

Modelación de una Celda de Ma- nufactura en la Revolución 4.0 en laboratorio de Mecatrónica TECNM Ciudad Juárez



Colaboración

Adán Valles; Luis Gerardo Esparza; Carlos Ronquillo, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez; Jaime Sánchez, Universidad de Texas

RESUMEN: En este artículo se observan los resultados de aplicar los conceptos de la revolución industrial 4.0, el principal objetivo de este proyecto es actualizar el ecosistema de una celda de manufactura flexible localizada en el laboratorio de mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez y generar el interés en los estudiantes de la institución acerca de este tipo de manufactura, se diseñó y desarrollo el ensamble de un producto (rompecabezas) con la finalidad de obtener datos que después serán almacenados y publicados casi en tiempo real en una plataforma donde el responsable o interesados en el estado físico de los motores de los robots y de los motores de la banda podrán monitorear el funcionamiento con la obtención de la temperatura y humedad, para lograrlo realizamos una investigación para descubrir cual plataforma era la más adecuada y publicar que controlaran en buen estado la celda.

PALABRAS CLAVE: celda de manufactura, internet de las cosas, nube, revolución 4.0, robótica.

ABSTRACT: This paper we can observe the results of applying the concepts of industrial revolution 4.0, the main objective in this project is to update the ecosystem of a flexible manufacturing cell located in the mechatronics laboratory at the technological institute of Ciudad Juarez and generate interest in the students of the

institution about this type of manufacturing , we designed and developed a product assembly (puzzle) in order to obtain data that will later be stored and published almost in real time on a platform where the person responsible or interested in the physical state of the robots motors and the conveyor band motor will be able to monitor the operation by obtaining the temperature and humidity, to realize we made an investigation to find which was the best platform to publish that data to control and has the cell working well.

KEYWORDS: big data, cloud, Internet of things, revolution 4.0, robotic.

INTRODUCCIÓN

Manufactura 4.0 surge en Alemania a finales del año 2011, el principal objetivo en los inicios era generar una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología; caracterizada por la automatización, la digitalización de los procesos y el uso de las tecnologías de la electrónica y de la información en la manufactura. Igualmente, por la personalización de la producción, la prestación de servicios y la creación de negocios de valor agregado, así como por las capacidades de interacción y el intercambio de información entre humanos y máquinas. [4]

Celda Flexible

Una Celda de Manufactura Flexible es un módulo de los sistemas de producción llamados Flexible Manufacturing Systems, se caracteriza principalmente debido a que se integra mediante un arreglo de máquinas, con un enfoque de mecanizado o ensamble de un producto específico, permitiendo un nivel alto de flexibilidad en cuanto a: diferentes tipos de manufactura que puede tomar el material a procesar o semiprocado entre las diversas estaciones de trabajo. [1] [2]

El Internet of Things (IoT) o Internet de las Cosas, no es solo un paradigma para conectar los últimos dispositivos, como un altavoz activado por voz o un termostato inteligente, a su hogar. De

hecho, la evolución hacia el Internet de las Cosas se da en un conjunto de circunstancias que llevaron a la explosión de los dispositivos inteligentes de consumo, como la conectividad inalámbrica universal, la computación en la nube, los sensores baratos y una mejor inteligencia artificial. También a esto se está uniendo el big data para impulsar la próxima generación de industria. [7]

Problema de Investigación.

El Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez cuenta con una banda transportadora, 4 brazos robóticos que constituyen una celda flexible, y no se encuentran sistematizados para la elaboración de productos, lo que está contribuyendo en el desperdicio de aprovechamiento de aprendizaje que puede proporcionar esta celda flexible a los estudiantes de la institución educativa, se puede crear una celda automatizada con la finalidad de generar conocimiento en múltiples áreas comenzando con la robótica y anexando nuevos equipos para complementar las áreas de conocimiento de la industria 4.0.

Hipótesis.

Utilizando paquetes de simulación, diseño, utilizando diferentes herramientas como la manufactura aditiva, maquinas CNC, equipo de automatización y con la integración de equipos multidisciplinarios se puede crear una celda didáctica con aplicaciones en la revolución 4.0

Objetivo

Diseñar una celda con aplicaciones de la revolución 4.0 para fines educativos en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

MATERIAL Y MÉTODOS

El primer paso de este proyecto fue identificar los físicos que se tenían en ese momento en la celda (robots, PLC, banda transportadora, sensores), se tomó la decisión de diseñar un layout de la celda, como se muestra a continuación en la figura 1.

