

Comunicación inalámbrica Profinet mediante el uso de equipos SCALANCE.

Ivan Dario Rueda Quintero, Cristian Leonardo Sandoval Ramirez
Universidad Santo Tomás – Sede Bucaramanga – Ingeniería mecatrónica

ivandarioq@gmail.com, Sandovalramirezcz@gmail.com

Director: Pedro Pablo Diaz, Co-director: Jack Rueda Gil

Abstract—This article describes the development of a Wireless Profinet communication link. Using a SCALANCE W746 1-PRO client module, which requested the communication every 16ms through a 5 GHz carrier frequency, the data was transferred from a SCALANCE W788 1-PRO access point located 50 meters away from the client; this was possible due to the Siemens ANT795 4-MR omnidirectional antennas. The connection status was checked through a network analysis and it was corroborated that there is indeed a successful communication. Its application is considered scalable for large networks, providing significant savings in the use of cable which in turn leads to economic savings. In addition, it's possible to configure a roaming service, allowing the client module to use a network coverage different from the main one, which translates into free movement.

Index Terms— Data transmisión, Ethernet, IEEE 802.11h standard, Omnidireccional antena, PLC, PoE technology, Real-time communication, SCALANCE modules, Sinema Server, Star topology, TCP / IP protocol, TIA Portal, Wireless Profinet

Resumen— En este artículo se presenta el desarrollo de un enlace de comunicación Profinet inalámbrico. Por medio de un módulo cliente SCALANCE W746 1-PRO, que solicitó la comunicación cada 16ms a través de una frecuencia portadora de 5 GHz, se transfirieron los datos desde un punto de acceso SCALANCE W788 1-PRO ubicado a 50 metros de separación respecto al cliente; esto fue posible gracias a las antenas omnidireccionales Siemens ANT795 4-MR. Se comprobó el estado de la conexión a través de un análisis de red y se corroboró que efectivamente existe una comunicación exitosa. Su aplicación se considera escalable para redes de gran tamaño, aportando un ahorro significativo en el uso de cable lo que a su vez conlleva un ahorro económico; además de ello, es posible configurar un servicio de itinerancia, permitiendo al módulo cliente utilizar una cobertura de red diferente de la principal, lo que se traduce en movimiento libre.

Palabras clave— Antena omnidireccional, Comunicación en tiempo real, Estándar IEEE 802.11h, Ethernet, Módulos SCALANCE, PLC, Profinet inalámbrico, Protocolo TCP/IP, Sinema Server, Tecnología PoE, TIA Portal, Topología en estrella, Transmisión de datos.

^Este trabajo es enviado para revisión el 08 de marzo del año 2019

I. D. Rueda Quintero pertenece a la facultad de ingeniería mecatrónica, Universidad Santo Tomás sede Bucaramanga, Santander, CO 880001 Colombia (e-mail: ivandarioq@gmail.com)

I. INTRODUCCIÓN

La comunicación industrial es un área que se ha destacado en la última década debido a su gran avance tecnológico. Desde las transmisiones a través de señales analógicas individuales (4-20 mA) hasta los buses de campo, se han aplicado diversos protocolos de comunicación que logran adaptarse a las necesidades de los equipos transmisores y/o receptores.

Desde su creación, internet ha sido la red de comunicación universal, y gracias a este se obtuvieron los avances necesarios para originar las redes actuales. Según Javvin Technologies [1], un grupo de ingenieros y organizaciones mundiales desarrollaron internet enlazando diferentes familias de protocolos TCP/IP, lo que desencadenó una serie de eventos, entre ellos, la creación de una red de área local para computadores conocida como Ethernet. Esta consiguió posicionarse rápidamente como el principal protocolo del nivel de enlace del modelo OSI, logrando así una expansión a nivel mundial [2]. Dada su funcionalidad y su velocidad de operación ampliamente variable (1 Mb/s a 400 Gb/s) [3], la industrialización de ethernet fue necesaria, conllevando al nacimiento de Profinet.

