

Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica

Nombre del proyecto

Control y monitoreo remoto de una grúa hidráulica.

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre lectivo: 2020 Invierno.

Nombre: Itzel Guadalupe Bautista Godinez.

Matrícula: 2163000102

Correo electrónico: itzelgbautistag@gmail.com

Tel.: 4433516939



_____ **Firma**

Nombre: Pedro Becerra Martinez.

Matrícula: 2123001625

Correo electrónico: becheworld@gmail.com

Tel.: 5521879654



_____ **Firma**

Nombre: Oscar Fernando Delgado Román.

Matrícula: 2163000719

Correo electrónico: oscarfer7898@hotmail.com

Tel.: 5562083779



_____ **Firma**

Asesor: Dr. Israel Barragán Santiago. Profesor Asociado.

Departamento de Energía.

Correo electrónico: isbasa@azc.uam.mx

Teléfono: 555318906

_____ **Firma**

Asesor: M. en C. Alejandro León Galicia. Profesor Titular.

Departamento de Energía.

Correo electrónico: alg@azc.uam.mx

Teléfono: 5553189057

_____ **Firma**

Co asesor: M. en C. Jonathan Manrique Garay.

OVGU Magdeburg, Germany.

Correo electrónico: jonathan230485@gmail.com

_____ **Firma**

06/07/2020

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Itzel Guadalupe Bautista Godinez.

Pedro Becerra Martinez.

Oscar Fernando Delgado Román.

Doctor Israel Barragán Santiago.

M. en C. Alejandro León Galicia.

Doctor Jonathan Manrique Garay.

1.-Introducción

El funcionamiento y desempeño de un sistema mecánico que efectúa algún trabajo útil se puede evaluar mediante el monitoreo continuo de diversas variables físicas. La supervisión constante puede ayudar a programar mantenimientos preventivos, para así evitar tiempos muertos, fallas de funcionamiento y pérdidas económicas. Monitorear de manera remota en tiempo real permite ejercer un mayor control sobre el funcionamiento de las máquinas, sin importar dónde se encuentre el responsable de la supervisión.

Este proyecto consiste en desarrollar los procedimientos para enlazarse vía remota con una grúa hidráulica de dimensiones 1 m x 1 m x 2 m, carga máxima de 2 toneladas, con elevación máxima de 1.8 m, para monitorear en tiempo real su desempeño mediante una placa de microcontrolador de código abierto y sus periféricos.

Se intervendrá una grúa hidráulica tipo pluma para dotarla con las capacidades de automatización necesarias para el monitoreo y control remoto. Para ello, será necesario rediseñar el sistema de alimentación de potencia así como los sistemas de regulación de caudal y control de la velocidad del actuador lineal. Se seleccionarán los componentes electrónicos para la comunicación WiFi, que permitirán el enlace vía remota con la grúa hidráulica a través de Internet. También, se diseñará un programa para establecer los protocolos de comunicación a través de Internet; se desarrollará una interfaz gráfica, para monitorear, gobernar la grúa hidráulica y corregir su desempeño. El sistema se ensayará con la ejecución de pruebas de monitoreo remoto en condiciones de funcionamiento real de la grúa.



Ilustración 1. Grúa hidráulica a intervenir para monitoreo y control remoto.

2.- Antecedentes

El inicio del desarrollo tecnológico, como se conoce hoy en día, empezó a mediados de 1700 con la máquina de vapor ocasionando la Primera Revolución Industrial. Gracias a la máquina de vapor se logró manufacturar piezas en periodos cortos de tiempo y su gran funcionalidad abrió un campo inmenso de investigaciones. La Segunda Revolución Industrial llegó a principios de 1900 cuando se implementó la mecanización de los procesos y la producción en masa, impulsada por Henry Ford, la cual permitió tener mayor control en la fabricación de piezas. La llegada de la automatización y la robótica marcó el inicio de la Tercera Revolución Industrial en el último tercio del s. XX. Se facilitó la obtención de acabados uniformes, reducir los riesgos, abatir costos y el impacto tecnológico cambió todo lo que se concebía en cuanto a desarrollo industrial. En el 2009 llegó lo que se considera la Cuarta Revolución Industrial, denominada Industria 4.0, con un gran potencial y muchos beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos [1].

Este Proyecto de Integración (PI) se desarrollará en el contexto de la Industria 4.0, con un enfoque importante en el Internet de las Cosas (*IoT*, de las siglas en inglés de *Internet of Things*). El IoT es una arquitectura emergente basada en la Internet global, que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados [2]. Específicamente se trabajará con el Internet Industrial de las Cosas (*IIoT*, de las siglas en inglés de *Industrial Internet of Things*).