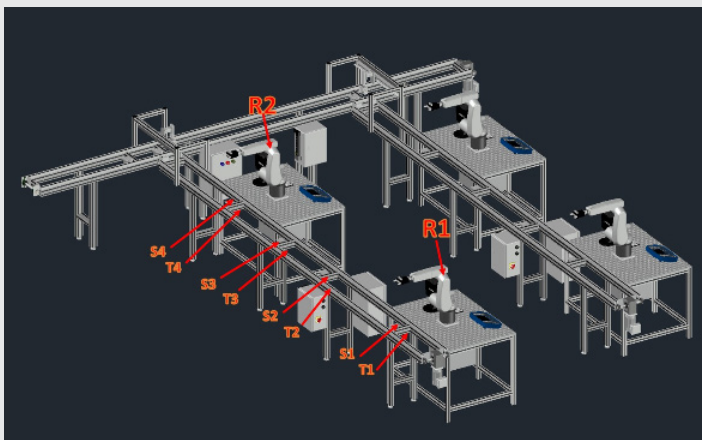


Figura 1. Lay out de la celda flexible.

Fuente: Elaboración propia.

En el segundo paso definimos el proceso que desarrollaremos en esta celda ya después de haber identificado los físicos en la celda de manufactura, se ensamblara un rompecabezas de cuatro piezas, donde cada robot tomara una pieza de un depósito de materiales y lo ensambla en la posición correcta, como se muestra a continuación en la figura 2.

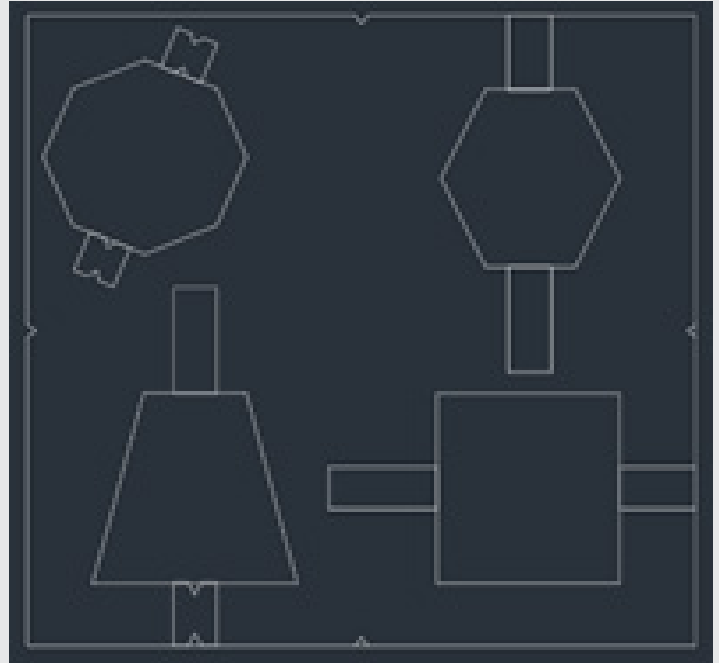


Figura 2. Rompecabezas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de definir el proceso de manufactura o ensamble de un producto, comenzamos con la Simulación de la celda en el software FlexSim para detectar mejoras antes de realizar cotizaciones con proveedores.

El equipo continuo con la realización de la simulación donde se definieron el número de operadores y estaciones de trabajo que son necesarios para realizar el ensamble de rompecabezas en la línea de ensamble que se está desarrollando, debido a que utilizamos el software libre no se pudieron obtener resultados estadísticos de este software, los resultados obtenidos después de definir y realizar las simulaciones se muestran a continuación en la Tabla 1.

Adicionalmente el equipo obtuvo datos adicionales donde se determinó el tiempo necesario para realizar cada operación en cada estación definida, los resultados obtenidos de este análisis se muestran en el siguiente Tabla 2.

