



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**IMPLEMENTACIÓN DE ROBOT MIR EN LINEA DE
PRODUCCIÓN Q5 AUDI**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRONICA**

**PRESENTA:
DAVID GUSTAVO GUZMÁN ROJAS**

**NOMBRE DEL ASESOR:
Dr. RAFAEL ORDOÑEZ FLORES**



APIZACO, TLAX., JUNIO 2024



Apizaco, Tlaxcala, 18/abril/2024.

Oficio No. MM/320/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	DAVID GUSTAVO GUZMÁN ROJAS
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371264
Nombre del Proyecto:	IMPLEMENTACIÓN DE ROBOT MIR EN PROYECTO Q5 AUDI.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. METAL MECÁNICA
SECRETARÍAS DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA

RAFAEL ORDOÑEZ FLORES
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 18/junio/2024

No. OFICIO: DEP-CT/662/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

DAVID GUSTAVO GUZMAN ROJAS
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371264
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN DE ROBOT MIR EN PROYECTO Q5 AUDI"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

1. AGRADECIMIENTOS:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, quienes desempeñaron un papel fundamental en mi trayectoria académica y profesional.

A mi padre, cuya inquebrantable dedicación y apoyo incondicional han sido la base sobre la cual he construido mi carrera académica. Sin su constante respaldo y sacrificio, este logro no habría sido posible.

A mi hermana y su hijo, quienes me brindaron un apoyo inquebrantable a lo largo de mi tiempo en la universidad. Sus palabras de aliento y su presencia en mi vida fueron un faro de motivación y cariño.

Agradezco profundamente a mis respetados docentes, quienes compartieron su vasto conocimiento conmigo y me brindaron las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos del mundo laboral. Su compromiso con la educación ha dejado una huella indeleble en mi formación.

A mis compañeros de carrera, quienes se convirtieron en una fuente constante de inspiración y camaradería durante nuestra travesía universitaria. Juntos, enfrentamos desafíos y celebramos éxitos, construyendo recuerdos que atesoro.

No puedo dejar de agradecer a los ingenieros Eloy Cuecuecha, así como al técnico Emmanuel Meza, por su orientación y mentoría valiosas. Su experiencia y guía fueron cruciales para mi entrada en el mundo laboral y mi crecimiento profesional.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida, y este logro no sería posible sin su contribución invaluable. Les estoy profundamente agradecido.

2. RESUMEN:

El proyecto " Implementación de robot MiR en línea de producción Q5 AUDI" tiene como objetivo principal reducir significativamente el tiempo de entrega de material semi-acabado a las líneas de producción del proyecto Q5 de Audi. En un esfuerzo por aumentar la eficiencia y la productividad en el proceso de ensamblaje, se ha optado por la incorporación de un robot MiR.

Este proyecto se enfoca en la automatización de la entrega de materiales críticos en el menor tiempo posible, permitiendo a los operadores disponer de un flujo continuo de componentes esenciales para la fabricación del asiento para el modelo "Q5" de Audi. La implementación de este robot no solo busca reducir el tiempo de ensamblaje de dicho asiento y sus variables, sino también aumentar la precisión y la consistencia en la entrega de materiales.

Además de los beneficios inmediatos para el proyecto Q5 de Audi, este enfoque innovador también se diseñará para ser escalable y adaptable a otros proyectos dentro de la empresa. Esto garantizará la optimización continua de los procesos de producción y la eficiencia en toda la organización.

El proyecto representa un paso importante hacia la mejora de la cadena de suministro y la calidad del producto final, al tiempo que libera a los trabajadores para tareas de mayor valor agregado. Con la implementación exitosa de este robot MiR, se espera un aumento significativo en la productividad y la competitividad de la empresa en la industria textil y automotriz.

La combinación de tecnología avanzada y una visión estratégica para la eficiencia operativa hace que este proyecto sea crucial para el éxito continuo de Audi en el mercado.

3. INDICE

1. AGRADECIMIENTOS:	1
2. RESUMEN:	2
3. INDICE	3
4. INTRODUCCIÓN:	8
5. CONTEXTO:	10
6. POLITICA DE LA EMPRESA	11
<i>NUESTRA VISIÓN</i>	11
<i>NUESTRA MISIÓN</i>	11
<i>PROBLEMAS POR RESOLVER:</i>	14
<i>JUSTIFICACIÓN:</i>	14
7. OBJETIVO GENERAL:	15
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</i>	15
8. MARCO TEÓRICO	17
<i>Automatización</i>	17
<i>Automatización Industrial</i>	17
<i>Automatización de Procesos</i>	17
<i>Automatización en la Logística y la Cadena de Suministro</i>	17