En la actualidad, Profinet encabeza la lista de los estándares de comunicación industrial más utilizados [4]; gracias a sus modos de operación y extensas aplicaciones, permite el intercambio de información entre controladores y dispositivos en ambientes flexibles [5]. Su principal medio transmisor es el cable de cobre con terminales de tipo RJ45 [6], siendo de gran utilidad en sitios fácilmente accesibles al operador. Sin embargo, la transmisión eléctrica no siempre es la más adecuada debido a que, en ciertos casos, el entorno no lo permite. Por ejemplo, en lugares remotos o de difícil acceso, se imposibilita la manipulación de los dispositivos sin modificar el espacio de trabajo; y en intemperie, los elementos expuestos

C. L. Sandoval Ramirez pertenece a la facultad de ingeniería mecatrónica, Universidad Santo Tomás sede Bucaramanga, Santander, CO 880001 Colombia (e-mail: sandovalramirezcz@gmail.com)

corren riesgo de daño debido a los diversos factores climáticos o por manipulación de personal no autorizado.

Conforme a lo anterior, se ve reflejada la necesidad de un medio de transmisión adecuado para dichos casos puntuales. Siemens diseñó los equipos SCALANCE serie W; capaces de ofrecer comunicación en tiempo real y transferencia de datos a través de redes inalámbricas; alcanzando velocidades de transferencia de hasta 450 Mbits/s y posibilitando el roaming entre clientes [7]. Por medio de la presente investigación, se construye una descripción del proceso de comunicación, de modo que se pueda verificar la viabilidad de este medio transmisor.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Antes de comenzar el proceso, se establecen factores que condicionan al mismo a ser un proyecto cuantitativo. Se decide realizar la comunicación inalámbrica basándose en los siguientes aspectos: Distancia de separación entre antenas de 50m sin obstáculos [8], frecuencia portadora de 5GHz [8], y estándar IEEE 802.11h [9].

Una vez establecidos los parámetros iniciales, se continua con la descripción del proceso, el cual consiste en realizar la comunicación entre dos controladores lógicos programables (PLC) a través de un enlace Profinet inalámbrico cuyo soporte físico son los módulos SCALANCE serie W (Modulo cliente y punto de acceso). Para corroborar si la comunicación es exitosa, se utiliza la herramienta “SINEMA Server”; un software capaz de identificar automáticamente la topología de la red y brindar estadísticas acerca de los enlaces de la misma, tales como velocidad promedio de transmisión y recepción de datos, potencia de la señal de los equipos, tasas de error, etc [10].

III. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

A continuación, se describen brevemente los equipos de red óptimos para la realización del proyecto:

(NOTA: Tener en cuenta que dichos equipos pueden variar dependiendo de la aplicación que se dé al enlace de comunicación.)

A. Controlador S7-1200 CPU 1214 AC/DC/Rly

Se selecciona este controlador debido a su popularidad académica, permitiendo al lector realizar el proyecto si este lo desea. Este PLC incorpora circuitos de entrada y salida de alta velocidad ideales para medición, conteo, regulación de velocidad, y posición [11]. Cuenta con un conector PROFINET en el lado inferior de la CPU y soporta hasta tres módulos de comunicación. Dispone de ocho conexiones para la comunicación del programa a través de instrucciones ethernet por lo que permite realizar roaming. En cuanto a rendimiento cuenta con una velocidad de transferencia de hasta 100 Mb/s y una velocidad de ejecución booleana de 0.1us/instrucción [12]. Estos factores mencionados anteriormente proporcionan al S7-1200 ventajas sobre otros equipos en cuanto a costo, funcionalidad, y portabilidad.

B. Módulo cliente SCALANCE W746 1-PRO

Es el dispositivo que actúa como cliente en la red inalámbrica, solicitando la transferencia de datos a un punto de acceso. Se selecciona esta referencia dada su alta cantidad de direcciones IP manejables (hasta ocho [13]), brindando una recepción de datos múltiple y en tiempo real. Además, se caracteriza por permitir realizar la programación del mismo a través de STEP7 e inclusive a través de TIA Portal, permitiendo al usuario modificar sus parámetros en cualquier momento durante la ejecución del enlace.

