



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
Acreditación Institucional en Alta Calidad



**Construcción De Un Modelo De Sistema Integrado De Manufactura Sim Utilizando
Fischertechnik®**

Daniela Alejandra García Rojas

Katherine Andrea Suárez Mendivelso

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES BOGOTÁ D.C.**

2024

**CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE SISTEMA
INTEGRADO DE MANUFACTURA SIM UTILIZANDO FISCHERTECHNIK®**

**DANIELA ALEJANDRA GARCÍA ROJAS Y KATHERINE ANDREA SUAREZ
MENDIVELSO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

**Director
V́ctor Manuel Carrillo ́lvarez**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES BOGOTÁ D.C.**

2024

Contenido

INTRODUCCIÓN	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2. JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. MARCO REFERENCIAL	13
4.1 ANTECEDENTES EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	14
4.2 MARCO TEÓRICO.....	16
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
Primera etapa: Búsqueda de información	48
Segunda Etapa: Reconocimiento y Manejo de Software.....	50
Tercera y cuarta etapa: construcción y configuración (Software/Hardware)	53
5.1 Pinza Robot Manipulada.....	54
5.1 Banda Transportadora	64
5.2 Pinza Oscilante.....	74
5.3 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación Propósito y Funcionalidad.....	80
6. CONCLUSIONES.....	88
7. RECURSOS DISPONIBLES	90
8. CRONOGRAMA	91
9. PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROYECTO	91
10. BIBLOGRAFIAS.....	93

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Industriales y la visualización de procesos	18
Ilustración 2 MPS distribución proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización de proceso	19
Ilustración 3 MPS Verificación proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización de proceso.	19
Ilustración 4 MPS clasificación. Proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización.	20
Ilustración 5 Prototipo de Robot de 3 ejes con pinza	23
Ilustración 6 Dimensiones del controlador TX	27
Ilustración 7 Alimentación de controlador TX	28
<i>Ilustración 8</i> Ilustración 8 Entradas y salidas digitales y analógicas	29
Ilustración 9 Ventana de inicio de Robo-Pro	32
Ilustración 10 Icono COM/USB	34
Ilustración 11 Ventana de configuración de interfaz	34
Ilustración 12 Icono de prueba	35
Ilustración 13 Ventana de prueba.....	35
Ilustración 14 Arduino	41
Ilustración 15 Arduino	42
Ilustración 16 Micropython	43
Ilustración 17 Piezas importantes	51
Ilustración 18 Programa Robo - Pro.....	52
Ilustración 19 Pinza Manipuladora	54
Ilustración 20 Pinza Manipuladora con Arduino.....	55
Ilustración 21 Banda Transportadora	65
Ilustración 22 Programación Parte principal	68
Ilustración 23 Programación Empujador 2.....	69
Ilustración 24 Programación Cinta transportadora	69
Ilustración 25 Programación Empujador 1.....	70
Ilustración 26 Programación Mesa Giratoria.....	70
Ilustración 27 Programación Trabajar	71
Ilustración 28 Programación Int	71
Ilustración 29 Programación Sensor	72
Ilustración 30 Pinza Oscilante.....	75
Ilustración 31 Programación Pinza Oscilante.....	78
Ilustración 32 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación	80
Ilustración 33 Piezas utilizadas de Fischertechnik®.....	81
Ilustración 34 Controlador TX con conexiones	84
Ilustración 35 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación	85

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria manufacturera está en constante evolución, buscando mayor eficiencia, precisión y optimización en sus procesos. La implementación de sistemas integrados de manufactura (SIM) se ha convertido en una tendencia clave para alcanzar estos objetivos. Estos sistemas permiten la automatización y el control de diversas etapas de producción, desde el diseño hasta la fabricación, mejorando la productividad y reduciendo los tiempos de entrega.

"En este contexto, la utilización de kits de construcción como FischerTechnik® ha ganado popularidad como una herramienta versátil y accesible para la construcción de modelos de sistemas integrados de fabricación. FischerTechnik® ofrece una amplia gama de componentes, como motores, sensores y unidades de control, que se pueden ensamblar para crear modelos funcionales de sistemas industriales. Para garantizar el control y la programación de estos sistemas, se utilizará Arduino, una plataforma de hardware libre ampliamente utilizada para la automatización y el control en entornos educativos e industriales.

El objetivo de este trabajo es explorar la construcción de un modelo de Sistema Integrado de Manufactura (SIM) utilizando FischerTechnik®, analizando su viabilidad y beneficios. A través de la construcción y funcionamiento de este modelo, se busca simular y explorar la manufactura automatizada en la Fundación Universitaria Los Libertadores (FULL), lo que permitirá entender su potencial impacto en la mejora de los procesos productivos.

Además, este proyecto tiene un enfoque educativo, ya que busca fomentar el aprendizaje práctico en el campo de la manufactura automatizada y la Industria 4.0. Mediante el uso de

FischerTechnik®, los estudiantes e ingenieros en formación pueden adquirir conocimientos sobre la integración de tecnologías, la programación de sistemas automatizados y el análisis de su rendimiento, promoviendo así el desarrollo de habilidades técnicas esenciales para enfrentar los retos de la industria moderna.

Se examinarán los diferentes componentes y sus funcionalidades, así como la programación necesaria para controlar el sistema. Además, se evaluará el rendimiento del modelo construido y se discutirán las aplicaciones potenciales en la industria manufacturera. Este estudio tiene como finalidad presentar una alternativa innovadora y accesible para la construcción de modelos de sistemas integrados de manufactura, utilizando FischerTechnik® como plataforma de desarrollo. Al aprovechar la versatilidad y funcionalidad de estos kits de construcción, se busca demostrar su potencial para mejorar los procesos industriales y fomentar tanto la investigación como el aprendizaje en el campo de la manufactura automatizada.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando la relevancia de la industria 4.0, las tecnologías, el internet de las cosas, la confiabilidad y seguridad que requieren la toma de datos, la implementación de sistemas integrados de manufactura (SIM) es fundamental para mejorar la eficiencia y productividad de los procesos de producción. Estos sistemas permiten la automatización y control de las diferentes etapas de fabricación, optimizando los recursos y reduciendo los tiempos de producción.

Sin embargo, la construcción y puesta en marcha de un sistema integrado de fabricación puede resultar costosa y compleja, especialmente para pequeñas y medianas empresas que carecen de los recursos económicos y la experiencia técnica necesaria. Además, el acceso a equipos y tecnologías especializadas es limitado en muchos casos, dificultando también la implementación de sistemas automatizados en entornos educativos y de aprendizaje, lo que restringe el desarrollo de competencias técnicas necesarias en un entorno industrial altamente competitivo.

En este contexto, la utilización de kits de construcción como FischerTechnik® ha surgido como una solución accesible y versátil para la construcción de modelos funcionales de sistemas integrados de fabricación. Estos kits permiten simular procesos automatizados de producción, ofreciendo una herramienta didáctica que combina el aprendizaje práctico con el análisis de tecnologías avanzadas, fomentando su aplicación tanto en el ámbito educativo como en el profesional.

A pesar de su potencial, esto plantea la necesidad de explorar e investigar cómo estos modelos pueden contribuir significativamente al desarrollo de habilidades técnicas y al mejoramiento de los procesos productivos. En consecuencia, surge la pregunta de investigación:

¿Cómo impacta la implementación de sistemas integrados de fabricación (SIM) en la eficiencia y productividad de los procesos de producción, considerando la relevancia de la Industria 4.0, las tecnologías emergentes, el Internet de las Cosas, ¿y la confiabilidad y seguridad en la toma? de datos?

2. JUSTIFICACIÓN

En el ámbito de la industria manufacturera, la implementación de sistemas integrados de manufactura (SIM) ha surgido como una estrategia esencial para mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad de los procesos de producción. Los sistemas integrados permiten la automatización y sincronización de diversos componentes, ofreciendo ventajas significativas a las organizaciones. En este contexto, el papel del ingeniero industrial es de vital importancia, ya que desempeña un rol clave en la planificación, diseño, implementación y optimización de estos sistemas en distintos entornos industriales.

Con esto se quiere demostrar la viabilidad de FischerTechnik® como una plataforma accesible y efectiva para el desarrollo de un prototipo funcional de un Modelo de Sistema Integrado de Manufactura (SIM). A través de la construcción y funcionamiento de este modelo, se busca simular y explorar la manufactura automatizada en la Fundación Universitaria Los Libertadores (FULL), lo que permitirá entender su potencial impacto en la mejora de los procesos productivos.

La elección de FischerTechnik® como herramienta de construcción del prototipo el cual se basa en su versatilidad y facilidad de uso. Esta plataforma brinda la oportunidad de integrar componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos de manera sencilla y eficiente, lo que facilita la simulación de sistemas productivos complejos. Al demostrar la viabilidad de FischerTechnik®, se pretende ofrecer una opción accesible para que otras instituciones educativas y empresas puedan implementar soluciones similares en sus entornos, potenciando así el aprendizaje y la investigación en el área de la manufactura automatizada.

La construcción del prototipo permitirá la simulación y exploración de distintos escenarios de manufactura automatizada. Los resultados obtenidos serán de gran valor para la

toma de decisiones en la implementación de sistemas integrados de manufactura en entornos industriales reales. Además, el enfoque educativo de este proyecto fomentará la capacitación y formación de estudiantes y profesionales en el área, contribuyendo al desarrollo de habilidades y conocimientos altamente demandados en el campo de la ingeniería industrial.

Adicionalmente, se contribuirá al fortalecimiento del vínculo entre la FULL y la industria, al proponer soluciones tecnológicas prácticas que pueden tener aplicaciones concretas en el entorno empresarial. Al mostrar cómo la manufactura automatizada puede ser simulada y explorada mediante el uso de FischerTechnik®, se abrirán oportunidades para futuras investigaciones y proyectos colaborativos entre la Fundación Universitaria Los Libertadores y empresas del sector.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo de sistema integrado de fabricación (SIM) funcional y educativo utilizando el kit FischerTechnik® y la plataforma Arduino, que permite simular procesos de producción automatizados, brindando una herramienta didáctica para la enseñanza de conceptos y prácticas de manufactura, y demostrar su aplicabilidad en el ámbito educativo y profesional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y consultar los requerimientos técnicos y operativos específicos de producción y logística en empresas dedicadas a la transformación de materias primas. A partir de esta información, ensamblar los prototipos necesarios utilizando FischerTechnik®, asegurando que estos se ajusten a las necesidades de optimización de los procesos de producción y logística. El diseño de los prototipos se orientará a mejorar la eficiencia y eficacia en el funcionamiento de las empresas, contribuyendo así a un desempeño más competitivo.

- Implementar la plataforma de desarrollo ARDUINO para lograr la completa integración tecnológica de los prototipos ensamblados, permitiendo así potenciar sus funcionalidades y asegurar un óptimo desempeño en empresas de transformación de materias primas.

- Diseñar y desarrollar un conjunto de actividades y guías didácticas basadas en el modelo de sistema integrado de fabricación construido, orientadas a la enseñanza de conceptos y prácticas de fabricación automatizadas en entornos educativos, promoviendo el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias técnicas relacionadas con la Industria. 4.0.

4. MARCO REFERENCIAL

Fischertechnik® Un sistema modular para la reproducción y simulación realista de sistemas mecánicos y electrónicos. Por otra parte, Fischertechnik® es un innovador sistema modular que permite la construcción, el modelado y la simulación realistas de sistemas mecánicos y electrónicos. Gracias a su versatilidad y escalabilidad, Fischertechnik® ha ganado reconocimiento mundial y se ha convertido en una herramienta invaluable para programas educativos y de entretenimiento, ampliamente utilizada en escuelas y programas de capacitación en todo el mundo.

El núcleo del sistema Fischertechnik® reside en su conjunto de módulos especialmente desarrollados con dicha herramienta, los usuarios tienen la oportunidad de crear y explorar réplicas precisas de sistemas mecánicos y electrónicos, lo que permite una experiencia de aprendizaje práctica y enriquecedora. Además del impacto educativo, Fischertechnik® también se ha convertido en una fuente de entretenimiento para entusiastas de todas las edades (FisherTechnik, s/f).

4.1 ANTECEDENTES EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El estudio de los sistemas de producción, es uno de los aspectos de la Ingeniería Industrial susceptible de automatizar; de esta manera es importante simular los procesos involucrados como son el sistema de inventarios, el almacenamiento y la logística. Esto hace que se piense en generar prototipos funcionales que se acerquen a la realidad de los sistemas de producción por medio de modelos ayudados de plataformas de aprendizaje como es este caso Fischertechnik® (Mukrimaa et al., 2016).

Otro aspecto que hay que tener en cuenta para la implementación de proyectos de este tipo es que apuntan a la formación de Ingenieros y en este caso específico a la formación de Ingenieros Industriales con énfasis en la Industria 4.0; es así, como por medio de estrategias como las fábricas de aprendizaje llamadas también "Learning Factories" se afirman los conocimientos a nivel de laboratorio con proyección a trabajarlos con escalamiento industrial y replicarlos en industrias del sector productivos (Mukrimaa et al., 2016).

Con respecto al caso específico de las fábricas de aprendizaje aplicadas a Fischertechnik, existen varios módulos que se pueden adaptar de acuerdo con temáticas de las fábricas de producción como por ejemplo la solicitud de materia prima, los inventarios, pedidos, estado de la fábrica y estado de la producción; estas acciones se pueden implementar realizando algunos cambios en los recursos con que se cuenta en la actualidad en los laboratorios que tienen los diferentes kits de Fischertechnik. (*TXTEplorer_ES*. (n.d.).

Para que los módulos Fischertechnik sean utilizables se crea una estructura básica que admite sistemas de clasificación. El sensor se puede combinar para determinar las características de los objetos clasificados, como el tamaño, la forma o el color. Se pueden usar actuadores como brazos robóticos o cintas transportadoras para separar objetos después de clasificarlos.