<i>Automatización en el Hogar</i>	18
<i>Automatización en la Oficina</i>	18
<i>Automatización en la Agricultura</i>	18
<i>Robótica</i>	19
<i>Robótica Industrial</i>	19
<i>Robótica Médica</i>	19
<i>Robótica de Servicios</i>	19
<i>Robótica Móvil</i>	19
<i>Robótica Educativa</i>	20
<i>Robótica de Investigación</i>	20
<i>Robot</i>	20
<i>Robots Industriales</i>	21
<i>Robots Móviles</i>	21
<i>Robots Médicos</i>	21
<i>Robots de Servicio</i>	21
<i>Robots de Exploración</i>	22
<i>Robots Educativos</i>	22
<i>Robots Autónomos</i>	22
<i>Microbots</i>	22

<i>Robots Humanoides</i>	22
<i>MiR250</i>	23
<i>Motor de búsqueda (Navegador de internet).</i>	24
<i>Planificación de Rutas</i>	24
<i>Seguimiento de Posición</i>	24
<i>Generación de Instrucciones</i>	25
<i>Replanteo Dinámico</i>	25
<i>Interacción con el Usuario</i>	25
<i>Optimización de Recursos</i>	25
<i>Visualización de Mapas</i>	25
<i>Mapeo.</i>	26
<i>Mapeo en Cartografía</i>	26
<i>Mapeo en Informática</i>	26
<i>Mapeo en Robótica</i>	26
<i>Mapeo en Proyectos y Planificación</i>	26
<i>Mapeo Mental</i>	27
<i>Mapeo Cognitivo</i>	27
<i>Código de barras.</i>	28
<i>Código de Barras UPC (Universal Product Code)</i>	28

<i>Código de Barras EAN (European Article Number)</i>	28
<i>Código de Barras Code 39</i>	28
<i>Código de Barras Code 128</i>	29
<i>Código de Barras QR (Quick Response)</i>	29
<i>Código de Barras Data Matrix</i>	29
<i>Código de Barras ITF (Interleaved 2 of 5)</i>	29
<i>Mejora Continua.</i>	30
<i>Toma de tiempos y movimientos.</i>	32
<i>Estudio de tiempos</i>	32
<i>Estudio de movimientos</i>	32
<i>¿Qué es el OEE?</i>	33
<i>Disponibilidad (Availability)</i>	33
<i>Rendimiento (Performance)</i>	33
<i>Calidad (Quality)</i>	33
<i>GAP</i>	35
<i>CICLO PDCA</i>	36
9. DESARROLLO.	38
<i>Características principales del MiR250</i>	38
<i>Implementación de ciclo PDCA</i>	40

<i>Planificar</i>	40
<i>Milk Run:</i>	43
<i>Hacer:</i>	45
<i>Propuesta de balanceo y modificación de carro de abastecimiento.</i>	45
<i>Ejecutar:</i>	46
<i>Implementación de cambios.</i>	46
<i>ACTUAR</i>	54
10. Resultados Obtenidos	54
11. CONCLUSIONES.	56
<i>RECOMENDACIONES.</i>	58
<i>Experiencia personal/profesional adquirida y competencias desarrolladas.</i>	60
<i>Experiencia Profesional:</i>	61
12. Bibliografía	63

4. INTRODUCCIÓN:

En un mundo cada vez más impulsado por la innovación y la eficiencia en la producción, la industria textil se encuentra en constante búsqueda de mejoras en sus procesos para mantenerse competitiva. En este contexto, el proyecto pretende ofrecer un avance significativo en la mejora de la cadena de suministro y la eficiencia operativa.

El Audi Q5, uno de los vehículos emblemáticos de la marca, representa un estándar de calidad y rendimiento que exige precisión en cada etapa de su fabricación. El tiempo es un recurso crítico en la producción, y la entrega oportuna de materiales semiacabados a las líneas de producción es esencial para mantener un flujo de trabajo sin interrupciones y garantizar que el producto final cumpla con los estándares de excelencia de Audi.

Este proyecto se centra en la implementación de un robot MiR, con el propósito de optimizar la entrega de material semiacabado a la línea de producción de Audi Q5. La implementación de esta tecnología revolucionaria no solo reducirá significativamente los tiempos de entrega, sino que también mejorará la precisión y la consistencia en el suministro de componentes críticos para el ensamblaje.

La relevancia de este proyecto no se limita únicamente al Audi Q5; su diseño se orienta hacia la escalabilidad y la adaptabilidad para su implementación en otros proyectos dentro de la empresa. Esto promete una transformación completa en la forma en que se gestionan los flujos de material en la organización, con un impacto positivo en la productividad y la competitividad.

En las páginas que siguen, exploraremos en detalle la planificación, la implementación y los beneficios esperados de esta iniciativa innovadora que marcará un antes y un después en el proceso de producción de la empresa.