El IIoT se enfoca en las comunicaciones máquina a máquina (*M2M*, del inglés *machine to machine*) a través de sensores y en el llamado Big Data, conectando fases de procesamiento basadas en IoT [3]. En el IIoT se intersectan la tecnología de la información (*IT*, por las siglas en inglés de *Information Technology*) y la tecnología operacional (*OT*, de las siglas de *Operational Technology* en inglés). La convergencia de IT y OT proveen a las industrias de mejor integración de sistemas en términos de automatización y optimización [4].

En el proyecto de integración “Equipo portátil para elevación con potencia hidráulica”, efectuado en el 2015 por el ingeniero Andrés Chávez Rodríguez, se diseñó y construyó una grúa hidráulica con capacidad para levantar una carga máxima de 2 toneladas hasta 1.8 metros de altura, accionada por un motor eléctrico y operada por un sistema de potencia fluida [5]. Será esta grúa la máquina que se intervendrá para monitorear su funcionamiento en forma remota.

En el proyecto de integración “Aplicación de tarjetas de desarrollo (Arduino UNO y CNC Shield) en un sistema de control de movimiento”, desarrollado en el 2016 por

el ingeniero Héctor Emilio Lozano Jardón, se elaboró un sistema de control a través de una placa Arduino UNO para gobernar un manipulador robótico con base en sensores y actuadores, pudiendo una conexión *in situ* con el operador y así monitorear las acciones de la máquina [6]. Uno de los resultados de este proyecto fué la convergencia de dos disciplinas de la ingeniería, la mecánica y la electrónica, mediante el uso de tarjetas de microcontrolador de código abierto, como Arduino UNO, acoplado a los sistemas mecánicos. Este resultado será utilizado como ejemplo para analizar las fases de convergencia del sistema mecánico con el sistema electrónico.

En el proyecto de integración “Monitoreo remoto de temperatura y humedad utilizando tecnología Zigbee”, realizado en el 2014 por el ingeniero Héctor Juárez Álvarez, se diseñó un sistema inalámbrico para el monitoreo de variables de temperatura y humedad. Se utilizaron placas Arduino para enlazar las variables físicas con los puertos UART de los módulos Zigbee. También se realizó programación en una computadora personal para recibir periódicamente, por medio de Internet, información enviada de los sensores usando transceptores Zigbee, y mostrarla en pantalla [7]. En el proyecto se utilizan diferentes softwares para procesar los datos obtenidos y poder presentarlos en una interfaz gráfica; algunos de ellos podrían ser útiles en el procesamiento de los datos obtenidos como resultado del monitoreo remoto de la grúa hidráulica.

En todo el mundo se llevan a cabo desarrollos tecnológicos dentro de la llamada Industria 4.0. Grandes empresas tienen laboratorios dedicados a la investigación y prueba de nuevas formas de tecnología. Volkswagen tiene el Laboratorio de Producción Inteligente (*Smart Production Lab* en inglés) en Wolfsburg, Alemania. Ahí más de 38 ingenieros de todo el mundo, expertos en IT, desarrollan software y hardware así como construyen prototipos y experimentan con tecnología en las líneas de producción de su planta de Wolfsburg. Su trabajo está ampliamente relacionado con el Internet de las Cosas. Uno de los proyectos que se están desarrollando es una tecnología de sensores que mide constantemente diversos parámetros de las máquinas como intensidad de corriente, flujos de aire y presiones. Toda esta información se concentra en un sistema de evaluación que predice cuándo cierta máquina puede fallar. Así, pueden recibir mantenimiento preventivo, que puede ayudar a evitar pérdidas económicas por paros de producción [8]. El proyecto de Volkswagen proporciona un panorama real de la aplicación de la IIoT para enlaces mecánicos de producción.

3.-Justificación

En la actualidad, un amplio conjunto de industrias tiene un esquema de producción fragmentado y deslocalizado, con sistemas de control de las máquinas que todavía

dependen de la presencia inmediata de un supervisor. El uso del IIoT ofrece una solución viable para estas limitaciones.

En este proyecto se aplicarán las tecnologías IIoT a una grúa hidráulica, que en la actualidad se controla en forma manual. Esta máquina no cuenta con un sistema de control apto para el monitoreo remoto, y por ello se intervendrá para poder gobernarla a distancia y obtener información de su estado en tiempo real. Se hará un diagnóstico inicial para identificar las variables físicas que intervienen en su funcionamiento, para seleccionar los sistemas de comunicación y control necesarios para enlazarla a través de internet con un supervisor remoto de su desempeño.