Como se observa en la ilustración 1, el módulo cuenta con dos conectores (D) de tipo R-SMA [13] para antenas, brindando la posibilidad de aumentar el campo radioeléctrico con el fin de incrementar el alcance del enlace; su alimentación principal (A) se basa en “Power over Ethernet” (PoE - tecnología que permite que un dispositivo se energice usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red [14]); sin embargo, en la parte frontal (B) cuenta con un conector de tipo M12 para suministro de energía redundante; con la finalidad de asegurar que el equipo no se quede sin alimentación en aplicaciones críticas [13].

La sección C permite adicionar antenas. (Solo existente en puntos de acceso SCALANCE W788-2PRO y W788-2/RR)[15] .

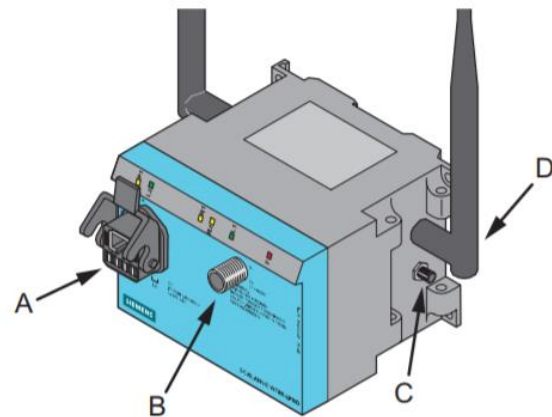


Ilustración 1: SCALANCE W788-xPRO/RR o W74x-1PRO/RR
Vista isométrica [15]

C. Punto de acceso SCALANCE W788 1-PRO

A pesar de su estructura física idéntica al SCALANCE W746 1-PRO, el punto de acceso SCALANCE W788 1-PRO tiene la capacidad de interactuar como cliente o punto de acceso según se requiera [16]. El motivo principal por el cual se selecciona este módulo es su costo significativamente bajo respecto a sus hermanos; esto debido a que soporta menos protocolos y normas de comunicación inalámbrica, sin embargo, encaja a la perfección con el modulo cliente seleccionado anteriormente y con la aplicación del proyecto.

En la ilustración 2 se observa con más detalle el conector híbrido PoE mencionado anteriormente. La construcción de

este conector híbrido conlleva un procedimiento que se puede visualizar en la hoja de datos del módulo SCALANCE.

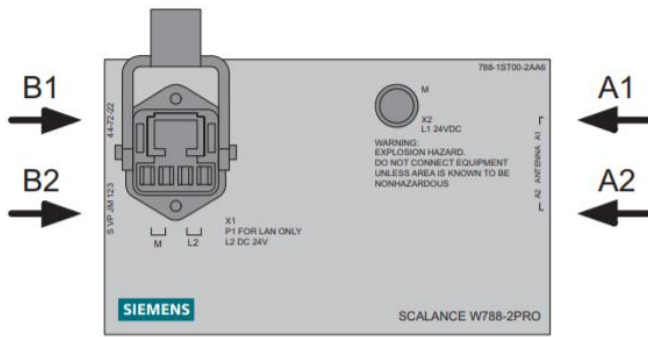


Ilustración 2: SCALANCE W788-xPRO/RR o W74x-1PRO/RR (Vista frontal) [15]

D. Módulo conmutador CSM 1277

Es el dispositivo que permite la conexión de los dispositivos de red mediante una topología en estrella. Se selecciona esta referencia pues se adecua al proyecto sin exceder en puertos ethernet (cuatro puertos)[17] y constantemente se utiliza en conjunto al controlador S7-1200.

E. Antena ANT795-4MR

Se selecciona la antena de referencia ANT795-4MR de marca Siemens, dado que esta encaja con los parámetros de frecuencia y alcance mencionados anteriormente. Es una antena de tipo omnidireccional (transmite y recibe información en un radio de 360° [18]) ideal para el proyecto, puesto que permite ubicar los equipos en diferentes sitios sin importar la obstaculización que se presente entre ellos. Según la hoja de datos [19], tiene un rango de 100m ideales; sin embargo, según la ecuación de Friis [20], referenciada en la ecuación 1, el rango se aproxima a 90m al incluir pérdidas de trayectoria en espacio libre.

$$P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \quad (1)$$

Dicha ecuación relaciona la potencia recibida P_r y la potencia transmitida P_t separadas por una distancia R. Además de ello, tiene en cuenta los parámetros de ganancia de cada antena; y si las antenas tienen diferente polarización, P_r podría ser multiplicada por el factor de pérdida de polarización (PLF) con el fin de denotar un desfase [20].