5. CONTEXTO:

COINDU fundada en 1988 con 183 empleados, el negocio principal de COINDU es la producción de fundas para asientos para diferentes OEM. Hoy, COINDU cuenta con más de 6.000 empleados en todo el mundo y es conocida entre las principales marcas por la calidad de sus productos y la flexibilidad de su proceso de fabricación. Intentar responder positivamente a las expectativas de nuestros clientes es la piedra angular del Grupo COINDU. Esta ambición la transmiten tanto nuestros empleados como nuestros socios y proveedores. Espíritu de equipo, flexibilidad, valores éticos, mejora continua, capacidad de cambio y adaptación a nuevos entornos son algunos de los valores que nos permiten ofrecer el producto adecuado en el momento adecuado con la máxima calidad y los mejores precios para nuestros clientes. COINDU tiene su sede en el norte de Portugal en Famalicão y otra instalación en Portugal en Arcos de Valdevez. A nivel mundial, COINDU cuenta con instalaciones cercanas a sus clientes en Rumania en Curtici, así como en México en Tlaxcala. Cada instalación está equipada con sus propias instalaciones de diseño único y centros logísticos desde los cuales se envía la mercancía a sus socios.

6. POLITICA DE LA EMPRESA

NUESTRA VISIÓN

Somos la marca global más enfocada en desarrollar superficies inteligentes, con funcionalidades específicas, utilizando las tecnologías más avanzadas. Nuestro conocimiento y nuestros procesos sofisticados nos ayudan a innovar en nuestros materiales y servicios, brindando las mejores soluciones de interiores a prueba de futuro, más económicas y sostenibles.

NUESTRA MISIÓN

Promovemos el cambio y la innovación para aplicar de manera eficiente tecnología de punta tanto a nuestros procesos como a nuestros productos para acelerar el futuro de la movilidad. Lo que nos impulsa es nuestra firme creencia de que, en el sector de la movilidad, las demandas de los consumidores aumentan continuamente. Para satisfacerlas con éxito y a la máxima velocidad, la planificación y el desempeño inteligente para proporcionar de manera eficiente productos inteligentes competitivos y de alta gama personalizados para las necesidades de cada usuario final son cruciales.

COINDU MEXICO

Denominación: COINDU MEXICO S. de R.L. de C.V.

Giro: Textil Automotriz Dirección: C.P. de la, Piedras Negras, 1000-BIS, Colonia: Mena-Cd.

Industrial Xicohtencatl, Solidaridad, 90434 Tlaxcala.

Número de teléfono: 2414127294



Foto exterior de la planta



Ubicación satelital de la planta

En COINDU trabajamos continuamente en la optimización de nuestros productos, así como de nuestros procesos productivos. Nuestras instalaciones europeas están certificadas de acuerdo con los más altos estándares de IATF 16949. La protección del medio ambiente es otro objetivo clave de la filosofía empresarial de COINDU. Hoy es una parte integral de la filosofía de gestión de todos los departamentos corporativos, así como de los equipos de producción europeos. Nuestras oficinas centrales y todas nuestras plantas en Portugal y Rumania están certificadas según la norma ISO 14001. COINDU está preparando Plantas de México y China tener también su Sistema de Gestión Medioambiental certificado según la norma ISO 14001. La promoción de la salud, la seguridad y el bienestar de los empleados, también es un objetivo clave para el Grupo COINDU. A través de la eliminación de peligros y la reducción de los riesgos de Seguridad y Salud en el Trabajo, para prevenir lesiones y problemas de salud relacionados con el trabajo y reducir los accidentes laborales, logramos aumentar la productividad y motivar a nuestros trabajadores. Nuestras oficinas centrales y todas nuestras plantas en Portugal, Rumania y México están certificadas según la norma ISO 45001. COINDU está preparando Planta China para ser certificada según ISO 45001.

PROBLEMAS POR RESOLVER:

El abastecimiento a la línea de producción de Audi Q5 es efectuado por personal de la empresa, mediante el uso de equipo de cómputo y códigos de barras; al contar con el factor humano para el abastecimiento de las líneas de producción, se presentan problemáticas de esta índole, tales como; error de ejecución, error de secuencia, error de plazo o demora y errores de omisión. Estas problemáticas afectan a la productividad de la organización, la cual busca tener el mayor índice posible.

Al seguir contemplando el factor humano para el abastecimiento de las líneas de producción, se continuarían contemplando los errores que provoca este, el cual no reflejara un mejoramiento en la organización. La propuesta de mejora ha sido el abastecimiento automatizado con ayuda del robot (MIR), el cual eliminará del abastecimiento el factor humano en gran medida y además mantendrá a la organización enfocada en su misión de aplicar de manera eficiente tecnología de punta a sus procesos de producción.

JUSTIFICACIÓN:

En COINDU MEXICO S. de R.L. de C.V. Se busca utilizar las tecnologías más avanzadas en sus procesos y productos, por ello la implementación del abastecimiento automatizado a las líneas de producción dará apertura a la implementación de nuevas tecnologías dentro de la organización, además que los posibles errores provenientes del factor humano serán disminuidos en gran medida. Con gran beneficio en disminución de tiempos muertos y mayor productividad. Aportando en lo ambiental ya que el robot MIR no depende de combustible al ser 100% eléctrico.

7. OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general de este proyecto es implementar con éxito un robot MiR en las líneas de producción de Audi Q5 en COINDU, con el propósito de optimizar la entrega de material semiacabado. El proyecto busca reducir significativamente el tiempo de entrega de los componentes esenciales necesarios para el ensamblaje, mejorando la eficiencia operativa y la precisión en la gestión de la cadena de suministro. Además, se planifica diseñar esta solución de manera escalable y adaptable para su implementación en otros proyectos dentro de la empresa, con el objetivo de transformar globalmente los procesos de producción, aumentar la competitividad y mejorar la calidad del producto final de Audi en la empresa.

Eliminar el factor humano en la actividad de abastecer las líneas de producción, a través de la automatización por medio de un robot (MIR), con la finalidad de reducir tiempos muertos y mejorar la productividad para el 31 de julio de 2023, en el proyecto Audi Q5 de COINDU MÉXICO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Abastecer las líneas de producción de forma automatizada por medio de un robot (MIR), para el 31 de julio en el proyecto Audi Q5 de COINDU México. Asignado la implementación y seguimiento de lo deseado al departamento de Mejora Continua.
- Aumentar el OEE en sus diferentes variantes del proyecto.
- Llevar mayor control con los resultados obtenidos aplicándolo en los demás proyectos que maneja la empresa.

- Eliminar el factor humano en la actividad de abastecer las líneas de producción, a través de la automatización por medio de un robot (MIR), con la finalidad de reducir tiempos muertos y mejorar la productividad para el 31 de julio de 2023, en el proyecto Audi Q5 de COINDU MÉXICO.

8. MARCO TEÓRICO

Automatización

La automatización se refiere al proceso de utilizar sistemas, tecnología y control automático para realizar tareas o procesos con un mínimo o nulo involucramiento humano. El objetivo principal de la automatización es mejorar la eficiencia, la precisión, la productividad y la consistencia en la ejecución de diversas actividades, reduciendo al mismo tiempo la intervención manual y la posibilidad de errores humanos.

Existen varios niveles y aplicaciones de automatización en una amplia gama de industrias y áreas, desde la automatización industrial y la automatización de procesos hasta la automatización en el hogar y la oficina. Algunos ejemplos comunes de automatización incluyen:

Automatización Industrial: En la manufactura y la industria, la automatización se utiliza para controlar y supervisar maquinaria y sistemas de producción, como robots industriales, sistemas de control numérico por computadora (CNC), sistemas de transporte automatizado y más. Esto mejora la eficiencia, la calidad y la velocidad de la producción.

Automatización de Procesos: En la automatización de procesos, se utilizan sistemas y software para controlar y monitorear procesos químicos, petroquímicos, farmacéuticos y otros. Esto puede incluir la automatización de plantas químicas, plantas de tratamiento de agua, procesos de fabricación de productos químicos, entre otros.

Automatización en la Logística y la Cadena de Suministro: La automatización se emplea en almacenes y centros de distribución para gestionar el almacenamiento, la selección y el envío de

productos de manera eficiente. Esto incluye el uso de sistemas de almacenamiento automático, robots de almacén y sistemas de seguimiento automatizado.

Automatización en el Hogar: La automatización residencial implica el uso de sistemas y dispositivos para controlar y gestionar aspectos del hogar, como la iluminación, la climatización, la seguridad y los electrodomésticos, de manera automática o a través de dispositivos móviles.

Automatización en la Oficina: En el ámbito de la oficina, la automatización se emplea para automatizar tareas administrativas y de flujo de trabajo, como la gestión de documentos, la automatización del correo electrónico, la atención al cliente automatizada, entre otras.

Automatización en la Agricultura: En la agricultura, se utiliza la automatización para la siembra, la cosecha, la gestión del riego y el monitoreo de cultivos. Los vehículos autónomos y los drones también se utilizan para tareas agrícolas.

La automatización puede ser parcial o completa, dependiendo de la aplicación y los objetivos. Los beneficios de la automatización incluyen la reducción de costos, el aumento de la eficiencia, la mejora de la calidad, la reducción de errores humanos y la capacidad de realizar tareas repetitivas de manera constante y sin fatiga. Sin embargo, también plantea desafíos, como la inversión inicial en tecnología y la necesidad de mantener y actualizar sistemas automatizados.

Robótica.

La robótica combina principios de ingeniería, informática, electrónica, mecánica y otras disciplinas para desarrollar sistemas robóticos capaces de realizar una amplia gama de funciones, desde tareas simples y repetitivas hasta operaciones más complejas y sofisticadas. Algunos ejemplos comunes de aplicaciones de la robótica incluyen:

Robótica Industrial: En la fabricación y la industria, los robots industriales se utilizan para automatizar procesos de ensamblaje, soldadura, pintura, manipulación de materiales y muchas otras tareas. Estos robots son programables y se utilizan para aumentar la eficiencia y la precisión en la producción.