Dado que muchas industrias mexicanas no cuentan con este tipo de tecnología, salvo empresas de gran poder tecnológico que pueden acceder a ella, se propondrá una solución basada en recursos tecnológicos de bajo costo y de fácil acceso en México.

4.- Objetivos

Objetivo general

Renovar una grúa hidráulica y dotarla de los sistemas para controlar y monitorear en forma remota su desempeño.

Objetivos particulares

Rediseñar el sistema de alimentación de potencia de la grúa hidráulica para integrar nuevos atributos de funcionamiento.

Modernizar el sistema hidráulico de la grúa e incorporar los componentes para controlar el caudal desplazado por la bomba, la velocidad del actuador y la presión máxima del sistema.

Seleccionar los componentes y comunicación WiFi y programar los protocolos que permitan el enlace vía remota con la grúa hidráulica a través de internet.

Definir y aplicar un protocolo de pruebas a la grúa hidráulica, para monitorear y corregir su desempeño en forma remota.

5.- Descripción técnica

Grúa hidráulica tipo pluma.
Capacidad de carga máxima: 2 ton.
Elevación máxima: 1.8 m.
Dimensiones: 1m x 1m x 2 m.

Motor trifásico con velocidad invariable.
Potencia nominal: 2 hp.
Alimentación: 220V AC.

Bomba hidráulica de cartucho con engranes externos.
 Q_B : 19.3 lpm

Actuador lineal de doble efecto.
Carrera: 0.66 m
 F_{max} : 35.2 kN
 P_{max} : 7.54 MPa

Sistema de Control actual:

Válvula de alivio

Válvula hidráulica de control direccional cuatro vías tres posiciones con condición central cerrada actuada por solenoides con retorno por resorte.

Válvula para derivación de caudal.

Válvula de aguja para regulación de caudal.

Para el rediseño del sistema de control se utilizará una placa de microcontrolador de código abierto. Una de las tareas del proyecto es seleccionar la placa que sea más conveniente para el monitoreo y control de la máquina. Se tienen tres opciones posibles de placas de microcontrolador y se evaluará la posibilidad de usar una o utilizar varias en combinación.

Arduino UNO: esta placa cuenta con 14 entradas/salidas digitales y 6 entradas analógicas. Funciona con un voltaje de entrada entre 7 a 12 V y una corriente de salida directa de 40 mA. Tiene una capacidad de almacenamiento mediante una memoria flash de hasta 32 KB [9].

Raspberry Pi Zero: esta placa contiene un procesador de 1Ghz y memoria RAM de 512 MB. Tiene puertos periféricos de conexión y cuenta con 14 entradas/salidas digitales y 6 analógicas [10].

NODE MCU ESP8266: placa de desarrollo orientada a IoT. Esta placa tiene un procesador de 32 bits y un módulo WiFi de 2.4 GHz [11]. La memoria RAM de esta

placa es de 50 KB. La placa tiene 13 entradas/salidas digitales y una analógica, también cuenta con pines de alimentación de entrada y salida. Su voltaje de operación es de 3.3 V, sin embargo cuenta con un regulador de voltaje para que se pueda alimentar con 5 V y así se puedan dar 5 V de salida [12].

Según la placa o placas seleccionadas se utilizará una IDE (del inglés para *Integrated Development Environment*) para la programación correspondiente. El diseño de la interfaz para el monitoreo se hará con el editor NodeRED, el cual genera programas a través de relaciones y funciones. NodeRED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, APIs (siglas en inglés para *Application Programming Interface*) y servicios en línea. Está basado en el navegador y con él se pueden añadir nodos y conectarlos entre sí para generar una comunicación entre sí. Un nodo es una orden única que genera el programa y puede ser de acciones de entrada o salida [13].

Para monitorear las señales físicas se utilizarán diversos sensores. En el mercado existe una amplia gama de sensores para monitorear distintas variables. La selección de los sensores es parte de los objetivos a cumplir dentro del proyecto.

6.- Normatividad

ISO/IEC 30141 Normalización del internet de las cosas.

Este estándar de carácter internacional proporciona una arquitectura de referencia de IoT, que incluye las mejores prácticas del sector a nivel internacional, así como un vocabulario común, y diseños reutilizables.

Más específicamente, proporciona un marco común para los desarrolladores y diseñadores de aplicaciones de IoT [14].

7.- Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I
SE SOLICITA EL CAMBIO DE LA VIGENCIA DEL PI

Trimestre 20-O

Trimestre 21-I														
ACTIVIDAD		SEMANA												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Cotizar los costos de los componentes.													
2	Intervenir la grúa hidráulica.													
3	Realizar pruebas de monitoreo remoto.													
4	Redactar el manual de usuario.													
5	Redactar el reporte final													
6	Entregar el reporte final.													