Obtenido un valor muy cercano al real, se ubican los equipos SCALANCE como se indica en los parámetros iniciales y se concluye que la antena es la más adecuada.

IV. TOPOLOGÍA DE LA RED

Para la creación de la red inalámbrica se utiliza una topología en estrella donde cada componente de red está conectado a un punto central y toda la comunicación se realiza a través del mismo [17]; en la ilustración 3, se observa que el punto central de la red en estrella es el conmutador CSM 1277; si este falla, toda comunicación en la red se pierde. A pesar de ser una topología costosa, debido a que requiere una alta cantidad de cable, se selecciona dado que su diseño permite

agregar nuevos equipos fácilmente y detectar si ocurre algún fallo en la red, lo que permite expandir el proyecto a una aplicación mayor o, por el contrario, reducirlo para un proceso más sencillo.

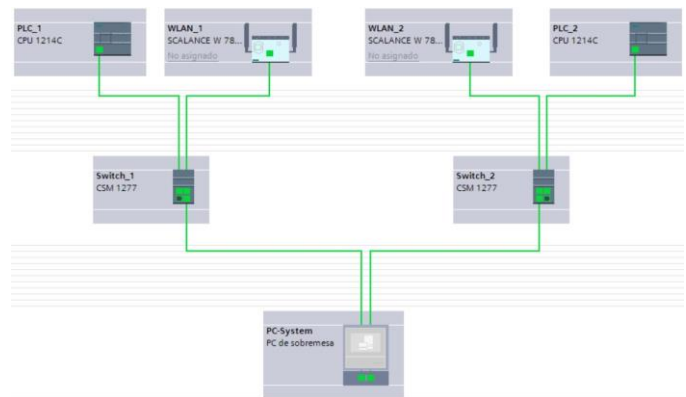


Ilustración 3: Vista topológica de dispositivos Fuente: Autor

V. PROGRAMACIÓN DE MÓDULOS

Inicialmente es necesario agregar los dispositivos en el programa TIA Portal; en el apartado “Dispositivos y redes” se crea la red de conexión Profinet entre los elementos, tal como se muestra en la ilustración 4. Es recomendable otorgar a cada PLC una dirección IP con el fin de facilitar la identificación de estos en una revisión futura; además de ello, es necesario ajustar la configuración avanzada del PLC para comunicación en tiempo real. Puesto que el proyecto tendrá un único punto de acceso y un cliente estático sin roaming, se recomienda usar un tiempo de ciclo de emisión de 16ms [21].



Ilustración 4: Vista de redes de dispositivos Fuente: Autor

Los equipos SCALANCE son configurados por medio de un browser de internet a través de su dirección IP.

Allí, los parámetros internos de los módulos están a disposición del programador. En concreto, se modifican: el identificador de conjunto de servicios (SSID), la frecuencia portadora de la señal, y el estándar de comunicación que utiliza la red [22].

NOTA: Cabe recordar que dicha configuración debe ser la misma tanto en módulo, como cliente para que el enlace funcione correctamente.

A cada módulo debe especificarse el tipo de antena que se emplea; en este caso, ambos utilizan la antena ANT795-4MR.

Para el módulo SCALANCE 788 1-PRO se recomienda utilizar la función “Auto channel select”, esta permite que si llegado el caso, se presenta un solapamiento de frecuencias en el ambiente, el módulo cambiará de canal y por ende de frecuencia de transmisión [21]. También es necesario definir la dirección MAC correspondiente al módulo cliente que se va a conectar (SCALANCE W746 1-PRO) y reservar el ancho de banda para el mismo [22]. Desde la interfaz, es posible observar el tráfico de bytes transmitidos y recibidos.

El módulo SCALANCE 746 1-PRO únicamente deberá estar configurado para trabajar en la modalidad “Layer 2 Tunnel” con el fin de que el punto de acceso pueda monitorear los nodos conectados tras el cliente [21] de modo que examina la intensidad de la señal proveniente desde el punto de acceso y el canal conectado.