Una vez que se establece un sistema de clasificación, se puede probar para verificar su validez y precisión. los sensores y actuadores se ajustan para mejorar el rendimiento del sistema y asegurarse de que clasifica correctamente los objetos.

El proyecto permitirá comprender la automatización industrial y aplicar sus conocimientos en proyectos prácticos y realistas. Además, les daré la oportunidad de colaborar como equipo para desarrollar sus habilidades y promover su creatividad e innovación

4.2 MARCO TEÓRICO

Recientemente, se ha incrementado la necesidad de incorporar las tecnologías 4.0 al desarrollo de espacios académicos que posibiliten la formación de futuros profesionales con las competencias requeridas en el mercado laboral, (Mukrimaa et al., 2016) Sin embargo, cada nueva revolución y en especial la de las tecnologías 4.0, encierra desafíos para las organizaciones con relación a la capacitación de los trabajadores para aprenderlas y utilizarlas (Guelvis et al., 2016)

Asimismo, el concepto de sistemas de fabricación flexible (FMS) ha cobrado gran importancia, apoyando trabajos de investigación desde diferentes frentes, como la programación de sistemas de fabricación flexible utilizando la automatización para apoyar la toma de decisiones empresariales basadas en el aprendizaje heurístico (Abidi et al., 2020). En cuanto a FMS, existen trabajos sobre programación flexible dirigidos a la industria de ensamblaje (Zhu et al., 2019); Planificación de procesos en entornos de Industria 4.0, donde se tratan temas como Big Data, Sistemas Ciber-Físicos, Internet de las Cosas y Cloud Computing (Trstenjak & Cosic, 2017). Por otro lado, se ve que para los estudios se han realizado también comparaciones de sistemas flexibles con una nueva configuración de sistemas teniendo en cuenta las bondades de cada uno de ellos y esto con la ayuda de entornos virtuales (Boccella et al., 2020).

A partir de lo anteriormente expuesto, el presente proyecto de investigación aborda la necesidad de la actualización de herramientas como Fischertechnik y Arduino, con las que cuenta la institución a partir de las necesidades del sector productivo de las industrias. En este sentido, es fundamental precisar la conceptualización de la integración tecnológica que encierra el proceso de incorporación de tecnologías a las aulas de clase que permitirá que los futuros profesionales en

ingeniería puedan usarse en la vida diaria laboral, dentro del concepto de enseñanza– aprendizaje, entendido como el proceso bilateral de transmisión de conocimientos específicos de la tecnología y su integración con otras tecnologías, para alcanzar resultados de aprendizaje cada vez más profundos.

Es importante resaltar que por muchos años la aplicación de la automatización ha generado numerosos beneficios en la industria mundial, así como en la industria textil. Dentro de estos beneficios se evidencia la minimización en el esfuerzo humano en los procesos intensivos en mano de obra (Jindal et al., 2021). Esto se constituye en un soporte que refleja el desafío de las instituciones educativas de incluir en los espacios académicos el desarrollo de propuestas alineadas que preparen a los estudiantes para las necesidades de las industrias. Al respecto se evidencian estos retos asumidos por instituciones académicas en donde a través de espacios académicos se desafían a los estudiantes en problemas de digitación, virtualización y optimización de sistemas de producción (Pechmann et al., 2019).

4.2.1 Sistema Modular MPS 500 FESTO

Para iniciar el estudio e implementar la automatización, se debe conocer con exactitud los módulos que implementaremos. En este caso la réplica de las estaciones modulares de la Fundación Universitaria Los Libertadores cuentan con un controlador lógico el cual ayuda al manejo de los movimientos de los actuadores, lo que hace es comunicar las estaciones por medio de una red tipo Ethernet el cual permite un intercambio de datos a computadora personal (Marcelo Alfredo Castillo Espinoza, 2019)

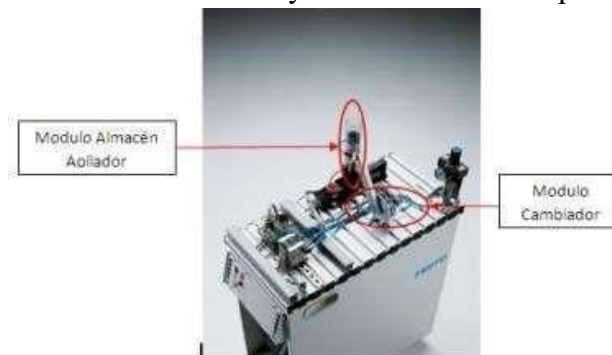
- Sistema de producción modular (MPS)

Este sistema es el encargado de simular una parte del proceso industrial, cada una de ellas cuenta con sensores y actuadores que les permiten desempeñar una tarea en específico al interior del aula de clases, la modularidad del sistema permite cubrir temas pasando de la tecnología básica como neumática, los sensores y la programación de PLC, para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización de proceso. (Marcelo Alfredo Castillo Espinoza, 2019)

- **MPS Distribución**

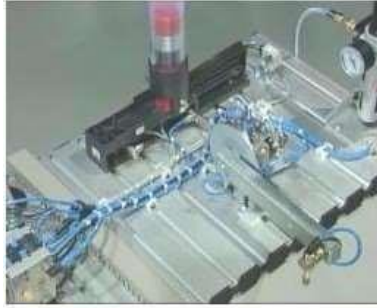
“La estación de distribución separa piezas (ilustración 1). Hay hasta ocho piezas en un tubo del almacén de apilado. Un actuador de doble efecto expulsa las piezas individualmente. El módulo cambiador sujeta las piezas separadas por una ventosa. El brazo del cambiador, que es accionado por un actuador giratorio, transporta la pieza al punto de transferencia de la estación anterior” (Marcelo Alfredo Castillo Espinoza, 2019)

Ilustración 1 Industriales y la visualización de procesos



Fuente: Tomada de proyecto técnico “Automatización y monitoreo para planta Festo MPS-500 del laboratorio de fabricación flexible de UPS-G”

Ilustración 2 MPS distribución proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización de proceso

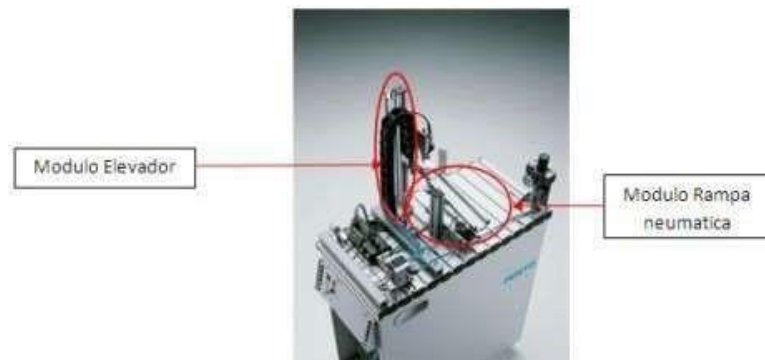


Fuente: Tomada de proyecto técnico “Automatización y monitoreo para planta Festo MPS-500 del laboratorio de fabricación flexible de UPS-G”

- **MPS Verificación**

Distingue entre piezas utilizando un sensor óptico y un sensor capacitivo. Un sensor de reflexión trasera controla si el espacio de trabajo está libre después de que el actuador lineal haya levantado la pieza. El accionamiento lineal guía las piezas necesarias a la siguiente estación a lo largo de la rampa de colchón de aire

Ilustración 3 MPS Verificación proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización de proceso.

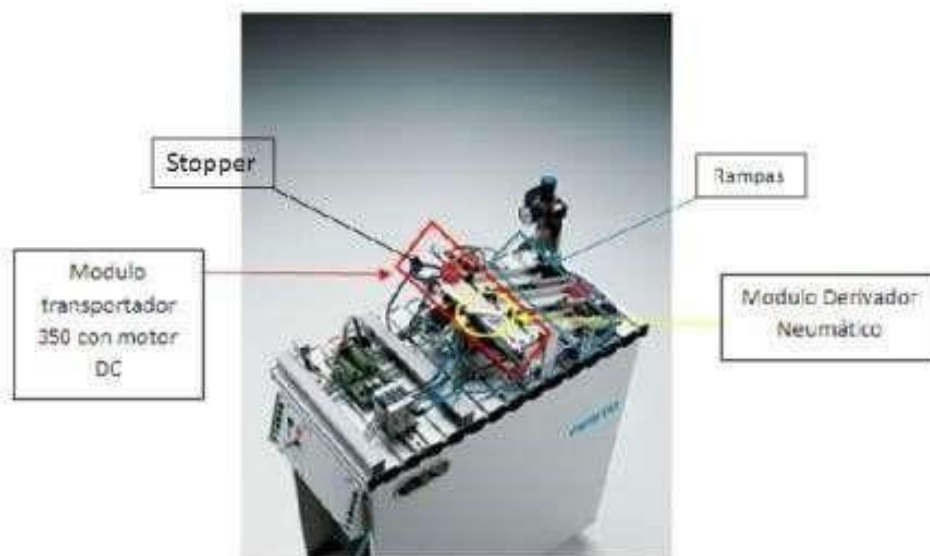


Fuente: Tomada de proyecto técnico “Automatización y monitoreo para planta Festo MPS-500 del laboratorio de fabricación flexible de UPS-G”

- **MPS clasificación**

“El patio de clasificación clasifica las piezas en tres rampas. Las piezas ubicadas al comienzo del transportador son detectadas por un sensor de reflexión directa. Los sensores antes de detenerse determinan las características del objeto (negro, rojo, metal), los interruptores de clasificación, activados por correas cortas, le permiten dirigir los objetos a la rampa adecuada. Un sensor de reflexión trasera determina el nivel de llenado de las rampas”.

Ilustración 4 MPS clasificación. Proyecto de grado para llegar hasta temas como las redes industriales y la visualización.



Fuente: Tomada de proyecto técnico “Automatización y monitoreo para planta Festo MPS-500 del laboratorio de fabricación flexible de UPS-G”

4.2.2 Fischertechnik®

Fischertechnik® es un sistema que se basa en bloques base que pueden tener varias conexiones que funcionan de diferentes maneras, utilizando bloques de esquina, partes estáticas, muchos componentes electrónicos o controles remotos infrarrojos. Se utiliza en educación para la enseñanza de máquinas simples, así como de motorización y mecanización. *TXT-Explorer_ES*. (n.d.).

La mecatrónica se ocupa de fundamentos y conceptos como la mecánica, la electrónica, la informática y el control automático, que también se pueden encontrar en diversas ramas de la ciencia y la física en campos enfocados en STEM; Los niños, jóvenes estudiantes y profesores pueden desarrollar habilidades de pensamiento como herramientas para todas las etapas de sus vidas.

Fischertechnik maneja una amplia gama de artefactos automatizados y no automatizados de acuerdo con la función que la persona le quiera dar, la edad o la categoría de personas niños, jóvenes estudiantes, ya sea de colegio o universidad, docentes, profesionales, etc.) Estas categorías son:

1. PLAY: Esta línea es apta para todas las edades, con 50 variaciones; consta de piezas que se pueden armar como una especie de lego, todas las piezas encajan pieza por pieza, incluye un manual completo y fácil de entender. También se pueden utilizar otras cajas de Fischertechnik. *TXTEplorer_ES*. (n.d.).

2. Enseñanza: Esta serie incluye 40 referencias de productos que contienen bloques para que los docentes enseñen de manera flexible a los alumnos. *TXT-Explorer_ES*. (n.d.).

3. Simulación: En esta categoría, los modelos que están automatizados se combinan con procesos complejos de una manera más realista y se pueden utilizar de diferentes formas con modelos ya creados. Puedes encontrar al menos 15 modelos. *TXT-*

Explorer_ES. (n.d.).

4. EN PIEZAS: No puede llamarse categoría, sin embargo, Fischertechnik es capaz de distribuir partes individuales del modelo, dependiendo de las necesidades de nuevos proyectos, procesa 687 piezas. A partir de un proceso industrial, una comprensión más realista del proceso de fabricación requiere modelos de la categoría SIMULADORES, ya que se refieren a modelos que tienen similitudes en las instalaciones de producción. Como se mencionó anteriormente, Fischertechnik ofrece 15 variantes de productos en la categoría analógica. *TXT-Explorer_ES*. (n.d.).

Ilustración 5 Prototipo de Robot de 3 ejes con pinza



*Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Assembly Guide of fischertechnik
ROBO TX Automation Robots*

4.2.3 Robo TX controller

Para el funcionamiento de Fischertechnik es necesario tener en cuenta la parte más importante de estos módulos los cuales son los controladores TX, las características

físicas del controlador son las siguientes. (González, 2016)

Para poder detallar las **características físicas** del **Robo TX Controller** de FischerTechnik®, te proporciono una lista de las características principales que suelen describir este componente, basadas en las especificaciones comunes de este tipo de controlador:

Características físicas del Robo TX Controller (Fischertechnik):

1. Dimensiones:

- El Robo TX Controller generalmente tiene un tamaño compacto, diseñado para integrarse en sistemas de robótica y automatización educativa.
- Medidas aproximadas: 10 cm x 6 cm x 2.5 cm (Largo x Ancho x Alto), aunque esto puede variar ligeramente dependiendo del modelo específico.

2. Peso:

- Un peso ligero para facilitar su integración en diversos prototipos y kits. El peso es generalmente alrededor de 150-200 gramos.

3. Puertos de conexión:

- Dispone de múltiples puertos para la conexión de motores, sensores y otros módulos del sistema.

- Suele contar con **puertos para motores** (generalmente 4 puertos), **puertos para sensores** (hasta 4 puertos), y otros **puertos de entrada/salida** para expansión.

- También incluye puertos para la comunicación y conexión con otros dispositivos, como puertos **USB** o **Bluetooth**.

4. **Pantalla:**

- Algunos modelos del Robo TX Controller pueden incluir una **pantalla LCD** o **LED** que facilita la visualización de información, como los valores de los sensores o el estado del sistema.