Robótica Médica: Los robots médicos se utilizan en cirugías asistidas por robots, diagnósticos médicos, rehabilitación y terapia. Estos sistemas pueden realizar procedimientos médicos con alta precisión y minimizar la invasión en el cuerpo humano.

Robótica de Servicios: Los robots de servicio se utilizan en entornos no industriales, como la atención al cliente, la entrega de paquetes, la limpieza y la seguridad. Ejemplos incluyen robots de limpieza autónomos y robots asistentes en el hogar.

Robótica Móvil: Los robots móviles pueden moverse de un lugar a otro de manera autónoma o semiautónoma. Esto se utiliza en aplicaciones como la exploración espacial, la agricultura de precisión, la logística y los vehículos autónomos.

Robótica Educativa: Se utiliza para enseñar programación y conceptos de robótica a estudiantes de todas las edades, desde la programación de robots educativos simples hasta la construcción y programación de robots más avanzados.

Robótica de Investigación: Los robots de investigación se utilizan en proyectos científicos y de investigación en una variedad de campos, como la inteligencia artificial, la exploración subacuática, la arqueología, la exploración espacial y más.

La robótica también está estrechamente relacionada con la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático, ya que muchos robots utilizan algoritmos de IA para tomar decisiones y adaptarse a su entorno.

La robótica es una disciplina en constante evolución que abarca una amplia variedad de aplicaciones y sectores, y su objetivo es diseñar y construir sistemas autónomos o semiautónomos capaces de realizar tareas de manera eficiente y precisa, mejorando la vida y la productividad en muchas áreas.

Robot

Los robots son máquinas o dispositivos automatizados que pueden realizar tareas físicas o computacionales de manera autónoma o semiautónoma, generalmente con la capacidad de interactuar con su entorno y tomar decisiones basadas en sensores y algoritmos.

Un robot es una máquina o dispositivo programable que es capaz de llevar a cabo tareas físicas o computacionales de manera autónoma o semiautónoma. Los robots están diseñados para

interactuar con su entorno y ejecutar acciones específicas sin necesidad de intervención humana constante. Pueden tener una amplia variedad de formas y aplicaciones, y se clasifican en varios tipos según sus características y funcionalidades. Aquí hay una descripción general de algunos tipos comunes de robots:

Robots Industriales: Estos robots se utilizan en aplicaciones industriales, como la fabricación y el ensamblaje de productos. Son capaces de realizar tareas repetitivas y precisas, como soldadura, pintura, ensamblaje de piezas y manipulación de materiales. Suelen estar equipados con brazos robóticos y sensores para interactuar con su entorno.

Robots Móviles: Los robots móviles tienen la capacidad de desplazarse de un lugar a otro de manera autónoma o semiautónoma. Se utilizan en aplicaciones como la exploración espacial, la agricultura de precisión, la logística, la limpieza y los vehículos autónomos.

Robots Médicos: Estos robots se utilizan en entornos médicos para realizar procedimientos quirúrgicos asistidos por robots, diagnósticos médicos, rehabilitación y terapia. Ofrecen precisión y control mejorados en procedimientos médicos.

Robots de Servicio: Los robots de servicio se utilizan en entornos no industriales para proporcionar servicios a los seres humanos. Pueden ser asistentes en el hogar, robots de entrega de paquetes, robots de limpieza y robots de atención al cliente.

Robots de Exploración: Estos robots se utilizan en aplicaciones de exploración espacial, submarina, subterránea y terrestre. Ejemplos incluyen rovers en Marte, drones submarinos y robots de búsqueda y rescate.

Robots Educativos: Los robots educativos se utilizan en entornos de aprendizaje para enseñar programación y conceptos de robótica a estudiantes de todas las edades. Pueden incluir desde robots de juguete programables hasta kits de robótica avanzados.

Robots Autónomos: Estos robots son capaces de operar de manera completamente autónoma, tomando decisiones basadas en sensores y algoritmos sin intervención humana. Son utilizados en aplicaciones como la exploración espacial y la conducción autónoma.

Microbots: Estos son robots muy pequeños, a menudo del tamaño de un grano de arena o más pequeños, diseñados para realizar tareas en microescala, como la administración de medicamentos dentro del cuerpo humano o la inspección de componentes electrónicos minúsculos.

Robots Humanoides: Los robots humanoides tienen una apariencia y una movilidad similar a la de los seres humanos. Se utilizan en aplicaciones de investigación, entretenimiento y asistencia, como la atención a personas mayores.

Estos son solo algunos ejemplos de tipos de robots, y la robótica continúa evolucionando con nuevas aplicaciones y tecnologías emergentes. La elección del tipo de robot depende de la tarea específica que debe realizar y del entorno en el que se utilizará.