El tercer paso del proyecto fue definir qué datos necesitaríamos monitorear con la finalidad de que la celda estuviese en óptimas condiciones y los estudiantes del instituto comprendieran la importancia del análisis de datos en la nube.

Tabla 1. Definición de proceso de ensamble.

Descripción	Operadores	Estaciones
Inicia primera operación de placa en la banda transportadora.	Operador 1	Estación 1
El robot 1 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas		
Transporte de placa hacia operación número 1.	Operador 2	Estación 2
Colocar etiqueta de identificación.		
Transporte de placa hacia operación número 2.		Estación 3
Colocar elemento de sujeción de placa.	Operador 3	
Transporte de placa hacia Robot número 2.		Estación 4
El robot 2 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas.		
Transporte de placa hacia Robot número 3.		Estación 5
El robot 3 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas		
Transporte de placa hacia la operación número 3		Estación 6
Retirar elemento de sujeción de placa	Operador 4	
Transporte de placa hacia operación número 4		Estación 7
Instalar etiqueta de identificación	Operador 5	
Transporte de placa hacia Robot número 4		Estación 8
El robot 4 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas		
Inspeccionar pieza y empacar en caja de piezas terminadas	Operador 6	Estación 9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Proceso de ensamble.

Descripción	Tiempo de ciclo
Inicia primera operación de placa en la banda transportadora.	13 seg
El robot 1 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas	16 seg
Transporte de placa hacia operación número 1.	13 seg
Colocar etiqueta de identificación.	16 seg
Transporte de placa hacia operación número 2.	13 seg
Colocar elemento de sujeción de placa.	16 seg
Transporte de placa hacia Robot número 2.	13 seg
El robot 2 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas.	13 seg
Transporte de placa hacia Robot número 3.	13 seg
El robot 3 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas	13 seg
Transporte de placa hacia la operación número 3	13 seg
Retirar elemento de sujeción de placa	16 seg
Transporte de placa hacia operación número 4	
Instalar etiqueta de identificación	16 seg
Transporte de placa hacia Robot número 4	13 seg
El robot 4 toma pieza y ensambla en la posición correcta del rompecabezas	16 seg
Inspeccionar pieza y empacar en caja de piezas terminadas	10 seg

Fuente: Elaboración propia.

Pero primero debemos establecer la comunicación de los robots con la banda transportadora con la finalidad de ensamblar un producto, se estableció que se debería comprar un par de PLC, debido a que los PLC que estaban instalados en ese momento no cumplían con las características que se necesitan para lograr el objetivo esperado, los PLC que necesitamos instalar deberán ser PLC Allen Bradley compact Logix con entradas analógicas, por lo que se definió utilizar un par de PLCs Allen Bradley versión 1769 compact Logix, a continuación en la figura 3 se muestran el PLC número instalado en la celda.



Figura 3. PLC Allen Bradley 1769.

Fuente: Elaboración propia.

Además, necesitamos instalar sensores de temperatura y humedad, con la finalidad de controlar el estado de los motores y de la celda de un ambiente inadecuado donde se puedan dañar el equipo que se encuentran conectado e instalado en la celda, adicionalmente el número de piezas ensambladas por cada robot la temperatura y torque de cada robot, a continuación, en la figura 4 se muestra uno de los sensores que se utilizan en la celda para monitorear el estado real de los motores.

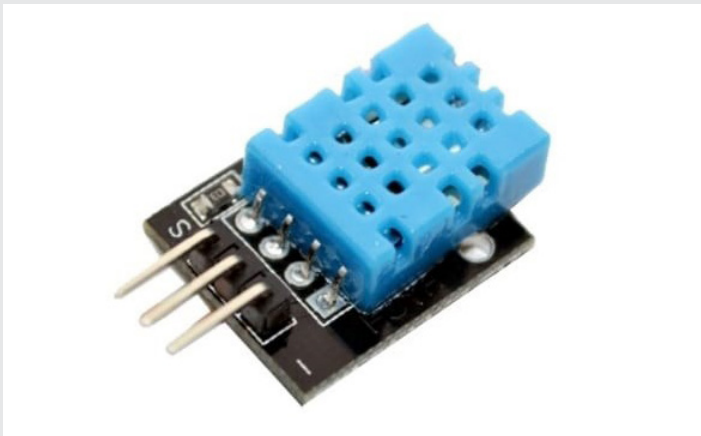


Figura 4. Sensor de temperatura y humedad.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente en las figuras 5 y 6 se muestran uno de los módulos desarrollados para monitorear la temperatura del motor 1 de la banda transportadora.