5. **Fuente de energía:**

- El controlador generalmente funciona con baterías recargables o adaptadores de corriente, lo que permite su uso en entornos educativos y de laboratorio. Puede ser alimentado por una batería de 7.2V o 9V, dependiendo del modelo.

6. **Botones de control:**

- Incluye varios **botones físicos** para la interacción directa con el sistema, como encender/apagar el controlador, y otros botones para la programación y la configuración del sistema.

7. **Conectividad:**

- Dependiendo del modelo, puede tener **conexión inalámbrica** como **Bluetooth** o **WiFi** para control remoto o conexión a otros dispositivos.

- Además, incluye una **entrada USB** para la programación y transferencia de datos entre el Robo TX Controller y una computadora.

8. **Diseño:**

- El diseño es **robusto y modular**, lo que permite integrarlo fácilmente en los kits de FischerTechnik®.

- Normalmente, tiene un **carcasa de plástico** duradera, pensada para resistir el uso en entornos educativos y en la construcción de prototipos.

Uso en la práctica:

El **Robo TX Controller** se utiliza como cerebro de los sistemas robóticos y de automatización de FischerTechnik®, proporcionando la interfaz para conectar y controlar motores y sensores, así como para programar y ejecutar las acciones dentro de los proyectos educativos y experimentos de automatización.

Ilustración 6 Dimensiones del controlador TX



Diagrama 1 - Dimensiones

Fuente: Tomada de Fischertechnik ROBO TX Controller: Conceptos básicos

Mientras investigaba las capacidades del controlador RoboTX, una cosa realmente que llama la atención: la plataforma se basa en un procesador ARM9, específicamente el Atmel AT91SAM9260 con frecuencia de 200 Mhz. (González, 2016)

Atmel es la misma marca en la que se basa Arduino. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que Arduino es una plataforma basada en microcontroladores, mientras que RoboTX Controller está basado en procesadores. Además, la diferencia en la velocidad del reloj (Arduino a 16 MHz frente a RoboTX a 200 MHz) dificulta la comparación de las dos plataformas. No podemos pensar en el controlador RoboTX como un Arduino, aunque podemos hacer prácticamente lo mismo en una plataforma u otra. (González, 2016)

Ilustración 7 Alimentación de controlador TX



Fuente: Tomada de Fischertechnik ROBO TX Controller: Conceptos básicos

4.2.4 Entradas y salidas de controlador TX

Como introducción a los conceptos fundamentales de la plataforma Fischertechnik®, es importante comprender el funcionamiento de las entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Según González (2016), estos conceptos son clave para quienes se inician en la electrónica y la programación de microcontroladores, ya que

permiten interpretar y controlar las señales en los sistemas automatizados. Un documento detallado sobre este tema proporciona ejemplos prácticos y explicaciones claras para facilitar su comprensión. En el contexto del controlador Robo TX (RTC), resulta esencial especificar los puertos de entrada y salida y su configuración adecuada, como lo menciona el autor. (González, 2016)

Ilustración 8 Ilustración 8 Entradas y salidas digitales y analógicas



Fuente: Tomada de Fischertechnik ROBO TX Controller: Conceptos básicos

Las entradas que se pueden configurar son analógicas o digitales las cuales están resaltadas en amarillo. Se pueden pensar en dos modos de funcionamiento cuando se utilizan como entradas digitales:

Modo de 10 voltios: en esta configuración, se pueden leer voltajes de corriente continua entre 0 y 9 voltios (NOTA: no 10). Esto se logra utilizando un convertidor de analógico a digital de 10 bits (González, 2016)

Modo 5k: en esta configuración, la caída de voltaje a través de una resistencia fija (interna al RTC) y una resistencia variable se mide de forma analógica. Los sensores de tipo

resistivo se leen usando esto. Al final, la lectura es analógica y se lee en ohmios, una unidad de resistividad, en lugar de leer un voltaje (González, 2016).

Salidas digitales (PWM): Las salidas digitales son puertos que pueden entregar un voltaje máximo de 9 voltios y una corriente máxima de 250 mA. Se debe tener en cuenta que, por ejemplo, un Arduino solo puede entregar 5 voltios y 40 mA en cualquiera de sus salidas digitales. Entre los microcontroladores se encuentra Arduino. Debido a su diseño específico del motor, el controlador RoboTX tiene mayores capacidades de suministro de energía. Puede suministrarse mucha corriente, 2 A, entre las 8 salidas del controlador. Si tenemos en cuenta que los dispositivos con los que vamos a trabajar son dispositivos de aficionados, un motor que consume 250 mA se considera un motor "grande" (González, 2016).

El uso de un conjunto de MOSFET, que se encargan de gestionar corrientes de 250 mA, ha aumentado la capacidad de las salidas digitales de este controlador. 2A no puede ser entregado por el microprocesador solo. Esto ya no es un problema con los MOSFET. M1, M2, M3 y M4 son las cuatro marcas visibles (González, 2016)

4.2.5 Robo-Pro

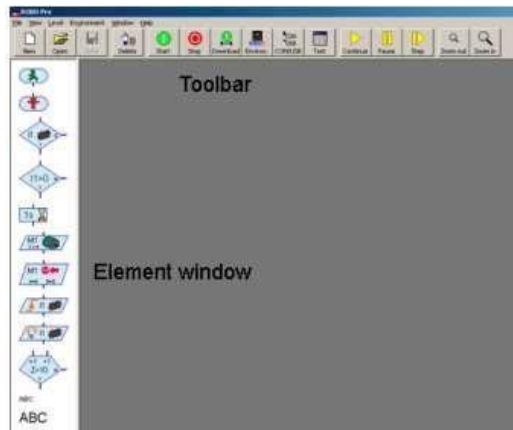
Robo-pro es un programa de control y diagramas de flujo que son precisos para la creación de interfaces graficas que son realizadas por los estudiantes. Para que tenga un buen funcionamiento se debe tener un software ROBO-PRO y un PC.

Es importante tener dicho software en nuestro computador. Para ello, se debe tener la instalación de esta completa, algunos requisitos que se debe cumplir son los siguiente:

- Una PC compatible con IBM con procesador Pentium II con una velocidad de reloj de al menos 500 MHz, 64 MB RAM y aprox. 40 MB de espacio libre en disco en el disco duro
- Un monitor y una tarjeta gráfica con una resolución de al menos 1024x768 píxeles.
- Microsoft Windows, Windows XP
- Una interfaz USB gratuita para conectar el controlador ROBO TX. Para conectar la interfaz ROBO

Necesita una interfaz USB libre o una interfaz RS232 libre (COM1 a COM4), cuando inicie el programa de observa que este programa cuenta con diferentes iconos los cuales nos ayudan a determinar y realizar la configuración del programa para los prototipos realizados. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

Ilustración 9 Ventana de inicio de Robo-Pro



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

La ventana tiene una barra de menús y una barra de herramientas con varios botones operativos arriba, así como una ventana en el lado izquierdo con elementos del programa. Se puede observar dos ventanas apiladas en el margen izquierdo, ROBO Pro no está configurado en el Nivel 1. Para permitir que la funcionalidad de ROBO Pro coincida con su crecimiento y conocimiento, puede configurar ROBO Pro desde el nivel 1 para principiantes hasta el nivel 5 para expertos. Se observa el menú **Nivel** para ver si hay una marca de verificación en el Nivel 1: Principiantes. Si no, por favor cambie al nivel 1.

ROBO Pro está configurado para usar el controlador ROBO TX como interfaz. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

Para una prueba rápida de hardware antes de programar la Interfaz esta debe de estar conectada al PC para que podamos probar los programas y luego a crear. Pero, dependiendo de la interfaz utilizada (ROBO TX Controller o ROBO-Interface), también se

deben realizar y probar los ajustes de conexión de interfaz apropiados. Fischertechnik.
(n.d.). *GuiaFischertechnik*.

Para la conexión de la interfaz a la PC el cable de conexión suministrado con la interfaz está conectado a la Interfaz y a un puerto en la PC:

- Con el controlador ROBO TX se puede usar un puerto USB
- Con la interfaz ROBO, ya sea un puerto USB o uno de los puertos serie se puede utilizar COM1 a COM4.

El manejo de las diversas conexiones se describe con precisión en el manual de usuario de su PC; por favor mira ahí arriba. Las conexiones USB también se encuentran a menudo en la parte frontal de una PC. No olvides darle conectar a una fuente de alimentación (unidad de red o batería). Las conexiones individuales de la interfaz son. para que la configuración de la interfaz y el PC funcione correctamente, ROBO Pro debe estar configurado para la interfaz actualmente en uso. Para hacer esto, inicie ROBO

Pro usando la entrada ROBO Pro en el menú Inicio en Programas o Todos los programas y ROBO Pro. Luego presione el COM/USB en la barra de herramientas. La siguiente ventana aparecerá para su configuración de puerto y el tipo de interfaz.

Fischertechnik. (n.d.). *GuiaFischertechnik*.

Ilustración 10 Icono COM/USB



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

Ilustración 11 Ventana de configuración de interfaz



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

Una vez que haya seleccionado la configuración adecuada, cierre la ventana con Aceptar. Y abre la ventana de prueba con el botón **Prueba** en la barra de herramientas. En ella se muestra las entradas y salidas disponibles en la Interfaz. La barra verde en la parte inferior izquierda de la ventana muestra el estado de conexión de la PC a la interfaz:

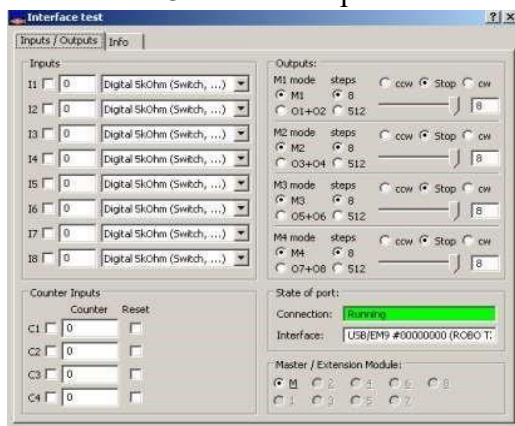
- Conexión: la ejecución confirma la conexión correcta a la interfaz
- Conexión: Detenido indica que la conexión no se ha configurado correctamente y la PC no pudo establecer una conexión con la interfaz. En este caso, la barra aparecerá en rojo. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

Ilustración 12 Icono de prueba



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

Ilustración 13 Ventana de prueba



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

Para poder cambiar la interfaz o la configuración de conexión, se debe cerrar la ventana de prueba (con la X en la parte superior derecha) y seleccione otro puerto u otro tipo de interfaz como se describió anteriormente, a través del botón COM/USB en la barra de herramientas. Si la configuración es exitosa entre la PC y la interfaz descrita y aparece una barra verde, la interfaz ya puede usarse. Si no es así, se debe verificar los siguientes casos Fischertechnik. (n.d.). *GuiaFischertechnik*.

Fuente de alimentación: debe considerar si la interfaz tiene una fuente adecuada o qué tipo de fuente está utilizando. Esto suministrar tensión suficiente. Si el voltaje de la batería cae por debajo de 6 V, el ROBO TX Controller el procesador puede dejar de

funcionar. En este caso, la pantalla dejará de mostrar información. Si el voltaje es demasiado bajo, debe reemplazar o, en su caso, recargar las baterías. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

USB: Se ha instalado correctamente el controlador USB Puede averiguarlo consultando el

Administrador de dispositivos en el Panel de control de Windows. si la entrada fischertechnik USB ROBO TX Controller aparece debajo de las conexiones (COM y LPT) y funciona correctamente. Si no aparece esta entrada, vuelva a instalar el controlador USB. Si aparece un error, desinstale el controlador (haga clic en la entrada respectiva con el botón derecho del mouse) e instálelo una vez más. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

Controlador: verificar si un controlador está en el mismos dispositivo o puerto (por ejemplo, un módem) Este controlador es posible que deba desactivarse (consulte los manuales de Windows o del dispositivo). Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*

Una vez que la conexión se haya configurado correctamente, puede usar la prueba de interfaz para probar el ROBO TX, Controlador y los modelos conectados a él. La ventana de prueba muestra las distintas entradas y salidas del Controlador:

- **Entradas universales I1—I8**

I1—I8 son las entradas universales del ROBO TX Controller. Aquí están los tipos que pueden conectar sensores. Hay sensores digitales y analógicos. Tú configuras las entradas universales dependiendo del tipo de sensor que le gustaría conectar.

Fischertechnik. (n.d.). *GuiaFischertechnik*.

- **Los sensores digitales**

Solo pueden asumir los estados 0 y 1, o Sí y No. Por defecto, ambas entradas universales están configuradas en el tipo de entrada Digital 5kOhm. Interruptores (mini pulsador, interruptores), así como fototransistores (sensores de luz) o interruptores de láminas (sensores magnéticos), se pueden conectar a estas entradas digitales. Puede comprobar el funcionamiento de estas entradas por contra conectando a un mini sensor a la Interfaz, p. a I1 (utilice los contactos 1 y 3 del interruptor). Tan pronto como presione el botón, una aparece una marca de verificación en la pantalla de I1. Si ha conectado el interruptor al revés alrededor (contactos 1 y 2), la marca de verificación aparecerá de inmediato y desaparecerá cuando presiona el botón. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

- El ajuste Digital 10V se utiliza para el sensor de rastro infrarrojo.
- El ajuste Analógico 10V se puede utilizar para el sensor de color o para medir voltajes entre 0 y 10V como el voltaje de suministro del paquete de baterías. El voltaje se muestra en mV (milivoltio).