MiR250

El MiR250 es un robot móvil autónomo capaz de transportar cargas de hasta 250 kg en interiores en plantas de producción, almacenes y otras ubicaciones industriales donde el acceso al público esté restringido.



Fotografía de MiR250

Los usuarios controlan el MiR250 a través de una interfaz de usuario online a la que se accede desde un navegador en un ordenador, smartphone o tablet. Cada robot tiene su propia red—consulte Conexión a la interfaz del robot en la página 54. El robot puede configurarse para recorrer una ruta establecida, o bien ser llamado a petición, además de poder ejecutar misiones más complejas. A la interfaz del robot del MiR250 se puede acceder con los navegadores Google Chrome, Google Chromium, Apple Safari, Mozilla Firefox y Microsoft Edge.

El robot utiliza un mapa de su área de trabajo para navegar y puede desplazarse hasta cualquier posición del mapa. El mapa se puede crear o importar la primera vez que se utilice el robot. Durante

el funcionamiento, el robot evita los obstáculos que no están en el mapa, como las personas o el mobiliario.

Motor de búsqueda (Navegador de internet).

Un motor de búsqueda, en el contexto de la tecnología y el desarrollo de software, es un componente o conjunto de algoritmos que permite a una aplicación o sistema determinar y seguir una ruta o secuencia de pasos para navegar o desplazarse por un entorno o conjunto de datos de manera automatizada. Los motores de navegación se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones y sistemas, desde navegadores web y aplicaciones de mapas hasta robots autónomos y sistemas de navegación en vehículos.

Las características y funcionalidades específicas de un motor de navegación pueden variar según la aplicación, pero generalmente incluyen:

Planificación de Rutas: El motor de navegación puede calcular la mejor ruta o camino para alcanzar un destino deseado. Esto puede implicar la consideración de obstáculos, restricciones, condiciones de tráfico u otros factores relevantes.

Seguimiento de Posición: El motor de navegación utiliza sensores, datos de posicionamiento o información de referencia para determinar la posición actual del usuario o del dispositivo que se está moviendo.

Generación de Instrucciones: Proporciona instrucciones claras y detalladas para guiar al usuario o al dispositivo a lo largo de la ruta planificada. Estas instrucciones suelen presentarse en forma de texto, gráficos o comandos de voz.

Replanteo Dinámico: Puede realizar ajustes en tiempo real en la ruta o en las instrucciones en caso de cambios en las condiciones, como tráfico inesperado o desvíos.

Interacción con el Usuario: En aplicaciones de navegación, como navegadores web o aplicaciones de mapas, el motor de navegación puede permitir la interacción del usuario para ajustar la ruta o explorar opciones adicionales.

Optimización de Recursos: En sistemas de navegación autónoma, como vehículos autónomos o drones, el motor de navegación puede optimizar la eficiencia del uso de recursos, como la energía o el combustible, para alcanzar el destino de manera eficiente.

Visualización de Mapas: Puede mostrar mapas interactivos o vistas en tiempo real del entorno para ayudar en la navegación.

En resumen, un motor de navegación es esencialmente el "cerebro" detrás de la capacidad de un sistema o aplicación para navegar de manera efectiva en un entorno determinado. Su objetivo es facilitar la toma de decisiones y el movimiento dentro de un espacio físico o un conjunto de datos, ya sea en el mundo real o en un entorno digital. La tecnología de navegación se ha vuelto cada vez más importante en una amplia variedad de aplicaciones, desde la navegación GPS en automóviles hasta la navegación en videojuegos y la navegación autónoma en robots y vehículos no tripulados.

Mapeo.

El término "mapeo" se utiliza en varios contextos y puede tener diferentes significados según el ámbito en el que se aplique. A continuación, se describen algunos de los usos más comunes del término:

Mapeo en Cartografía: En cartografía, el mapeo se refiere al proceso de crear mapas geográficos o representaciones gráficas de la Tierra o de áreas específicas de la Tierra. Esto implica la recopilación de datos geoespaciales, como coordenadas geográficas, elevaciones y características geográficas, y su representación en un formato visual comprensible, como un mapa impreso o una aplicación de mapas en línea.

Mapeo en Informática: En informática, el mapeo se refiere a la asignación de una relación entre elementos de un conjunto de datos o memoria a elementos de otro conjunto. Por ejemplo, en la programación, un "diccionario" o "mapa" es una estructura de datos que asocia claves con valores, permitiendo la búsqueda eficiente de valores utilizando las claves correspondientes.

Mapeo en Robótica: En robótica, el mapeo se refiere a la creación de un mapa o representación del entorno circundante de un robot. Esto se hace generalmente utilizando sensores, como cámaras, láseres o sensores de ultrasonidos, para recopilar datos sobre el entorno y crear un mapa que el robot pueda utilizar para navegar y tomar decisiones.