Estos sensores estarán generando datos que deberemos almacenar de forma segura en la nube con la finalidad de analizar los datos obtenidos y prevenir incidentes o accidentes en el equipo, siempre con el objetivo de salvaguardar la integridad física de las personas que se encuentren en la celda y el equipo que está en la celda.

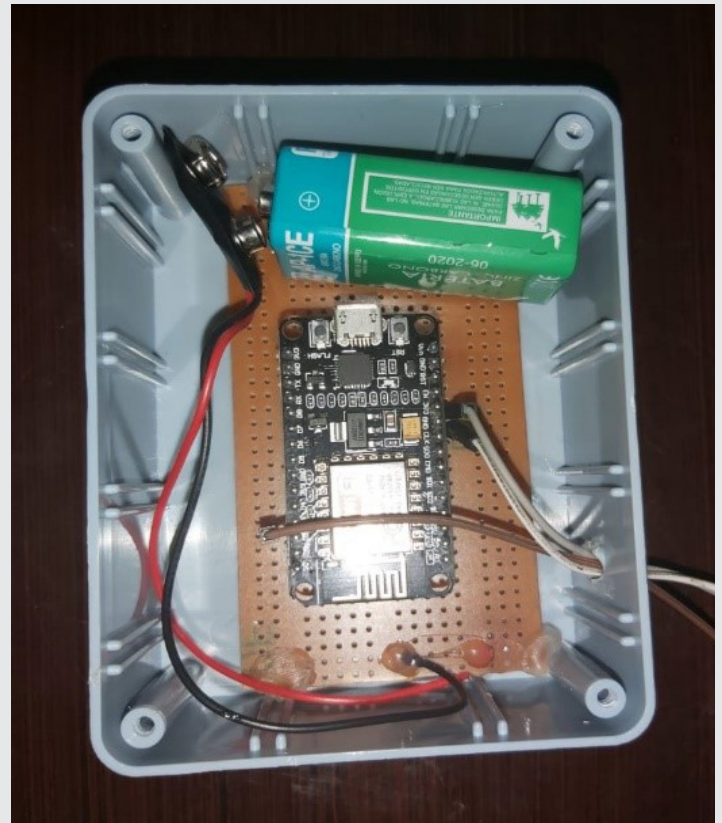


Figura 5. Interior de módulo de monitoreo de temperatura.

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Exterior de módulo de monitoreo de temperatura.

Fuente: Elaboración propia

Para almacenar los datos y subir los datos a una plataforma utilizaremos una placa de desarrollo ESP8266, en esta placa conectaremos los robots y los sensores instalados en cada robot, esta placa se conectará al internet vía wifi para almacenar los datos en una plataforma y de esta manera monitorear cada 2 segundos los datos que se estarán generando y poder tomar decisiones de los robots en base a su comportamiento, se definió utilizar 6 placas de desarrollo, con la finalidad de personalizar cada dato obtenido en base a cada robot (4 robots) y cada motor (2 motores) de la banda transportadora, a continuación en la figura 7 se muestra la tabla de desarrollo utilizada para la comunicación de la información generada por los sensores, con la plataforma que se utilizara para analizar los datos.