- Se utilizan 5kOhm analógicos para la resistencia NTC para medir temperaturas y para el fotorresistor para medir la luz. Aquí se muestra la lectura Ohm (K = resistencia eléctrica).
- El ajuste Distancia se utiliza para el sensor de distancia ultrasónico (para el ROBO TX Controller solo la versión TX del sensor de distancia con cable de conexión de 3 pines).
- Entradas de contador C1-C4 Estas entradas le permiten contar pulsos rápidos con frecuencias de hasta 1000 pulsos por segundo. También puede usarlos como entradas digitales para botones (no apto para el sensor de seguimiento). Si se conecta un botón a esta entrada, cada pulsación del botón (=pulso) aumentará el valor del contador por 1. Esto le permite, por ejemplo, dejar que un robot viaje una distancia específica. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

- **Salidas de motor M1—M4**

M1 – M4 son las salidas de la interfaz. Conectado Estos pueden ser, por ejemplo, motores, electroimanes o lámparas. Las 4 salidas de motor pueden ser controlado en velocidad y en dirección. La velocidad se controla mediante el control deslizante. Puede que se elija entre una resolución gruesa con 8 pasos diferentes de velocidad o una

resolución fina con 512 pasos. Los elementos del programa en los niveles 1 y 2 solo usan la resolución gruesa. Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

- **Salidas de lámpara O1—O8**

Cada salida del motor puede usarse como un par de salidas individuales. Estos pueden serse utiliza para controlar no solo las lámparas, sino también los motores que solo necesitan moverse en una dirección (para una cinta transportadora). Si desea probar una de estas salidas, conecte una lámpara contacto a la salida, p. O1. Conectas el otro contacto de la lámpara con uno de tierra tomas de la R (\perp). Fischertechnik. (n.d.). *Guia-Fischertechnik*.

- **Módulos de extensión**

El ROBO TX Controller conectado al PC a través del puerto USB (=maestro) puede tardar hasta ROBO TX Controller adicionales como extensiones (ver manual ROBO TX Controller). estos, pero toneladas le permiten seleccionar a cuál de los dispositivos conectados le gustaría acceder con la prueba ventana.

4.2.6 Arduino

Arduino es una plataforma de código abierto basada en software y hardware, diseñada para un entorno de aprendizaje para cualquier persona que desee conocer el tema sin necesidad de tener conocimientos técnicos o profesionales. Además, Arduino simplifica el proceso de trabajo en comparación con otros microcontroladores disponibles en el mercado. Por ejemplo, es muy económico, ya que no cuesta más de 50 dólares. Es multiplataforma, lo que significa que es compatible con diferentes sistemas operativos, y su entorno de programación es sencillo de utilizar para los principiantes. (Gutiérrez, 2007)

Cuando se habla de Arduino, es común pensar en la placa de desarrollo más comercializada, que es el Arduino Uno. Sin embargo, es importante aclarar que Arduino, además de esta placa, cuenta con una variedad de dispositivos especializados para diferentes propósitos. Además, es posible conectar Arduino con diversos sensores disponibles en el mercado e implementarlo en diferentes circuitos.

➤ Software de Arduino

El Arduino IDE es la plataforma utilizada para la programación de las placas de desarrollo, basada en el lenguaje de programación de alto nivel Processing y C++. Maneja una estructura establecida por bucles. Como se mencionó anteriormente, esta estructura es muy fácil de utilizar, y se implementa de la siguiente manera:

Empezamos con el `setup`, que es la parte del código donde se declaran los pines y los puertos de serie que se van a implementar. Se especifica si los pines son de salida (para

generar una salida digital de 0 y 1) o, de entrada, que se utilizan para la toma de datos. La otra parte del código es el loop, que, como su propio nombre indica, es el bucle que ejecuta todo el código en el hardware de Arduino. (Gutiérrez, 2007)

Ilustración 14 Arduino

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads 'atmega Arduino 1.8.13'. The menu bar includes 'Archivo', 'Editar Programa', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and a 'Subir' button. The main text area contains the following C++ code:

```
atmega $
1 void setup() {
2   pinMode(13, OUTPUT);
3 }
4
5 void loop() {
6   digitalWrite(13, HIGH);
7   delay(500);
8   digitalWrite(13, LOW);
9   delay(500);
10 }
```

Fuente: Tomada de Manual Programación Arduino

➤ Hardware (Arduino uno)

La placa de desarrollo Arduino Uno está basado en el microcontrolador ATmega328 de 8 bits, que actúa como procesador de toda la información. La fuente de alimentación del Arduino es de 5 V, lo que permite su funcionamiento adecuado y la conexión de diferentes componentes. Cuenta con 14 pines digitales, que van del 0 al 13, destinados a la conexión de sensores y otros dispositivos disponibles en el mercado. Además, tiene 6 entradas analógicas, que abarcan desde A0 hasta A5, y que manejan valores variables de 0 a 255. Estas características hacen que el Arduino Uno sea una herramienta versátil y accesible para proyectos de electrónica .

4.2.7 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel que se caracteriza por su interpretabilidad, lo que significa que puede ejecutar instrucciones directamente sin necesidad de una compilación previa en lenguaje de máquina. Además, es un lenguaje versátil con una gran cantidad de bibliotecas, lo que facilita la creación de proyectos en varios campos, como secuencias de comandos, desarrollo web, aprendizaje automático, análisis de texto, procesamiento de datos y otros. (Montoro, 2013)

Además, permite utilizar diferentes enfoques de programación, como la orientación a objetos, la programación imperativa y funcional, lo que ofrece flexibilidad para crear distintos proyectos de software (Montoro, 2013)

Ilustración 15 Arduino



Fuente: Tomada de Manual Programación Arduino

Empresas famosas como Netflix, Instagram, Uber y Spotify han utilizado Python para desarrollar software. Esto se debe a los beneficios que brinda, como su alta portabilidad en sistemas operativos como macOS, Linux, UNIX y Windows, lo que posibilita escribir un código que se ejecutará en todos ellos gracias a las bibliotecas estándar (Foundation, 2023)

4.2.8 Micropython

MicroPython es una implementación o librería del lenguaje de programación Python versión 3, diseñada específicamente para su uso en microcontroladores y entornos con restricciones. Esta implementación incluye funciones avanzadas como un indicador interactivo, enteros de precisión arbitraria, cierres, comprensión de listas, generadores y manejo de excepciones, entre otras (George, s.f.)

A través del uso de librerías, es posible controlar las entradas y salidas que se utilizan en la creación de proyectos personalizados, adaptados a las necesidades específicas de cada situación. Además, al leer las señales análogas y digitales de los componentes electrónicos, es posible obtener datos precisos y útiles para el desarrollo de proyectos en diversas áreas, como la automatización, la robótica, la domótica y la electrónica en general (Morales, 2022). Un ejemplo del código para la lectura de los pines en Micropython es el siguiente:

Ilustración 16 Micropython

```
import machine

pin_number = 14
pin = machine.Pin(pin_number, machine.Pin.IN)

pin_value = pin.value()

if pin_value:
    print("El pin está en ALTO.")
else:
    print("El pin está en BAJO.")
```

Fuente: Tomada de lectura de pines de miro Python

En el ejemplo proporcionado, se puede observar que primero se importa la librería mediante la línea de código "import machine", seguido de la declaración de los pines con el método Pin. Este método recibe como parámetros el número de pin "14" y la función que se desea realizar, en este caso, la entrada de datos "machine.Pin.IN". Dependiendo del resultado obtenido, se mostrará si el pin está en un estado alto o bajo, es decir, si detecta una señal o no.

Por otro lado, es importante destacar la gran compatibilidad que tiene MicroPython con los distintos microcontroladores que se encuentran en el mercado, como las pyBoard, Adatafruit, Feather, Metro, Arduino, Arduino, pca, STM32, entre otros. Esto permite a los usuarios construir sus proyectos de acuerdo con sus necesidades específicas. Además, la amplia variedad de librerías que ofrece Python es una ventaja adicional que facilita el desarrollo de proyectos en diferentes áreas (George, s.f.).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Investigación exhaustiva sobre sistemas integrados de manufactura y Fischertechnik®

Antes de comenzar la implementación del modelo con Fischertechnik®, se realiza una investigación de los sistemas integrados de manufactura realizados en el laboratorio de la Fundación Universitaria Los Libertadores realizados por exalumnos, se estudian los módulos que se pueden construir con los kits que se tienen allí.

1.1 Estudio de sistemas integrados de manufactura:

Se investigan a fondo los conceptos, componentes y beneficios de los sistemas integrados de manufactura lo cual se evidencia en nuestro marco teórico, dando así a comprender cómo estos sistemas pueden mejorar la eficiencia y la productividad en la industria manufacturera. Se examinan proyectos consignados en la bibliografía de aplicaciones exitosas y casos de estudio relevantes.

1.2 Investigación sobre Fischertechnik®:

Se requiere conocimiento del funcionamiento y conceptos relacionados con Fischertechnik®, la cual es una marca de construcción modular utilizada para enseñar y demostrar conceptos de ingeniería y automatización. Del cual se investigan las diferentes piezas y kits disponibles para la realización del sistema de manufactura deseado, así como sus capacidades y aplicaciones en las demás industrias manufactureras.

2. Análisis de necesidades específicas de la industria manufacturera

Después de adquirir un conocimiento sólido sobre los sistemas integrados de manufactura y Fischertechnik®, es fundamental comprender las necesidades particulares de la industria manufacturera en la que se implementara el modelo.

2.1 Evaluación de procesos de producción actuales:

Analizar en detalle los procesos de producción existentes en la industria manufacturera objetivo. Identificando los posibles cuellos de botella, ineficiencias y áreas

de mejora que podrían beneficiarse de la implementación del sistema integrado de manufactura con Fischertechnik®. 3. Diseño y desarrollo del modelo con Fischertechnik®

Una vez que se comprenden las características de los sistemas integrados de manufactura y las necesidades de la industria manufacturera, se procede con el diseño y desarrollo del modelo utilizando Fischertechnik®:

3.1 Selección de componentes de Fischertechnik®:

Para desarrollar el proyecto, se llevó a cabo una investigación exhaustiva que incluyó la revisión de artículos científicos, el análisis de desarrollos previos en la industria y el estudio de dispositivos industriales. Además, se evaluaron proyectos realizados con FischerTechnik® para seleccionar las piezas y componentes que mejor se adaptan a las necesidades identificadas. Estas actividades permitieron diseñar un modelo funcional que refleje las mejoras deseadas en los procesos de producción. Con base en esta información, se planteó la estructura y desarrollo del simulador del sistema de fabricación, asegurando su alineación con los objetivos del proyecto.

Primera etapa:

En esta fase se realiza la búsqueda y revisión de tesis, proyectos, empresas industriales, sistemas de manufactura, y artículos que proporcionen información clave sobre el desarrollo y manejo de un sistema de manufactura. Evaluando la información recolectada, se identificó la necesidad de información adicional adecuada para desarrollo

del sistema de manufactura basado en FisherTechnik®, lo cual incluye su construcción de 4 módulos y la programación correspondiente, utilizando RoboPro y su controlador TX.

Segunda etapa: Configuración y pruebas iniciales

En esta etapa, se realizará el reconocimiento y manejo del software y hardware que se implementará en el proyecto, como Arduino (que funcionará como maestro) y el controlador TX (que actuará como esclavo). Esto incluye la configuración inicial de los módulos identificados y creados durante la primera etapa, verificando su compatibilidad y funcionamiento básico.

Tercera etapa: Diseño y ensamblaje del sistema.

En esta fase, se procederá a ensamblar los componentes del sistema maestro y esclavo, configurando tanto el Arduino como el controlador TX. Además, se desarrollarán y cargarán los códigos de programación y los diagramas de flujo necesarios para garantizar una comunicación adecuada entre ambos dispositivos.

Cuarta etapa: Verificación y ajustes finales

Finalmente, se verificará la configuración y el ensamblaje del sistema, evaluando el funcionamiento y la sincronización de todos los componentes. Se realizarán pruebas de integración para asegurar que el dispositivo cumpla con los requisitos planteados, ajustando cualquier parámetro necesario para optimizar su desempeño.

Desarrollo y resultados

Primera etapa: Búsqueda de información

Para el desarrollo del sistema de producción automatizado de Fischertechnik se llevó a cabo una extensa investigación utilizando diversas fuentes de datos. Estas fuentes incluyen tesis, artículos académicos, tesis de maestría e investigaciones de empresas que ya han implementado sistemas de fabricación avanzados. Esta extensa recopilación de datos jugó un papel clave al reunir la información necesaria para crear un sistema eficiente y funcional. La idea central de esta investigación es comprender a fondo la función e importancia de los módulos que conforman un sistema automático de fabricación. Para lograrlo, se prestó especial atención a los módulos del sistema de producción Festo MPS 500, conocidos por su complejidad y eficiencia. Los módulos estudiados son:

Módulo de Asignación e Inspección: Este módulo es crucial para garantizar que las piezas se asignen correctamente a la línea de producción y que se verifiquen sus estándares de calidad antes de continuar el proceso.

Módulo de manipulación y procedimientos: este módulo se ocupa de la manipulación de piezas en diversas etapas del proceso de fabricación, garantizando que se sigan los procedimientos establecidos para mantener la coherencia y la precisión.

Módulo de Mecanizado y Clasificación: Este módulo se encarga de clasificar las piezas según determinados criterios y procesarlas en consecuencia, facilitando la organización y movimiento eficiente de los materiales. de.

En este estudio se obtuvo un conocimiento profundo de varias partes del sistema de fabricación, entre ellas:

Tipos de lenguajes de programación: Se estudiaron varios lenguajes de programación utilizados en la automatización industrial como Ladder Logic, Structured Text, etc. Lenguajes de programación para controladores lógicos programables (PLC).

Formas de programación: explora los diversos métodos y técnicas de programación utilizados para configurar y operar sistemas de fabricación automatizados, incluida la programación orientada a objetos y la programación basada en eventos. de.

Tipos de Redes Industriales: Se han estudiado diferentes tipos de redes industriales utilizadas para la comunicación entre diferentes componentes de un sistema de producción, como PROFIBUS, Ethernet/IP y CAN bus.