Mapeo en Proyectos y Planificación: En la gestión de proyectos y la planificación estratégica, el mapeo se refiere a la representación visual de procesos, flujos de trabajo

o relaciones entre elementos. Los mapas pueden ayudar a identificar oportunidades de mejora, comprender la estructura de un sistema o planificar la ejecución de proyectos.

Mapeo Mental: Un mapa mental es una técnica de representación gráfica que se utiliza para organizar y visualizar ideas, conceptos y relaciones entre ellos. Se utiliza comúnmente en la generación de ideas, la planificación y la resolución de problemas.

Mapeo Cognitivo: En psicología y neurociencia, el mapeo cognitivo se refiere a la representación mental de la información y el conocimiento en el cerebro humano. Los mapas cognitivos pueden referirse a la forma en que el cerebro organiza y almacena información, como mapas mentales de lugares familiares o redes conceptuales de información.

El término "mapeo" se utiliza en una variedad de campos y contextos para describir procesos de representación, organización y visualización de información, datos o entornos. El significado preciso del término dependerá del contexto específico en el que se utilice.

Código de barras.

Un código de barras es una representación gráfica de datos o información que se utiliza para identificar productos, activos, ubicaciones y más. Está compuesto por una serie de líneas verticales paralelas de diferentes anchos y espacios que forman un patrón único y legible por una máquina.

La principal función de un código de barras es proporcionar una forma rápida y precisa de identificar y rastrear elementos en una variedad de aplicaciones, como en el comercio minorista, la logística, la manufactura, la gestión de inventario, la atención médica y muchas otras industrias. Al escanear un código de barras con un lector de códigos de barras (escáner), se puede recuperar la información almacenada en el código, que generalmente incluye un número único que sirve como identificador.

Existen varios estándares y tipos de códigos de barras, y cada uno tiene un propósito y una estructura específicos. Algunos de los tipos de códigos de barras más comunes incluyen:

Código de Barras UPC (Universal Product Code): Utilizado principalmente en productos de consumo y minoristas, este tipo de código de barras almacena información sobre un producto, como su número de identificación y precio.

Código de Barras EAN (European Article Number): Similar al UPC, se utiliza en Europa y otros lugares para identificar productos de consumo.

Código de Barras Code 39: Ampliamente utilizado en logística y gestión de inventarios, este código es alfanumérico y puede contener letras y números.

Código de Barras Code 128: Otro código alfanumérico utilizado en aplicaciones de logística y gestión de inventarios, que permite codificar una mayor cantidad de caracteres.

Código de Barras QR (Quick Response): Estos códigos bidimensionales pueden contener una variedad de datos, como enlaces web, texto, números de teléfono y más.

Se utilizan en publicidad, aplicaciones móviles y otros contextos.

Código de Barras Data Matrix: Similar al QR, este código bidimensional se utiliza en aplicaciones de alta densidad de datos, como la trazabilidad de productos farmacéuticos y componentes electrónicos.

Código de Barras ITF (Interleaved 2 of 5): Se utiliza en la industria del transporte y la logística para codificar información numérica en productos como paquetes y cajas.

Los códigos de barras son una herramienta esencial para la automatización de procesos y la gestión eficiente de la información en una amplia gama de industrias. Facilitan la captura rápida y precisa de datos, lo que ahorra tiempo y reduce errores en comparación con la entrada manual de información.

Mejora Continua.

La mejora continua es un concepto y una filosofía de gestión que implica el esfuerzo constante y sistemático por identificar, analizar y mejorar los procesos, productos o servicios de una organización de manera incremental. El objetivo fundamental de la mejora continua es alcanzar niveles cada vez más altos de eficiencia, calidad, satisfacción del cliente y desempeño en general.

La mejora continua se basa en varios principios clave:

- ***Enfoque en el Cliente:*** Poner al cliente en el centro de todas las actividades y procesos de la organización. Comprender y satisfacer las necesidades y expectativas del cliente es fundamental para la mejora continua.
- ***Procesos y Sistemas:*** En lugar de centrarse únicamente en problemas individuales o soluciones aisladas, la mejora continua considera los procesos y sistemas en su conjunto. Esto implica analizar cómo funcionan los procesos en su totalidad y cómo interactúan entre sí.
- ***Medición y Análisis:*** Utilizar datos y métricas para evaluar el desempeño actual y medir el impacto de las mejoras. El análisis de datos permite tomar decisiones informadas sobre dónde y cómo realizar mejoras.
- ***Participación y Compromiso:*** Involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso de mejora continua. Esto incluye a empleados, gerentes y líderes, quienes deben estar comprometidos con la búsqueda de mejoras constantes.