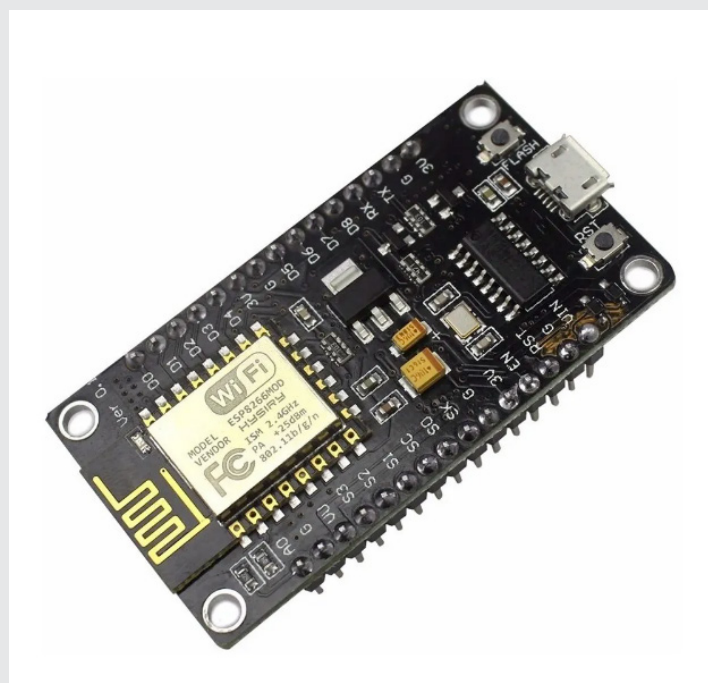


Figura 7. Tabla de desarrollo EPS8266. Fuente: Elaboración propia.

La plataforma que se utilizara para obtener los monitorear los datos obtenidos será thingspeak, esta plataforma es gratuita, y de libre acceso con la finalidad de que los estudiantes entiendan la importancia de obtener datos y comenzar a analizarlos.

Finalmente se realizaron algunas pruebas para verificar el equipo y sensores que estaban instalados originalmente en la celda y se detectó que el sensor NPN que controlara el inicio de cada operación no era el adecuado debido que el nivel de alcance de detección era bajo (4mm), se estableció cambiarlo reemplazarlo por un sensor NPN de mayor alcance (8mm), con la finalidad de que detectara la placa metálica en la que es transportado el rompecabezas, a continuación se muestra el sensor que reemplazara los sensores que se encuentran instalados en la banda transportadora además de sus características en la figura 8 y figura 9.



Figura 8. Sensor de proximidad. Fuente: Sick sensors [5].

Technical details		Downloads	Accessories	Applications	Videos	Items supplied	Customs data
Show all Hide all							
FEATURES							
Housing	Cylindrical thread design						
Housing	Standard						
Thread size	M12 x 1						
Diameter	Ø 12 mm						
Sensing range S_n	8 mm						
Safe sensing range S_s	6.48 mm						
Installation type	Non-flush						
Switching frequency	2,000 Hz						
Connection type	Male connector M12, 4-pin						
Switching output	NPN						
Output function	NO						
Electrical wiring	DC 3-wire						
Enclosure rating	IP67 ¹⁾						

Figura 9. Características de sensor de proximidad. Fuente: Sick sensors [5].

RESULTADOS

En la elaboración del producto que se ensamblara en la celda flexible con aplicaciones en la revolución 4.0, se diseñó en el software gsimple y se mecanizó en una máquina CNC Hass que está localizada en el instituto tecnológico de Ciudad Juárez, en la figura 10 y en la figura 11 se muestra el rompecabezas que fue diseñado y el momento de la mecanización del rompecabezas que se ensamblara en la celda.



Figura 10. Mecanización de placa con rompecabezas.
Fuente: Elaboración propia.

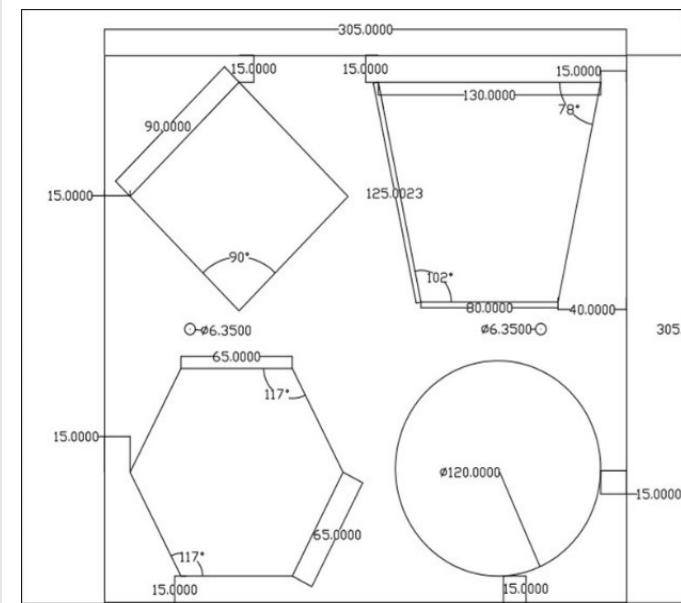


Figura 11. Rompecabezas.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, después de realizar todas las conexiones de los sensores y los robots a las 6 placas desarrolladoras se comenzaron a analizar los datos obtenidos mediante graficas que se encuentran publicando los datos obtenidos cada 2 segundos, como se muestra en la figura 12.