Software utilizado: Se analizó el software especializado utilizado para diseñar, simular y controlar sistemas de fabricación, incluidas herramientas de simulación, software SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) y programas de control PLC especializados.

Este estudio nos ayudó a comprender los aspectos técnicos y funcionales de los módulos de producción, así como también cómo integrar este conocimiento para crear un sistema de producción automatizado utilizando componentes Fischertechnik y tecnologías modernas como el microcontrolador ARDUINO y los controladores L298N. Además, se evaluaron estudios de casos de empresas que han implementado con éxito sistemas de fabricación automatizados. Estos casos proporcionaron información valiosa sobre los

desafíos y las mejores prácticas en la implementación de los respectivos sistemas, que resultaron invaluable en el desarrollo del sistema de producción de Fischertechnik.

Segunda Etapa: Reconocimiento y Manejo de Software

Este paso implica una identificación exhaustiva del software y hardware disponibles en las instalaciones para construir y programar los módulos necesarios. En ese momento, se descubrió que la universidad cuenta con el sistema modular Fischertechnik, una unidad versátil hecha de bloques que se pueden ensamblar según las necesidades específicas del proyecto. Elementos del sistema modular Fischertechnik El sistema modular Fischertechnik consta de varios componentes que permiten la automatización de procesos. Estos incluyen:

Sensores: detectan diversas condiciones ambientales, como la presencia de objetos o cambios en el entorno.

Compresores: Proporcionan el aire comprimido necesario para ciertos actuadores neumáticos.

Motores: Proporcionan el movimiento necesario para diversos mecanismos.

Lámparas: Se utilizan para señalización y señales visuales.

Botones: Estos le permiten interactuar manualmente con el sistema, facilitando el control y uso de los módulos.

De cada componente tiene una función específica que contribuye al correcto funcionamiento del sistema automatizado. Su integración y coordinación son esenciales para asegurar una implementación eficiente y eficaz.

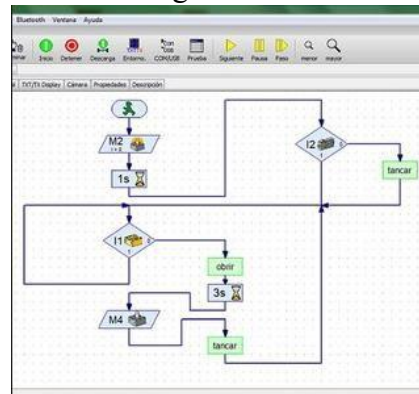
Ilustración 17 Piezas importantes



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

Programación de software: RoboPro Además del hardware, el sistema modular de Fischertechnik incluye el software RoboPro. Este software es necesario para combinar los datos y definir los parámetros necesarios para el funcionamiento de los módulos seleccionados en el sistema de producción. RoboPro permite la programación y simulación de procesos, lo que facilita la planificación y prueba de sistemas automatizados antes de su implementación física.

Ilustración 18 Programa Robo - Pro



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

Controladores: Controlador Arduino y TX En base a los elementos disponibles, se decidió utilizar un microcontrolador Arduino como controlador principal del sistema. Conocido por su versatilidad y capacidades de comunicación inalámbrica (Wi-Fi y Bluetooth), el Arduino es ideal para gestionar y coordinar los distintos componentes de un sistema. Los controladores Fischertechnik TX actúan como subsistemas del sistema, ejecutando instrucciones del ARDUINO y controlando sensores, motores y otros actuadores. (Ilustración 6)

Puesta en marcha y programación La combinación del hardware de Fischertechnik con el software RoboPro y el control centralizado Arduino permite la creación de un sistema de producción automatizado eficiente. En esta etapa, los módulos se programaron con RoboPro, estableciendo los parámetros necesarios y definiendo los ciclos de trabajo para garantizar una integración fluida de todos los componentes. El Arduino fue programado para gestionar la comunicación y el control de los módulos, asegurando que cada componente funcione en armonía con el resto del sistema. Identificar y gestionar

adecuadamente los elementos de software y hardware es fundamental para el éxito del proyecto. La disponibilidad del sistema modular de Fischertechnik y su compatibilidad con Arduino crea una base sólida para construir un sistema de producción automatizado. La combinación de estos elementos permite desarrollar un sistema eficiente, adaptable y escalable que pueda satisfacer las demandas de la producción industrial moderna.

Tercera y cuarta etapa: construcción y configuración (Software/Hardware)

En estas etapas se realizó la construcción de los módulos seleccionados en este caso 4 módulos los cuales son: pinza robot manipulada, banda transportadora, pinza oscilante y Pinza de recorrido de bola con manipulador de vacío.

Construcción de Módulos Seleccionados:

En esta fase del proyecto, se construirán los módulos seleccionados, fundamentales para automatizar el sistema de manufactura. Se han identificado y definido cuatro módulos principales que se construirán: pinza robot manipulada, banda transportadora, pinza oscilante y pinza de recorrido de bola con manipulador de vacío. A continuación, se detalla el propósito, diseño y componentes de cada módulo.

5.1 Pinza Robot Manipulada

Propósito y Funcionalidad

La pinza robot manipulada es esencial para la manipulación precisa de piezas dentro del sistema de manufactura. Este módulo se encargará de agarrar, levantar y posicionar piezas con alta precisión, facilitando operaciones complejas de ensamblaje y manejo de materiales. **Diseño y Componentes**

Estructura de Soporte: Construida con perfiles de aluminio y plástico de Fischertechnik, proporciona una base robusta para el brazo robótico.

Motor de Corriente Continua (DC): Proporciona el movimiento necesario para abrir y cerrar la pinza.

Sensores de Proximidad: Detectan la presencia y posición de las piezas a manipular.

Microcontrolador Arduino: Maneja la operación del motor y sensores.

Ilustración 19 Pinza Manipuladora



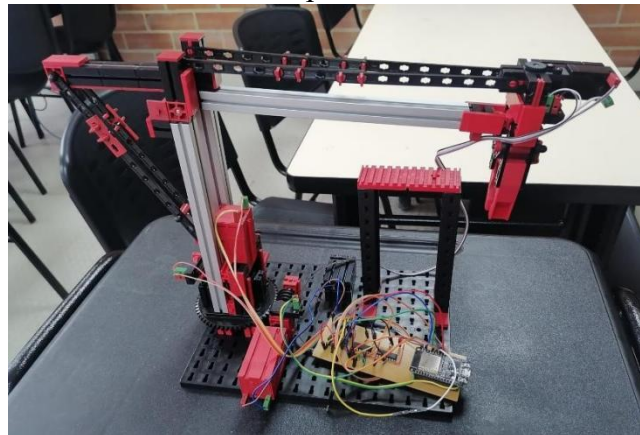
Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

FASE DE RECONOCIMIENTO Y MANEJO DEL MÓDULO PINZA ROBOT MANIPULADORA

- HARDWARE

En esta fase se estructura sobre la pinza robótica para ser controlada con Arduino. La pinza requiere de un motor el cual realiza el movimiento de apertura, cierre y movimiento de esta. Esta estructura de soporte debe garantizar la estabilidad para evitar fallos y errores en la estructura.

Ilustración 20 Pinza Manipuladora con Arduino



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- SOFTWARE

Para controlar la pinza manipuladora, se desarrolla un programa con enfoque del Arduino. El código utilizado sirve para controlar los motores de movimiento y manejar la posición de la pinza. Se programa rutinas para a la apertura y el cierre de la pinza en función de las señales recibidas, lo que permitirá la automatización de la recogida y liberación de las piezas. Además, el código se gestiona para la interacción con los demás módulos del sistema de manufactura. **Código implementado en el modulo**

```
const int pinMotorejex1 = 6;
```

```
const int pinMotorejex2 = 7; const int pinMotorejey1 = 8; const int pinMotorejey2 = 9; const int pinMotorPinza1 = 10;
```

```
const int pinMotorPinza2 = 11;
```

```
const int lecturas [] = {4, 5, 3, 2}; // Arreglo para las entradas
```

```
int cont = 0;
```

```
int con2 = 0;
```



```

void setup () {

    // Configuración de motores y pulsadores

    for (int i = 0; i < 4; i++) {    pinMode(lecturas[i], INPUT);

    }

    pinMode (pinMotorejex1, OUTPUT);  pinMode (pinMotorejex2, OUTPUT);
pinMode (pinMotorejey1, OUTPUT);  pinMode (pinMotorejey2, OUTPUT);

    Serial.begin(9600);

}

void loop () {  switch (cont) {    case 0: giroAlmacen (); break;    case 1:
cogerpiezalamacenamiento (); break;    case 2: giroCinta (); break;    case 3: bajarPinza ();
break;

    case 4: giroAlmacen (); cont = 0; break;

```

```
}  
  
}
```

```
void cogerpiezalamacenamiento () { if (con2 == 0) { subirMotor (); delay  
(600); pararMotorY (); con2++; } else if (con2 == 1) { viviancerrar (); con2++;  
} else if (con2 == 2) { if (lectura (lecturas [2]) == 0) { bajarMotor (); } else {  
con2 = 0; cont++;  
  
}  
  
}  
  
}
```

```
void giroAlmacen () { if (lectura (lecturas [0]) == 0) { motorDerecha ();  
  
} else { motorpararX (); cont++;  
  
}  
  
}
```

```
void giroCinta () { if (lectura (lecturas [1]) == 0) { motorIzquierda (); } else {  
motorpararX (); cont++;  
  
}  
  
}
```

```
void bajarPinza () { if (lectura (lecturas [2]) == 0) { bajarMotor ();  
  
} else { pararMotorY (); subirMotor (); delay (2000); pararMotorY ();  
bajarPinza (); cont++;  
  
}  
  
}
```

```
void cerrar () { if (lectura (lecturas [3]) == 0) { abrirPinza (); } else {  
cerrarPinza (); delay (1300); pararPinza ();  
  
}
```

```
}
```

```
void motorpararX () { digitalWrite (pinMotorejex1, LOW); digitalWrite  
(pinMotorejex2, LOW);
```

```
}
```

```
void motorDerecha () { digitalWrite (pinMotorejex1, HIGH);
```

```
digitalWrite (pinMotorejex2, LOW);
```

```
}
```

```
void motorIzquierda () { digitalWrite (pinMotorejex1, LOW);
```

```
digitalWrite (pinMotorejex2, HIGH);
```

```
}
```

```
void subirMotor () { digitalWrite (pinMotorejey1, HIGH);
```

```
digitalWrite (pinMotorejey2, LOW);  
  
}  
  
void bajarMotor () { digitalWrite (pinMotorejey1, LOW);  
  
digitalWrite (pinMotorejey2, HIGH);  
  
}
```

```
void pararMotorY () { digitalWrite (pinMotorejey1, LOW); digitalWrite  
(pinMotorejey2, LOW);  
  
}
```

```
void abrirPinza () {  
  
digitalWrite (pinMotorPinza1, HIGH);  
  
digitalWrite (pinMotorPinza2, LOW);  
  
}
```

```
void cerrarPinza () { digitalWrite (pinMotorPinza1, LOW);
```

```
digitalWrite (pinMotorPinza2, HIGH);
```

```
}
```

```
void pararPinza () { digitalWrite (pinMotorPinza1, LOW); digitalWrite  
(pinMotorPinza2, LOW);
```

```
}
```

```
int lectura (int PIN_PULSADOR) { int estado = digitalRead (PIN_PULSADOR);  
Serial.println(estado); delay (100); return estado;
```

```
}
```

➤ FASE DE DISEÑO, CONSTRUCCION Y DIAGRAMAS DE FLUJO

Para esta implementación en este sistema, se realiza una revisión detallada de los componentes necesarios y necesarios como motores compatibles con Arduino. luego se diseñó el flujo de programación el cual muestra diferentes secuencias, como:

- Inicio: reconociendo de pieza
- Detección de pieza: La pinza agarra la pieza deseada.
- Movimiento y liberación: La pieza es transportada y liberada en el punto de inicio de la siguiente estación del sistema de manufactura.
- Retorno a posición inicial: la pinza se abre y se prepara para el siguiente ciclo.

➤ INTEGRACION Y PRUEBAS

En las pruebas de integración inicial, se verifica la precisión del agarre, movimiento y sincronización de la pinza con el sistema de manufactura. Con esta integración, el Arduino permite coordinar la interacción precisa de la pinza en el sistema automatizado, haciendo ajustes en el código y en el hardware para asegurar un flujo eficiente y constante en el proceso de manufactura.

5.1 Banda Transportadora

Propósito y Funcionalidad

La banda transportadora es crucial para el traslado continuo de piezas a lo largo del sistema de manufactura. Facilita el flujo de materiales entre diferentes módulos, asegurando un proceso productivo sin interrupciones.

Diseño y Componentes

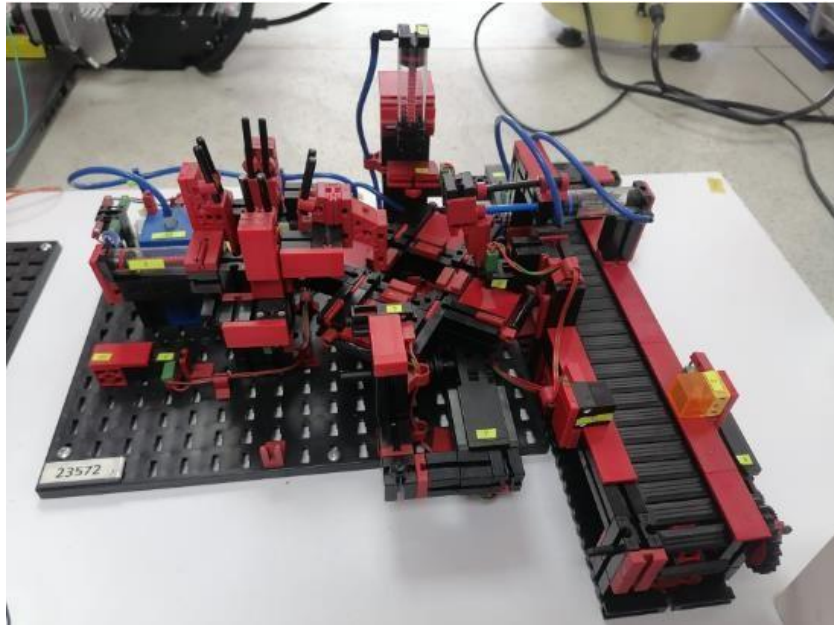
Estructura Modular: Compuesta por perfiles de FisherTechnik®, adaptable a diversas configuraciones y longitudes.

