente propuestos, es decir, se ha logrado establecer una comunicación básica, mediante la interfaz Inalámbrica entre PC y el Access Point, así como también comunicar al resto de elementos que componen la red mediante la interfaz Ethernet Industrial: PLC, switch y panel de operador.

El diseño y la implementación del sistema de entrenamiento IWLAN desarrollado en el presente proyecto cumplen con la necesidad de integrar los equipos de esta tecnología adquiridos por el Departamento de Eléctrica y Electrónica con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes de Automatización y Control.

Es relativamente fácil el crear una red híbrida, porque seguiríamos teniendo las ventajas de la velocidad que nos brinda la parte cableada y expandiríamos las posibilidades con la parte inalámbrica, en este trabajo se observó la implementación de una red híbrida Ethernet, que se puede considerar una de las redes de más uso en el mundo.

La configuración y las funciones de diagnóstico están integradas en la herramienta de ingeniería STEP 7. Esto incrementa la disponibilidad de las instalaciones y ofrece ventajas en los ámbitos de la ingeniería, de la puesta en servicio y en la fase operativa.

Los productos de Industrial Wireless LAN SCALANCE se distinguen por su construcción robusta y por la clase de protección IP65 lo cual permite una instalación sin armario, asimismo, SCALANCE W ofrece funciones con las que pueden conectarse aparatos de campo con controladores en el ámbito de alto rendimiento.

Con Industrial Wireless LAN (IWLAN) se cumplen los elevados requisitos de fiabilidad y rendimiento en la comunicación por radio, porque los tiempos de tránsito y las velocidades de transferencia están definidos de forma previsible. Esta propiedad es una función que sólo ofrece IWLAN de SIMATIC NET.

Una vez que se ha tenido la oportunidad de haber hecho uso de algún dispositivo inalámbrico que

proporcionase datos o información requerida con independencia del lugar, es prácticamente imposible olvidar las características que los hacen tan especiales.

VII. RECOMENDACIONES

Antes de empezar cualquier práctica se debe conocer el funcionamiento de todos los equipos y elementos que componen el sistema, y verificar que estén conectados correctamente para evitar daños a los equipos, y lo que es más importante daños al operador.

Se recomienda dar el uso adecuado del sistema de entrenamiento IWLAN para sacar el máximo provecho de la tecnología actual para de esa manera poder defendernos en el campo industrial y aplicar los conocimientos básicos aprendidos en el laboratorio.

Es importante tener mucho cuidado con la superficie del panel operador contra golpes o rayaduras por que podría causar daños considerables al Panel.

El Access Point presenta varias opciones de configuración y esto puede ocasionar complicaciones e incompatibilidades en la red inalámbrica WIFI, por esto se recomienda realizar la misma configuración a todos los Access Point de la red.

Para conectarse a la red inalámbrica puede ser necesario desactivar el Firewall y la protección antivirus, para ello ir al centro de seguridad, y configurar estos requerimientos

Se recomienda guardar un archivo independiente de todos los programas que se utilizan para poder utilizarlos en el futuro o realizar correcciones.

Se recomienda utilizar el manual de prácticas de laboratorio para una mejor comprensión de la programación y utilización en general de los módulos.

Se debe realizar un mantenimiento del módulo para evitar su deterioro.

La memory card debe estar siempre instalada en el PLC, puesto que sin esta no podremos cargar el programa en la CPU del PLC.

VIII. BIBLIOGRAFIA

[1] SIMATIC NET, Operating Instructions SCALANCE W788-xPRO/RR, Julio 2008, Referencia: C79000-G8976-C184-09.

[2] SIMATIC NET, System Description, Setup of an Industrial Wireless LAN, Version 1.1, Julio 2007, ID Number: 22681042.

[3] SIMATIC NET, “*Industrial Wireless LAN*”, [Online]. Disponible: http://cache.automation.siemens.com/dnl/DIzNjk3AAAA_1254686_HB/S7komm_s.pdf.

[4] Guerreo, Vicente / Martínez, Luis / Yuste, Ramón, “*Comunicaciones Industriales*”, 1ra. Edición, Editorial Marcombo, España 2009.

[5] SIMATIC, System Manual Industrial Communication, “*Ethernet Networking*” Referencia: 6GK1970-1BA10-0AA0.

[6] Siemens, Wireless Fidelity, “*Tecnología y Configuración del sistema*”, [Online]. Disponible: http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/2828/WiFi_Completa.pdf.

Datos de Contacto:

Nervo Ricardo Loayza Romero. ESPE DEEE
nrvloayza@gmail.com
nerplate10@hotmail.com