Desde ambas interfaces es posible visualizar el estado del enlace.

VI. ANÁLISIS DE LA RED

En la ilustración 5 se observa la interfaz del programa Sinema Server, de Siemens; un software especialmente desarrollado para analizar y monitorear una red usando estándares de diagnóstico como Profinet en este caso [10]. Específicamente, se observa la topología de una red, cada componente con una pequeña descripción y parámetros en tiempo real.

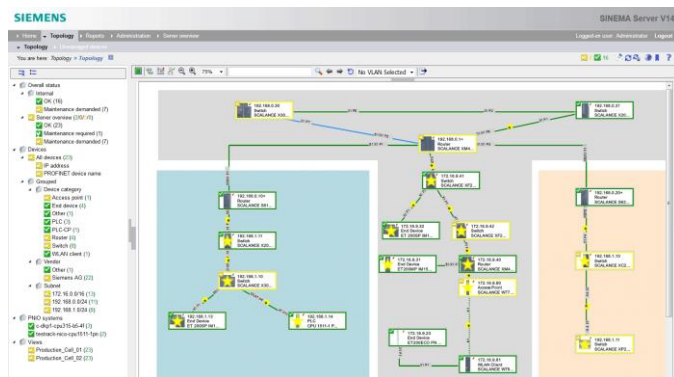


Ilustración 5: Interfaz de Sinema Server [10]

El software permite visualizar las variables de la comunicación, tales como, velocidades de transferencia de los equipos, ancho de banda reservado, frecuencia de transmisión, entre otros. En la ilustración 6 se observan los parámetros de comunicación de un enlace entre dos módulos SCALANCE W788-1PRO y W744 exactamente.

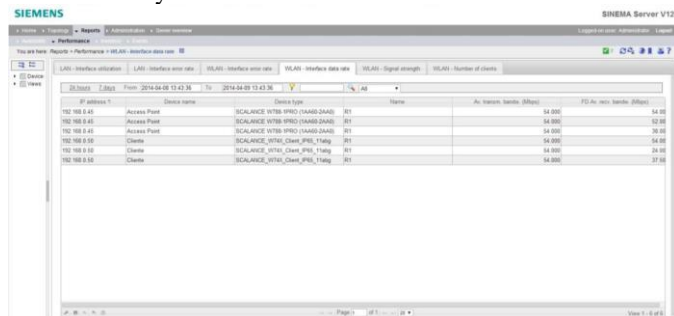


Ilustración 6: Interfaz de Sinema Server [21]

Con base en lo anterior, se observa un enlace de comunicación exitoso y con los parámetros correctos. Se da por finalizada la comunicación y se continua con el proceso de automatización.

VII. CONCLUSIONES

La selección de los equipos SCALANCE serie W modifican en primera instancia la velocidad de transferencia que tendrán los datos; por otra parte, dicha selección influye en la permisibilidad que tendrá el enlace de soportar diferentes protocolos de comunicación, lo que se refleja en la cantidad de dispositivos que pueden estar simultáneamente en la red.

Del mismo modo, la selección de una antena omnidireccional afecta en gran parte la distancia máxima de separación entre los dispositivos. Una antena direccional incrementa esta distancia inclusive diez veces respecto a una omnidireccional; sin embargo, el enlace se caerá si algún objeto obstaculiza las ondas, mientras que una antena omnidireccional permite obstáculos entre emisor y receptor.

Los factores climáticos afectan la velocidad de las ondas, lo que conlleva un porcentaje de error en el ancho de banda permitido a cada dispositivo, no obstante, dicho error es diminuto por lo que puede ser ignorado respecto a la aplicación que se dé a la red. En ambientes contaminados se recomienda utilizar ondas con potencia de transmisión alta para evitar pérdidas de información durante el envío.

La red se construye con base en una topología específica, cada topología tiene ventajas respecto a las otras, así como desventajas. En el caso de la red en estrella creada anteriormente, cada cliente es independiente de los otros, por tanto, si su enlace falla, la red en general seguirá con su funcionamiento nominal. Si la red cuenta con un solo punto de acceso, este se considera elemento crítico puesto que un fallo en el mismo representaría la caída del enlace total. Si la red cuenta con dos o más puntos de acceso (roaming), cierta zona estará sin cobertura, por lo que se debe evitar que los dispositivos inalámbricos automáticos ingresen en ella.