Motores DC con Reductores: Proporcionan el movimiento necesario para la cinta transportadora.

Sensores de Posición: Detectan la llegada y salida de piezas, permitiendo un control preciso del transporte.

Controlador TX de FisherTechnik®: Controla el movimiento de la banda y la integración con otros módulos, coordinado por el Arduino.

Ilustración 21 Banda Transportadora



Fuente: Elaboración Propia - Katherine Suarez

FASE DE RECONOCIMIENTO Y MANEJO DEL MÓDULO DE BANDA TRANPOSTADORA

- **HARDWARE**

Esta fase recoge información del manual Fischertechnik® que permite construir el módulo en las fases de montaje y configuración. El primer paso es crear una estructura de soporte que proporcione estabilidad y permita que el sistema funcione correctamente. Es importante para las cintas transportadoras que su construcción contenga suficiente soporte para garantizar un movimiento suave y continuo. El movimiento de la correa es generado por un motor conectado a engranajes que controlan la velocidad y dirección del

movimiento. Además, la integración de sensores facilita la automatización de procesos y el control eficiente del flujo de materiales.

- SOFTWARE

El controlador TX asignado para manejar y controlar los movimientos de la banda transportadora, para ello se necesario tener un entorno de programación visual la cual es realizada en el programa de ROBO-PRO. A través de los bloques programados se gestiona el motor, controla los encendidos, apagados y las velocidades de la banda. Los cuales ayudan a la optimización de del flujo de lo materiales sobre la cinta y la ejecución de las señales emitidas. Esto también ayuda a las secuencias lógicas para l automatización de la banda, permitiendo así realizar simulaciones logrando la interacción eficiente entre el software y hardware.

- FASE DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS NUEVOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO

En esta fase, se trabajó en el diseño, construcción y configuración del módulo correspondiente a la banda transportadora. Para esta integración que hace parte del sistema de producción existente de la fundación universitaria los libertadores. Para esto se realizaron diferentes modificaciones y ajustes para asegurar su funcionalidad optima dentro del entorno automatizado.

El primera pasa fue llevar a cabo una revisión técnica detallada de todos los componentes principales de dicha banda, la cual incluía motores, cintas transportadoras,

poleas y sensores de proximidad. Al realizar esta verificación se realizó el montaje correspondiente y se empezó una fase de calibración para asegurar el funcionamiento continuo y fluido, evitando el deslizamiento o atascamiento de esta.

Por consiguiente, se procedió con la fase de configuración de motor y sistema de control. Este fue programado con el fin de operar diferentes velocidades, ajustándose al sistema de manufactura deseado. Con el sistema de control se deseó una conexión directa con el controlador TX, el cual se programó para gestionar las velocidades de la cinta, la activación y desactivación de a la banda y la interacción con los diferentes módulos que corresponden al sistema de manufactura.

Para su programación, el diagrama de flujo del programa de robo-pro fueron de herramientas claves para la etapa de desarrollo y sincronización la cual permitió mapear las diferentes secuencias operativas de esta, desde activación inicial, hasta la detección de piezas por tare de los sensores y la pinza sincronizada. Cada interacción entre la banda transportadora y los diferentes módulos son desarrollados fueron detallados para su buen funcionamiento.

Durante las pruebas iniciales, se realizaron diferentes ajustes para la mejora de sincronización entre estos módulos robóticos. Se verificó que la banda pueda manejar de buena maneja piezas de forma precisa, deteniéndose ene los puntos clave para que la pinza pueda realizar la recogida y manipulación de las piezas.

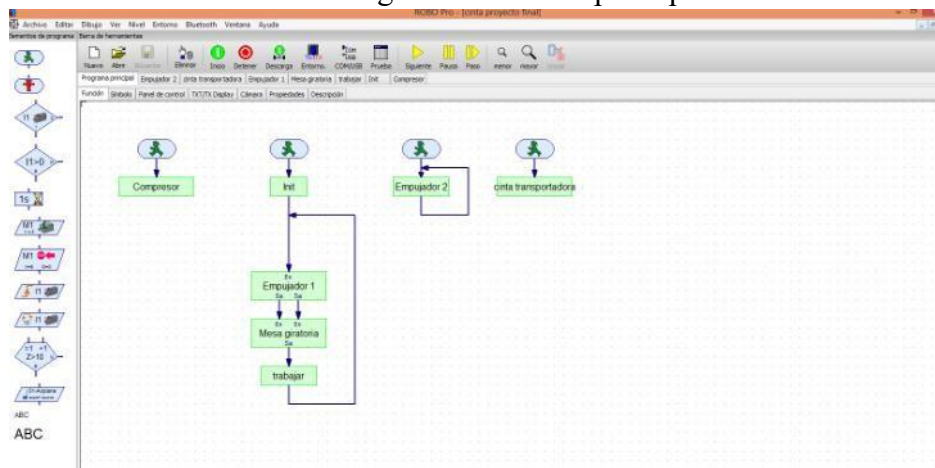
Finalmente, se realizó una revisión completa ala banda transportadora, identificando un buen funcionamiento tanto de forma individual como de forma grupal para el sistema de

manufacturan automatizado creado con Fischertechnik. Con esta sincronización la banda transportadora se consolido como un elemento crucial dentro del proceso productivo, facilitando el manejo eficiente de las piezas en cada etapa del proceso.

➤ PROGRAMACIÓN

- Parte principal

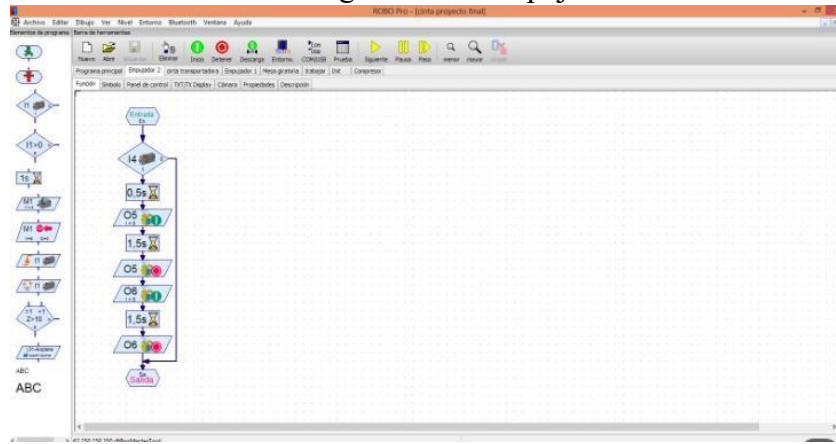
Ilustración 22 Programación Parte principal



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- Empujador 2

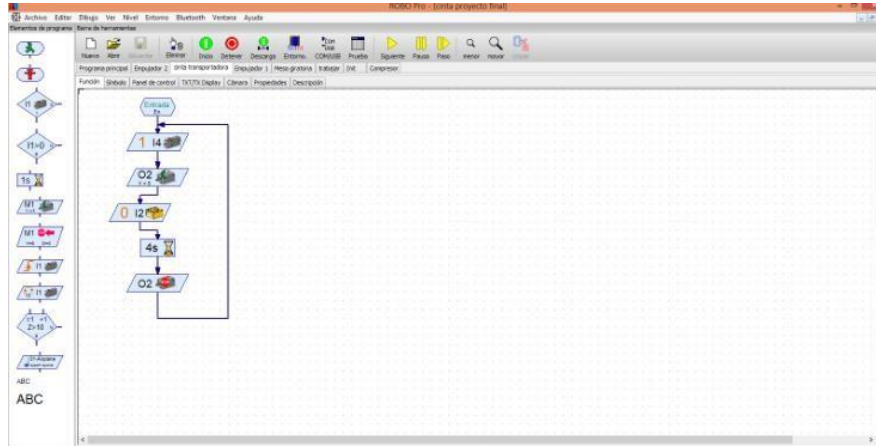
Ilustración 23 Programación Empujador 2



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- Cinta Transportadora

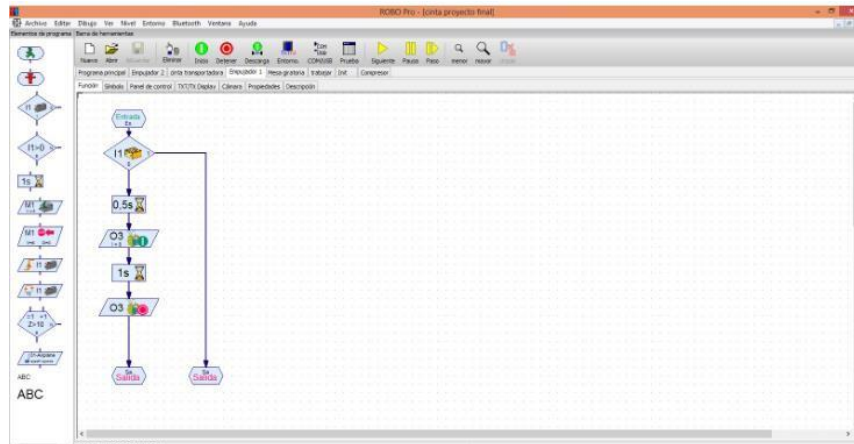
Ilustración 24 Programación Cinta transportadora



Fuente: Elaboración Propia - Katherine Suarez

Empujador 1

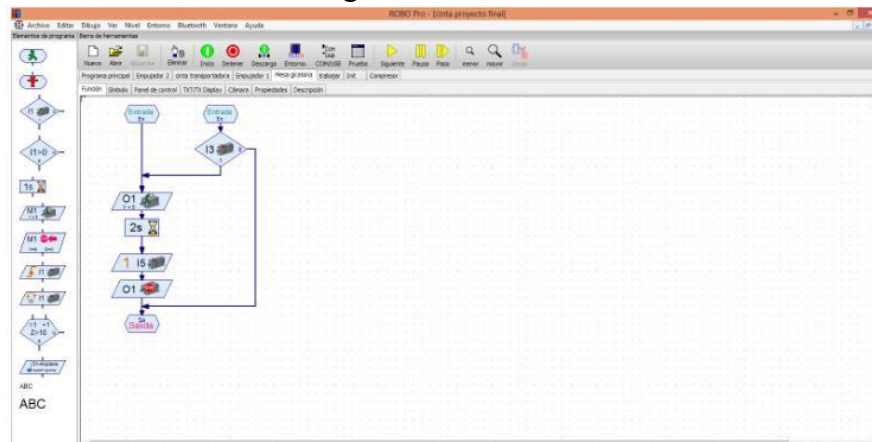
Ilustración 25 Programación Empujador 1



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- Mesa giratoria

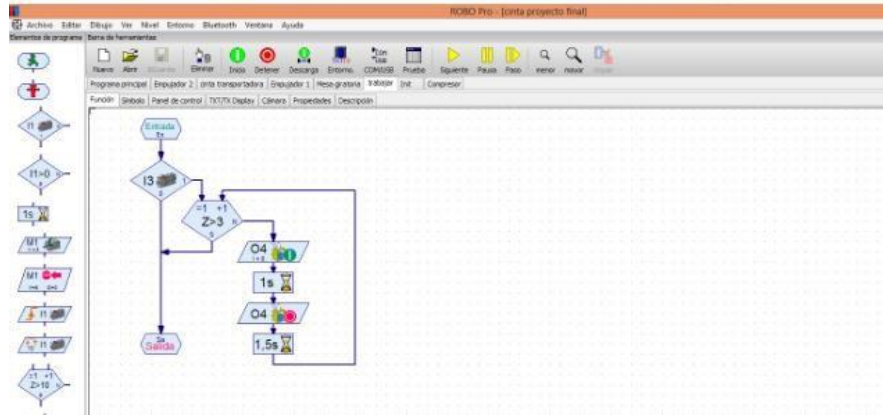
Ilustración 26 Programación Mesa Giratoria



Fuente: Elaboración Propia - Katherine Suarez

Trabajar

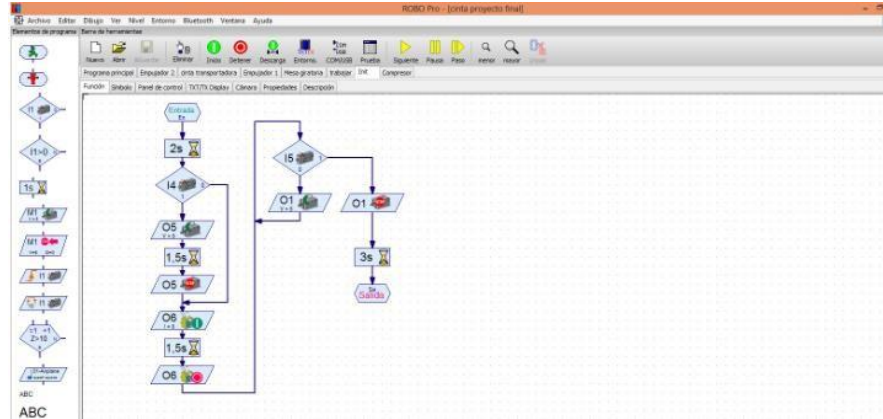
Ilustración 27 Programación Trabajar



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

• Int

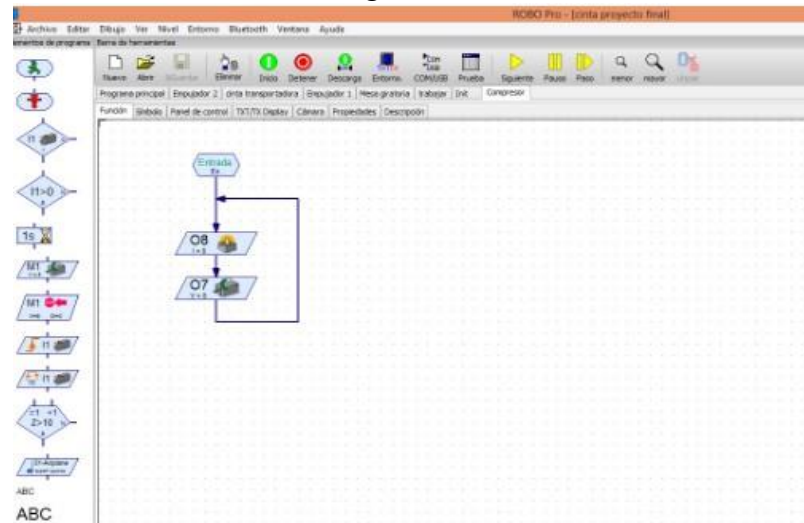
Ilustración 28 Programación Int



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

Sensor

Ilustración 29 Programación Sensor



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

○ FASE DE PRUEBA Y MODIFICACION

En esta fase de prueba y modificación, se planifico el conjunto de evaluaciones para verificar el desempeño dentro del sistema automatizado. aunque no fue necesario realizar ajustes pertinentes en la programación, ya que este contaba con un buen dicho y buena configuración. Se llevaron acabo pruebas intensivas para asegurar que la banda transportadora funcionara de manera sincronizada con los demás sistemas, estas pruebas se realizaron con pruebas en escenarios operativos simulados, en los que se evaluó el rendimiento de banda, la capacidad para manejar las diferentes piezas y su respuesta al cambio de frecuencia de la producción.