8.- Entregables

Prototipo funcional de una de grúa hidráulica tipo pluma monitoreada en forma remota.

Manual del usuario.

Memoria de diseño.

Reporte final.

9.-Referencias bibliográficas

[1] Ynzunza, C. e Izar, J., Bocarando, J., Aguilar, F., 2017, *El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas*, p. 33, México.

[2] Salazar, J. y Silvestre, S., 2017, *Internet de las cosas*, p. 7, República Checa.

[3] SAS, n.d., "A non-geek's A-to-Z Guide to the Internet of Things" de https://www.sas.com/content/dam/SAS/en_us/doc/whitepaper1/non-geek-a-to-z-guide-to-internet-of-things-108846.pdf

[4] Trend Micro, n.d., "Industrial Internet of Things (IIoT)" de <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/industrial-internet-of-things-iiot?irclid=UMkzDkR8FxyOTiX0EkziZTwgUki1wAwf7TZW380&irgwc=1>

[5] Chávez, A., 2015, *Equipo portátil para elevación con potencia hidráulica*, Proyecto tecnológico, Universidad Autónoma Metropolitana.

[6] Lozano, H., 2016, *Aplicación de tarjetas de desarrollo (Arduino UNO y CNC Shield) en un sistema de control de movimiento*, Proyecto Tecnológico, Universidad Autónoma Metropolitana.

[7] Juárez, H., *Monitoreo Remoto de Temperatura y Humedad Utilizando Tecnología Zigbee*, Proyecto tecnológico, Universidad Autónoma Metropolitana.

[8] Volkswagen Group, 2019, "Labs around the world" de <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/labs-around-the-world-5434>

[9] Mi Arduino, 2016, "Introducción a la Placa Arduino UNO" de <http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>

[10] Xataka, n.d., "La nueva Raspberry Pi Zero" de <https://www.xataka.com/componentes>

[11] AZ-Delivery, n.d., *Node MCU Lua Lolin V3 Modul mit ESP8266 12E Datenblatt*, p. 5; Alemania.

[12] Del Valle, L., n.d., “NodeMCU tutorial pasoa paso desde cero” de: https://programarfacil.com/podcast/nodemcu-tutorial-paso-a-paso/#Acceso_a_los_pines_de_NodeMCU_V2

[13] Developers, n.d., “Programación visual con Node Red: Conectando el Internet de las Cosas” de <https://www.toptal.com/nodejs/programacion-visual-con-node-red-conectando-el-internet-de-las-cosas-con-facilidad>

[14] ISOTOOLS, 2018, “Norma ISO/IEC 30141 sobre Internet de las Cosas (IoT)” de <https://www.isotools.org/2018/11/21/norma-iso-iec-30141-internet-cosas-iot/>

10.- Terminología

Big data: Se refiere al incremento exponencial de volúmenes, variables o velocidades de la información, los cuales establecen los sistemas computacionales y procesos a los límites.

IoT: Se refiere a un vasto número de objetos que están conectados a la red inalámbrica lo que les permite comunicar información con otros objetos. Entre sus aplicaciones se encuentra la conexión de servicios, máquinas industriales, entre otros.

IIoT: Es el uso de la IoT en el campo de la manufactura y es parte de la tendencia de la Industria 4.0. Incorpora el aprendizaje de máquinas, las tecnologías big data y el uso de sensores a través de una comunicación M2M.

M2M: Se refiere a un modo de comunicación dispositivo a dispositivo, el cual tiene como función automatizar y proporcionar comunicación con múltiples servicios.

Zigbee: Protocolo de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo.

11.- Infraestructura

El proyecto se realizará en el Programa de Desarrollo Profesional en Automatización (PDPA), ubicado en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

12.- Asesoría complementaria

No aplica.

13.- Publicación o difusión de los resultados

Asistencia y presentación de ponencia en el 20vo Congreso Nacional de Mecatrónica, de la Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C.

Comentario del CEIM	Pág.	Acción realizada en la PPI
Se cuenta con múltiples “y” dentro de párrafos continuos.	3	Se corrigieron los nexos repetidos en las oraciones dentro de la introducción.
¿A qué se refiere con intervenir?	6	Se cambió la redacción del objetivo para que sea más entendible.
Es necesario resaltar los procesos, operaciones o cambios correspondientes al enfoque de proyecto de Ingeniería Mecánica, debido a que de 6 objetivos particulares, sólo 2 involucran conocimientos propios de la ingeniería mecánica.	6	Se modificaron los objetivos y se agregó uno para resaltar los procesos.