El estándar de comunicación IEEE 802.11a, maneja comúnmente una frecuencia de 2.4 GHz muy cargada de usuarios por lo que la probabilidad de solapamiento de frecuencias en el ambiente es alta, además de ello, las señales de este estándar son absorbidas fácilmente por paredes debido a la longitud de onda pequeña que las caracteriza, por lo que se implementa en la red anterior el estándar de comunicación IEEE 802.11h el cual permite al usuario gestionar la frecuencia portadora y la potencia de transmisión evitando dichos problemas. Se considera que un estándar adaptable distinto a los ya utilizados podría ser el estándar IEEE 802.11p pues cuenta con las características de los ya mencionados y añade el sistema “WAVE” (Wireless Access in vehicular environments), un grupo de protocolos especialmente diseñados para transmisión de datos en movimiento.

VIII. REFERENCIAS

- [1] S. Edition, *Network Protocols Handbook*, Second Edi. Saratoga: Javvin Technologies Inc., 2005.
- [2] J. M. Hernando, *Sistemas de telecomunicación*, Second Edi. Madrid: E.T.S.I, 1991.
- [3] IEEE, «IEEE Standard for Ethernet», *IEEEExplore*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8457469>. [Accedido: 28-ene-2019].
- [4] C. Henning y H. Harrington, *Industrial Wireless Networking*. 2013.
- [5] U. Profinet, «Profinet Technology». [En línea]. Disponible en: <https://us.profinet.com/technology/profinet/>. [Accedido: 28-ene-2019].
- [6] L. Gonzáles Quiñonez y A. P. Lema Balseca, «Diseño e implementación de un banco de prueba de redes industriales de tipo Profinet, Profibus, mediante un sistema de comunicación ethernet industrial.», Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
- [7] S. Ag, «Wireless connected with SCALANCE W», 2017.
- [8] Siemens, «Data Sheet ANT795-4MA IWLAN». Siemens, p. 3, 2019.
- [9] S. Industry y O. Support, *Basic information on configuring an Industrial Wireless LAN*. Siemens Online, 2018.
- [10] S. Industry, «SINEMA Server». [En línea]. Disponible en: <https://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/gestion-de-redes/sinema-server/pages/sinema-server.aspx>. [Accedido: 05-feb-2019].
- [11] S. Ag, «SIMATIC S7-1200». [En línea]. Disponible en: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx. [Accedido: 05-feb-2019].
- [12] S. Ag, «S7-1200 Data Sheet». Siemens Online, pp. 1-378, 2009.
- [13] Siemens, «Data Sheet SCALANCE W746-1PRO». Siemens, p. 06, 2019.
- [14] G. Mendelson, «All You Need To Know About Power over Ethernet (PoE)», n.º June. PowerDsine, pp. 1-24, 2004.
- [15] S. Ag, «SCALANCE W788-xPRO/RR / SCALANCE W74x-1PRO/RR», 2008.
- [16] S. Ag, «SCALANCE W788-1PRO Technical Data», Siemens, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/68445?pdtdl=td&dl=en&lc=en-MY>. [Accedido: 06-feb-2019].
- [17] S. Ag, «SIMATIC NET Compact Switch Module CSM 1277». Siemens Online, Nürnberg, Alemania, pp. 1-36, 2010.
- [18] E. Monachesi, A. M. Frenzel, G. Chaile, y F. A. G. López, «Conceptos generales de Antenas», Universidad Tecnológica Nacional, 2011.
- [19] S. Ag, «Data Sheet ANT795-4MR IWLAN». Siemens Online, pp. 5-7, 2018.
- [20] J. Anguera y A. Pérez, *Teoría de antenas*, Creative C. Universitat Ramon Llull, 2008.
- [21] M. Fornillo, «Enlace Profinet inalámbrico entre un S7-1200 y un Sinamics G120 , maniobrado desde un panel básico.», Ecuador.
- [22] I. J. Pazmiño Castro y N. F. Rodríguez Peralta, «Diseño de un controlador PID con comunicación inalámbrica para una planta de tres tanques.», Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.