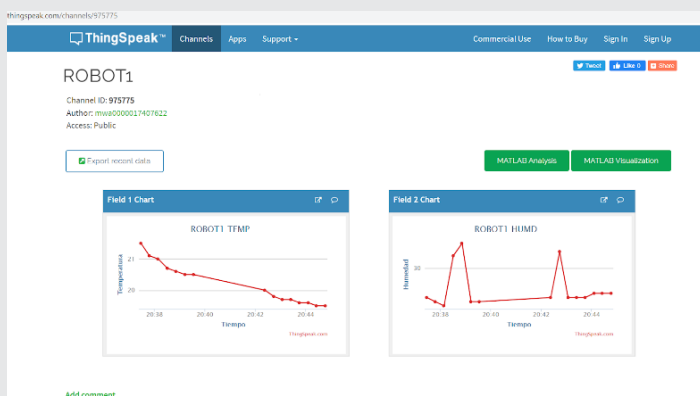


Figura 12. Datos obtenidos por el robot 1.
Fuente: Thingspeak [6]

Los estudiantes únicamente necesitan entrar al canal para observar los datos obtenidos y comenzar a comprender la importancia de la aplicación de la nube y el big data.

Los estudiantes de la institución tendrán acceso a la celda de manufactura donde observaran los datos que se obtienen de los robots y de la banda transportadora, esta celda funciono aproximadamente un mes, debido a la pandemia que está sucediendo actualmente a nivel mundial los estudiantes no han podido ingresar a la celda y la celda está detenida, terminando la pandemia la celda de manufactura volverá a funcionar y los estudiantes tendrán acceso nuevamente.

CONCLUSIONES

Es posible crear una celda didáctica con aplicaciones en la revolución 4.0 utilizando paquetes de simulación, diseño, utilizando diferentes herramientas como la manufactura aditiva, maquinas CNC, equipo de automatización y con la integración de equipos multidisciplinarios.

Los estudiantes del tecnológico de ciudad Juarez pueden observar la importancia de un par de principios de la revolución 4.0, como el big data, nube, robótica, donde ellos comprenderán de una manera más adecuada los principios de manufactura 4.0 y la ciudad obtendrá ingenieros con conocimientos básicos de este tipo de manufactura.

En el desarrollo e implementación de un sistema de monitoreo del estado físico del sistema (robots, banda transportadora) con la finalidad de conocer el estado físico casi en tiempo real de los sistemas, adicionalmente con la aplicación de este sistema los estudiantes conocerán la importancia de la nube, blockchain y el desarrollo de aplicaciones o utilizar aplicaciones ya desarrolladas como la aplicación thingspeak donde se pueden almacenar y graficar datos.

Los estudiantes al inicio del año tuvieron acceso a la celda donde manifestaron interés en la celda, debido a la pandemia que esta sucediendo actualmente a nivel mundial, los estudiantes no han ingresado nuevamente a la celda, actualmente en el instituto tecnológico de ciudad Juarez se está desarrollando un nodo donde será incluida esta celda con la finalidad de generar conocimiento en los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Bearzotti, L. (n.d.). *Industria 4.0 y la Gestión de la Cadena de suministro: el desafío de la nueva revolución industrial*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 7.

[2] Carlos Montilla, J. A. (2017). *Simulación de operación de celdas de manufactura flexible fmc, utilizando las redes de petri*. Universidad Tecnológica de Pereira.

[3] Carvajal Rojas, J. H. (2017). *La cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en latinoamérica y el caribe*. LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 5.

[4] Net, S. (2018). *La evolución hacia el Internet de las Cosas*. Smart Net. Recuperado el 1 de marzo de 2020, de <https://www.smartnet.com.co/la-evolucion-hacia-el-internet-de-las-cosas/>