Esta prueba permitió confirmar que este sistema cumplía con los requisitos necesarios a nivel productivo de manera eficiente y contribuyendo el flujo automatizado del sistema.

- FASE DE PROCESO DE OPTIMIZACION

EL proceso de optimización de la banda transportadora mejora significativamente la eficiencia y el flujo continuo del sistema de producción automatizado mediante una serie de estrategias integradas. los sensores avanzados garantizan una detección precisa de las piezas a medida que se desplazan por dicha cinta, lo que permite ajustar la velocidad de transportes y detener la banda cuando sea necesario para las manipulaciones específicas, como lo es el mecanizado y traslado de las piezas. En el caso del motor, se puede decir que permite ajustar dinámicamente la carga de trabajo, adaptándose a variaciones en el peso y tamaño de las piezas para evitar sobrecargas y mantener un movimiento fluido. Aparte de la sincronización con los sistemas permite una perfecta coordinación entre los diferentes sistemas y estaciones de procesamientos.

Este sistema permite el monitoreo continuo de las condiciones operativas de la banda transportadora, la cual ayuda a los ajustes en tiempo real para la solución de cualquier anomalía, como delineamientos de piezas o variaciones de estas. Esta garantizado que este tipo de flujo constante reduce el riesgo de paradas inesperadas.

Finalmente, el retorno fácil y rápido de esta banda transportadora en su estado inicial después de cada ciclo minimiza los tiempos de inactividad, lo que deja una mejora en el rendimiento general del sistema. Gracias a todo este tipo de mejoras las bandas transportadoras permiten un trabajo de manera confiable y eficiente, contribuyendo al éxito del sistema automatizado y al incremento de la productividad del proceso

5.2 Pinza Oscilante

Propósito y Funcionalidad

La pinza oscilante es diseñada para transferir piezas desde una ubicación de almacenamiento a la banda transportadora. Este módulo asegura que las piezas sean movidas de manera eficiente y precisa entre diferentes puntos del sistema.

Diseño y Componentes

Estructura de Soporte: Construida con perfiles Fischertechnik, proporciona estabilidad y precisión en el movimiento oscilante.

Motores DC y Servo Motores: Proporcionan el movimiento oscilante y el control de la pinza.

Sensores de Contacto: Detectan la posición de las piezas y aseguran su correcta manipulación.

Controlador TXT de Fischertechnik: Coordina el movimiento y las operaciones de la pinza, gestionado por el Arduino.

Ilustración 30 Pinza Oscilante



Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

FASE DE RECONOCIMIENTO Y MANEJO DEL MÓDULO DE PINZA

- HADWARE

En esta fase, se llevó a cabo el reconocimiento y manejo del módulo de pinza robótica de Fischertechnik®, conforme al manual proporcionado, el cual incluye una descripción detallada de su ensamblaje y configuración. Primero, se identificó y familiarizo con cada componente del módulo de pinza, asegurándonos de que las garras, los actuadores y los sensores estén correctamente montados y conectados. La pinza robótica consta de garras móviles controladas por actuadores que permiten la apertura y cierre, y de sensores que detectan la presencia y posición de las piezas a ser manipuladas.

- SOFTWARE

El software de control, Robo TX Controller, se utiliza para programar la pinza robótica, definiendo las secuencias de operación como el tiempo de agarre, la fuerza aplicada por las garras y la sincronización con otros componentes del sistema. La programación en RoboPro y TX permite configurar los comandos de agarre y liberación, así como ajustar los parámetros de los sensores para optimizar el rendimiento. Además, se integran conocimientos sobre la operación del hardware y la resolución de problemas comunes para garantizar que la pinza funcione con precisión en la manipulación de las piezas. La pinza fue calibrada y ajustada para trabajar en sincronía con la banda transportadora y otras estaciones del sistema, asegurando una transición fluida y efectiva de las piezas a lo largo del proceso de producción.

- FASE DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS NUEVOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO

En esta fase, se abordó la integración y configuración del módulo de pinza robótica de Fischertechnik® en el sistema de producción existente en la Fundación Universitaria Los Libertadores. Aunque la pinza robótica ya estaba armada, se realizaron ajustes y configuraciones para asegurar su correcta integración con el sistema automatizado de producción.

Primero, se llevó a cabo una revisión detallada del módulo de pinza, que incluye garras, actuadores y sensores ya instalados. Se verificó que todos los componentes estuvieran en buen estado y correctamente conectados. Las garras de la pinza, controladas

por actuadores eléctricos, fueron revisadas para asegurar que su apertura y cierre fueran precisos. Los sensores, responsables de detectar la presencia de las piezas, fueron calibrados para garantizar una detección confiable.

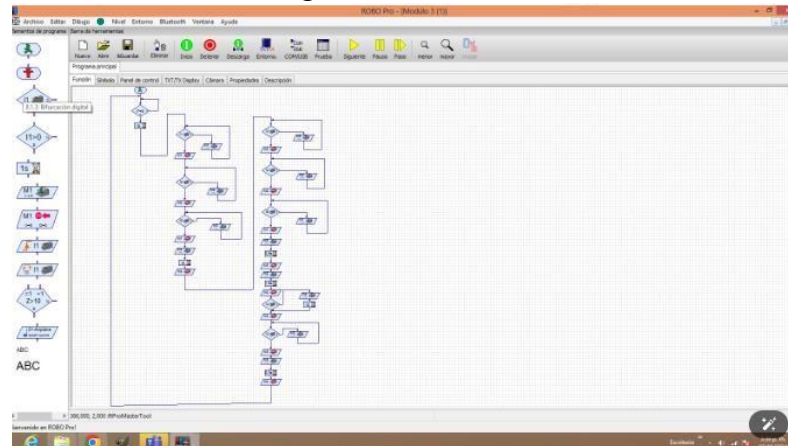
El siguiente paso fue configurar el módulo de pinza con el Robo TX Controller. La programación incluyó la definición de secuencias operativas, como el tiempo de agarre, la fuerza aplicada por las garras, y la sincronización con las cintas transportadoras y las estaciones de mecanizado. Se utilizaron diagramas de flujo para desarrollar y ajustar el software, asegurando que la pinza actuara de manera coordinada con el resto del sistema. Estos diagramas de flujo ayudaron a mapear las diferentes secuencias de operación y las interacciones entre la pinza y los otros componentes del sistema.

Durante la fase de pruebas, se realizaron ajustes en la programación para mejorar la precisión del agarre y la sincronización de la pinza. Se verificó que la pinza pudiera recoger y manipular las piezas de manera efectiva al final del proceso de producción, asegurando que cada pieza fuera manejada correctamente para su almacenamiento o procesamiento adicional.

Finalmente, se realizó una revisión completa del sistema para confirmar que la pinza robótica funcionara según lo previsto. Se integró con éxito en el flujo de producción, y el sistema completo fue verificado para garantizar que todos los componentes trabajaran en armonía, tal como se ilustra en los diagramas de flujo y figuras adjuntas. La integración y configuración del módulo de pinza aseguraron su operación eficiente dentro del sistema automatizado.

- PROGRAMACION

Ilustración 31 Programación Pinza Oscilante



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- FASE DE PRUEBA Y MODIFICACION

En la fase de prueba y modificación del módulo de pinza robótica, se planificó un conjunto de evaluaciones para verificar su funcionamiento dentro del sistema automatizado. Aunque no se realizaron ajustes específicos en la programación del controlador debido a que el software ya estaba correctamente grabado y configurado previamente, se estableció una metodología detallada para validar la operación del módulo de pinza. Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para asegurar que la pinza operara de manera coordinada con las cintas transportadoras y las estaciones de mecanizado. Se anticiparon escenarios operativos simulados para evaluar el desempeño de la pinza en la recogida y manejo de piezas bajo diferentes condiciones de operación. Además, se revisaron los parámetros de los sensores y

se verificó el ajuste de los actuadores para garantizar un funcionamiento óptimo. La fase de prueba permitió confirmar que la pinza cumpliera con los requisitos operativos y contribuyera eficazmente al flujo automatizado del sistema de producción.

- PROCESO OPTIMIZADO

El proceso optimizado del módulo de pinza robótica de Fischertechnik® mejora la eficiencia y precisión en la manipulación de piezas mediante varias estrategias integradas. Los sensores avanzados garantizan una detección precisa de la posición de cada pieza, lo que permite un agarre exacto solo cuando la pieza está correctamente alineada. Los actuadores de la pinza ajustan dinámicamente la fuerza y el tiempo de agarre para adaptarse a diferentes tamaños y materiales, evitando daños y asegurando una sujeción firme. La sincronización precisa con el Robo TX Controller permite una coordinación exacta con las cintas transportadoras y otras estaciones, asegurando un flujo continuo y evitando retrasos. El sistema realiza un monitoreo continuo y ajustes en tiempo real, lo que permite resolver problemas rápidamente y mantener el funcionamiento sin interrupciones. Finalmente, el retorno eficiente de la pinza a su posición

inicial minimiza el tiempo de inactividad entre ciclos, optimizando así el rendimiento general del sistema de producción.

5.3 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación

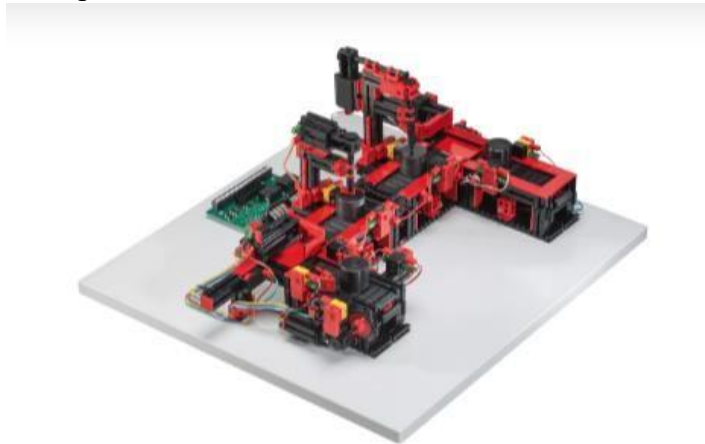
Propósito y Funcionalidad

Este módulo tiene como propósito la enseñanza, simulación y demostración para formación y perfeccionamiento y automatización industrial

Diseño y Componentes

Estructura Modular: Utiliza perfiles de Fischertechnik para una construcción estable y adaptable. Motores DC y Actuadores Neumáticos: Proporcionan el movimiento necesario para el recorrido. Sensores y pulsadores: Aseguran la correcta sujeción y manipulación de las piezas. Controlador TXT de Fischertechnik: Integra y controla todos los componentes del módulo, supervisado por el Arduino.

Ilustración 32 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación






























Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-I.1

➤ HARDWARE

En esta fase se identificará y operará paso a paso el equipo modular Fischertechnik® en fábrica según el manual, que especifica su construcción, el cual incluye una estación de fresado y perforación y cuatro transportadores dispuestos en U.

En primer lugar, se debe identificar y conocer cada componente físico para garantizar que los transportadores y las estaciones de procesamiento estén ensamblados y conectados correctamente

Ilustración 33 Piezas utilizadas de Fischertechnik®

Einteilübersicht Spare parts list Lista des pièces détachées			Onderdelenoverzicht Lista de piezas Resumo da peça individual			Singoli componenti Перечень деталей 零件概覽			Tischertechnik educa																																
	0140	1x		0120	1x		0110	1x		0100	1x		0090	1x		0080	1x		0070	1x		0060	1x		0050	1x		0040	1x		0030	1x		0020	1x		0010	1x			
	0100	1x		0090	1x		0080	1x		0070	1x		0060	1x		0050	1x		0040	1x		0030	1x		0020	1x		0010	1x		0000	1x		9990	1x		9980	1x		9970	1x

Fuente: Tomada de Manual de Fischertechnik® Robo Pro-1.1

El software de control utilizado, Robo TX Controller, tuvo que programarse para controlar la secuencia de operaciones, incluida la sincronización de los movimientos de la cinta transportadora y los movimientos de la pinza robótica encargada de recoger las piezas.

Integramos conocimientos previos de operaciones de hardware y software, incluida la programación en RoboPro y TX y la resolución de problemas comunes.

La cinta transportadora de 275 mm de largo transporta piezas de trabajo con un diámetro máximo de 29 mm. Tiene la posibilidad de unir varias cintas transportadoras para obtener la longitud deseada, con una estación de fresado y perforación con cuatro cintas transportadoras dispuestas en U.

- SOFTWARE

El módulo FisherTechnik® incluye una estación de fresado, una estación de perforación y cuatro transportadores controlados mediante el software RoboPro. El software proporciona una plataforma gráfica para facilitar la programación mediante diagramas de flujo. Para conectar el hardware a una computadora, necesita un controlador Robo TX, que se conecta a través de un puerto USB o puertos serie COM1 a COM4. El diseño del diagrama de flujo de RoboPro le permite personalizar parámetros como temporizadores y sensores, asegurando que cada componente funcione perfectamente. En este caso, esto incluye configurar la velocidad del transportador, el tiempo de fresado y perforación y sincronizar los agarres de la pinza robótica. Finalmente, los programas creados por RoboPro se prueban exhaustivamente para garantizar que todos los componentes funcionen según lo previsto. Se realizan los ajustes finales al diagrama de flujo para optimizar el rendimiento general y garantizar que el módulo FisherTechnik® cumpla con los objetivos de la simulación.

- FASE DE DISEÑO, CONSTRUCCION DE DISPOSITIVOS NUEVOS Y DIAGRAMAS DE FLUJO

PROCESO DE CONFIGURACIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

Inicialmente, se utilizó el sistema modular FisherTechnik® de la Fundación Universitaria Los Libertadores para adaptar el módulo de “la cadena de producción”. con el objetivo de integrar una estación de fresado y perforación, junto con cuatro cintas transportadoras. Este proceso de integración y programación garantiza que el módulo sea completamente funcional y se adapten a las necesidades específicas de la simulación. El propósito del módulo es transportar piezas a través de las distintas etapas del proceso de fabricación, asegurando que cada pieza sea fresada, perforada y finalmente recogida por una pinza robótica. El proceso comienza con el ajuste de las cintas transportadoras, que se integran en el sistema de producción existente. En lugar de construir una cinta transportadora desde cero, se revisan y adaptan los componentes existentes. Durante el proceso de ajuste se consultan los manuales proporcionados por la institución, los cuales brindan información sobre las piezas y conexiones específicas requeridas para cada ajuste. Estos manuales contienen las cantidades de piezas requeridas, instrucciones de montaje e información sobre las conexiones entre la cinta transportadora y el controlador Robo TX. Luego se realiza un análisis exhaustivo para comprobar que las cintas transportadoras funcionan correctamente para garantizar un flujo continuo de mercancías. La banda es accionada por un motor eléctrico y la velocidad de transporte se regula ajustando la velocidad del motor eléctrico. Se instalan sensores a lo largo de cada cinta transportadora para monitorear el movimiento de las piezas y garantizar una sincronización adecuada con

las estaciones de procesamiento. Para los procesos de fresado y taladrado, cuenta con dos estaciones de mecanizado modernizadas conectadas al sistema de control. Cada estación está equipada con herramientas especiales para realizar operaciones de fresado y taladrado respectivamente.

Con el fin de asegurar el funcionamiento autónomo de los componentes de los prototipos, se realizó la configuración de las conexiones existentes entre el dispositivo (prototipo) y el TX CONTROLLER. Para lograrlo se desarrolló la programación mediante diagramas de flujo. A continuación, se presenta un ejemplo de las conexiones realizadas.

Finalmente, se realizó una revisión completa del sistema para verificar que el módulo funcionara según lo previsto. Las piezas debían caer en la estación correcta después de completar el proceso de fresado y perforación, garantizando que se instalaran en la posición adecuada para su almacenamiento o procesamiento adicional. La construcción final del hardware del módulo se completó con la integración de todos los componentes, como en la siguiente imagen:

Ilustración 34 Controlador TX con conexiones



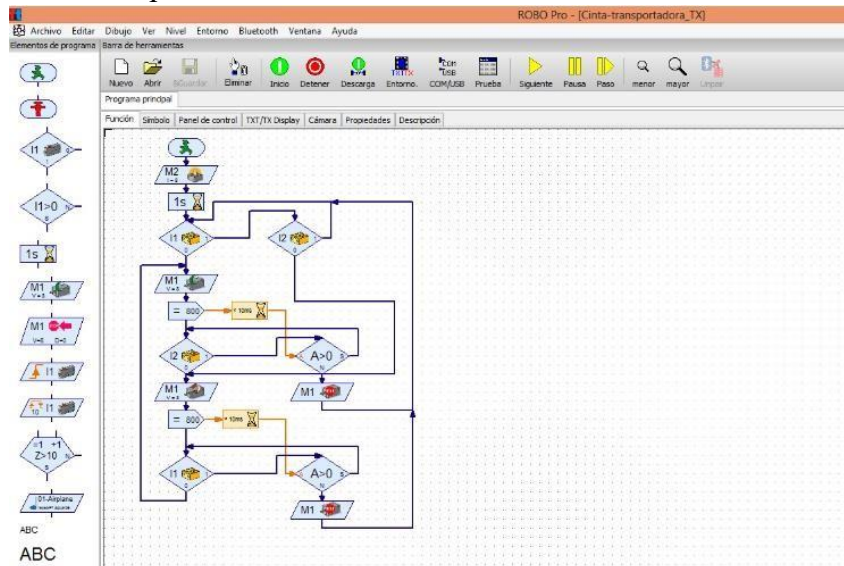
Fuente: Elaboración Propia - Katherine Suarez

La configuración de estas estaciones incluye la calibración de sus parámetros operativos para garantizar la precisión del procesamiento.

El siguiente paso es integrar pinzas robóticas que se encarguen de recoger las piezas al final del proceso. La pinza se instala y conectan al sistema de control, asegurando su compatibilidad con las cintas transportadoras y las estaciones de procesamiento. Se realizaron pruebas para ajustar la posición y el agarre de la pinza para garantizar que pueda manipular piezas de manera eficiente.

- PROGRAMACION

Ilustración 35 Cadena de producción con 2 estaciones de mecanizado 24V - Simulación



Fuente: Elaboración Propia - Daniela Garcia

- FASE DE PRUEBA Y MODIFICACION

En la fase de prueba y modificación del proyecto, se planificó un conjunto de evaluaciones para verificar el funcionamiento integral del sistema, que incluye tanto el módulo de cadena de producción como el módulo de pinza. Aunque en esta etapa no se llevaron a cabo ajustes específicos en la programación porque ya se encontraba grabada en el controlador, y respecto a la construcción no se encontraron falencias, se estableció una metodología detallada para la validación del sistema. Además, se considera la revisión de parámetros de programación y puesta a punto de controles automáticos para optimizar el rendimiento del sistema.

- PROCESO OPTIMIZADO

En el módulo de cadena de producción de Fischertechnik® se automatizan procesos como el transporte, el etiquetado, el taladrado y el control de calidad, eliminando muchas tareas manuales, distancias y tiempos. Las bandas transportadoras mueven las piezas automáticamente, reemplazando el transporte de personas y reduciendo el trabajo manual y los errores. El etiquetado se realiza mediante un mecanismo automático que garantiza un etiquetado preciso sin intervención manual. La perforación se realiza mediante equipos automatizados que aseguran la colocación precisa de los agujeros, reemplazando un proceso manual. Además, el control de calidad se realiza mediante sensores y sistemas de control que detectan automáticamente defectos, eliminan controles manuales y mejoran la coherencia. Todo el sistema está coordinado por un controlador programable que ajusta los parámetros y controla el proceso, eliminando la necesidad de ajustes manuales en cada

paso. Esta automatización aumenta la eficiencia, precisión y flexibilidad del sistema, optimizando la producción, reduciendo la intervención manual y los errores relacionados.

Integración y Coordinación

Cada módulo se conectará y coordinará utilizando el microcontrolador Arduino como el controlador maestro y con los controladores TX de FisherTechnik® actuando como esclavos. Esta configuración permite una comunicación eficiente y el control centralizado de todos los módulos, asegurando un sistema de manufactura cohesivo y automatizado.

6.CONCLUSIONES

El uso combinado de FisherTechnik® y Arduino en este sistema de fabricación automatizado no solo demuestra el potencial de la automatización en la ingeniería industrial, sino que también ofrece una herramienta educativa funcional. Este modelo permitió simular procesos de manipulación y transporte de piezas, integrando conceptos de robótica y automatización que son fundamentales para la formación de estudiantes e ingenieros en fabricación automatizada.

La primera etapa, basada en una exhaustiva revisión documental, permitió identificar los principales requisitos de la industria fabricante en pequeñas y medianas empresas. Entre estos, se destacaron la necesidad de flexibilidad, escalabilidad, integración tecnológica y optimización de costos. Estas necesidades orientaron la selección y configuración de los módulos FisherTechnik® y Arduino, garantizando que el sistema fuera representativo de entornos industriales reales y aplicables a escenarios educativos.

El proceso de implementación integró estaciones de FisherTechnik® programadas en el software RoboPro, con controladores TX y la sincronización de una pinza robótica mediante Arduino. Esto no solo optimizó la eficiencia operativa, sino que también facilitó el aprendizaje práctico sobre la programación y el control de sistemas automatizados,

destacando el potencial didáctico del modelo como un simulador educativo para procesos complejos de fabricación.

En resumen, los resultados de este proyecto evidencian que la integración de FisherTechnik® y Arduino ofrece soluciones prácticas y beneficiosas para simular procedimientos de fabricación complejos, al tiempo que proporciona una plataforma didáctica valiosa para la enseñanza de conceptos de la Industria 4.0. Este modelo sienta las bases para futuras investigaciones y adaptaciones, fortaleciendo la conexión entre los requisitos industriales y la formación académica.

7. RECURSOS DISPONIBLES

Como recursos a utilizar para el desarrollo de la presente propuesta, se tienen los elementos existentes en el laboratorio 501 de la sede Caldas que están provistos de todos los módulos de Fischertechnik tanto en hardware como en software. Desde los recursos humanos se tienen los estudiantes autores del proyecto, docentes, monitores y estudiantes pertenecientes al semillero Manufactura y Automatización Industrial MAIN.

8. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	CRONOGRAMA																																						
	Febrero EMANAS		Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre																												
	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36			
Revisión documental Integración Fischertechnik ESP32																																							
Revisión documental Programación Arduino para ESP32																																							
Revisión Documental programación Python para ESP32																																							
Compra Módulos Arduino ESP32																																							
Montaje ESP32 en módulos Pneumatic de Fischertechnik																																							
Pruebas de Comunicación Bluetooth y Wi-Fi																																							
Desarrollo de programas en plataforma Arduino																																							
Desarrollo de programas en plataforma ESP32 con Python																																							
Preparación módulos de aprendizaje																																							
Preparación Guías de Aprendizaje																																							
Pruebas finales																																							

10. BIBLIOGRAFÍAS

Almeida Ortiz, A. P., & Villalba Mahecha, L. V. (2021). Propuesta de automatización en la industria de la confección. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGÍAS DE AVANZADA (RCTA)*, 2(38), 22–29. <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i38.1273>

Castillo Espinoza, M. A., & Guerrero López, D. F. (2019). Automatización y monitoreo para planta Festo MPS-500 del laboratorio de fabricación flexible de UPS-G [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Guayaquil, Ecuador.

De Carvalho, G. G., Tiosso, F., & Reis, H. M. (2020). Indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 17(2), 256–268. <https://doi.org/10.31510/infa.v17i2.980>

Fischertechnik. (s.f.). Sobre fischertechnik. [Fischertechnik.de](https://www.fischertechnik.de). Recuperado el 8 de agosto de 2023, de <https://www.fischertechnik.de/eses/servicio/empresa/sobre-fischertechnik>

Foundation, P.S.(2023).docs. Python. <https://docs.python.org/es/3.9/library/index.html>

García Martínez, A. (2021). Diseño e implementación de un sistema IoT mediante la plataforma ESP32 para la automatización del proceso de compostaje de residuos orgánicos domésticos. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/174747>

George, D. (s.f.). MicroPython. <https://micropython.org/>

González, A. G. (2016, 1 de enero). PANAMAHITEK. <https://panamahitek.com/fischertechnik-robo-tx-controllerconceptos-basicos/>

González, A. G. (2016, 1 de enero). PANAMAHITEK. <https://panamahitek.com/fischertechnik-robo-tx-controllerconceptos-basicos/>

Guelvis, M., Arnaldo, M., Juan, C., & Edgar, C. (2016). Analysis of manufacturing system containing a mutual exclusion in the context of Petri net theory. *Revista Ingeniería UC*, 23(1), 30–40.

Jindal, H., & Kaur, S. (2021). Robotics and Automation in Textile Industry. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 40–45. <https://doi.org/10.32628/ijrsrset21839128>. <https://doi.org/10.31510/infa.v17i2>

Mar Cornelio, Omar, Gulín González, Jorge, & Santana Ching, Iván. (2021). Sistema de Laboratorios Remoto para las prácticas de control de la carrera de Ingeniería en Automática. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2), 77-95. Epub 01 de junio de 2021. Recuperado en 03 de marzo de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000200077&lng=es&tlng=es.

Montoro, A. F. (2013). *Python 3 al descubierto*. Madrid: RC libros.

Morales, J. A. (2022, 2 de julio). *Pasión electrónica*. <https://pasionelectronica.com/quees-micropython/#:~:text=Con%20MicroPython%2C%20se%20pueden%20hacer,media%20I2C%2C%20SPI%2C%20etc.>

Ortiz, P., & Mahecha, V. (2021). Automation proposal in the clothing industry. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(38), 1–8.

Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177-191.

Rozo-García, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–192. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>