- **Metodología y Ciclo de Mejora:** La mejora continua a menudo se lleva a cabo utilizando metodologías específicas, como el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) o Six Sigma. Estas metodologías proporcionan un marco estructurado para la mejora.
- **Flexibilidad y Adaptabilidad:** Reconocer que las condiciones y las necesidades pueden cambiar con el tiempo, y estar dispuesto a adaptarse y ajustar los procesos en consecuencia.
- **Eliminación de Desperdicios:** Identificar y eliminar cualquier actividad o proceso que no agregue valor al cliente. Esto incluye reducir el tiempo de espera, minimizar los errores y optimizar la eficiencia.
- **Aprendizaje Continuo:** Fomentar una cultura de aprendizaje y desarrollo en la organización, donde los errores se ven como oportunidades de mejora y se promueve la capacitación constante.

La mejora continua es una parte fundamental de muchas metodologías de gestión de calidad, como el Lean Manufacturing, el Total Quality Management (TQM) y Six Sigma. Estas metodologías se utilizan en diversas industrias y sectores para impulsar la eficiencia operativa y la calidad del producto o servicio.

La mejora continua es un proceso constante y sistemático de perfeccionamiento de procesos y sistemas con el objetivo de aumentar la eficiencia y la calidad, satisfacer las necesidades del cliente y mantener la competitividad en un entorno empresarial en constante cambio.

Toma de tiempos y movimientos.

Es una metodología utilizada en la gestión de operaciones y la ingeniería industrial para analizar y optimizar los procesos de producción y trabajo. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad en la ejecución de tareas y procesos, reduciendo al mínimo los movimientos innecesarios y el tiempo desperdiciado.

Esta técnica se basa en el estudio detallado de las acciones, movimientos y actividades que realizan los trabajadores en el desempeño de sus tareas, así como en el análisis de la secuencia y el tiempo requerido para completar cada paso.

Estudio de tiempos.

Consiste en registrar y medir el tiempo que un trabajador o una máquina necesita para realizar una tarea específica. Esto se hace con el objetivo de determinar los estándares de tiempo y establecer tiempos de ciclo realistas para las operaciones.

Estudio de movimientos.

Analiza los movimientos físicos realizados por los trabajadores durante la ejecución de una tarea. El objetivo es identificar movimientos innecesarios, redundantes o ineficientes que puedan ser eliminados o mejorados para aumentar la eficiencia y reducir la fatiga del trabajador.

¿Qué es el OEE?

El Overall Equipment Effectiveness (OEE), que en español se traduce como "Efectividad General de los Equipos," es una métrica clave utilizada en la gestión de operaciones y la industria manufacturera para evaluar y medir el rendimiento de los equipos de producción. El OEE se utiliza para cuantificar la eficiencia global de un proceso de producción, máquina o línea de producción y se expresa como un porcentaje.

El cálculo del OEE se basa en tres factores clave que influyen en la eficiencia de un equipo o proceso:

Disponibilidad (Availability): Este factor mide el tiempo en que la máquina o equipo está disponible y lista para operar en relación con el tiempo programado de producción. Se calcula como el tiempo de funcionamiento real dividido por el tiempo programado.

Fórmula de Disponibilidad: $\text{Disponibilidad (\%)} = (\text{Tiempo de funcionamiento real} / \text{Tiempo programado}) \times 100$.

Rendimiento (Performance): El rendimiento se refiere a la velocidad real a la que opera la máquina o equipo en comparación con su velocidad teórica o estándar. Se calcula como la producción real dividida por la producción teórica.

Fórmula de Rendimiento: $\text{Rendimiento (\%)} = (\text{Producción real} / \text{Producción teórica}) \times 100$.

Calidad (Quality): La calidad se refiere a la tasa de producción que cumple con los estándares de calidad requeridos. Se calcula como la producción de productos buenos dividida por la producción total.

Fórmula de Calidad: $\text{Calidad (\%)} = (\text{Producción de productos buenos} / \text{Producción total}) \times 100$.

Una vez que se han calculado estos tres factores, el OEE se calcula multiplicando los porcentajes de disponibilidad, rendimiento y calidad:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

El resultado es un porcentaje que representa la eficiencia general de los equipos o procesos de producción. Un OEE del 100% significa que el equipo está funcionando a su máxima eficiencia, mientras que un valor menor indica pérdidas de eficiencia debido a paradas, velocidades reducidas o problemas de calidad.

El OEE es una herramienta valiosa para identificar áreas de mejora en la producción, optimizar el uso de equipos y recursos, y aumentar la eficiencia general de la operación. Las organizaciones utilizan el OEE para tomar decisiones informadas y realizar mejoras continuas en sus procesos de fabricación.

GAP.

Un Grupo Autónomo de Producción (GAP) es un concepto que se utiliza en el contexto de la organización del trabajo y la gestión de empresas. También es conocido como "célula de producción autónoma" o "equipo de trabajo autónomo." Un GAP es un grupo de trabajadores que trabaja de manera independiente y tiene la responsabilidad de realizar una serie completa de tareas o procesos relacionados con la producción, desde la planificación y el diseño hasta la fabricación y el control de calidad.

Las ***características clave de un Grupo Autónomo de Producción*** incluyen:

- ***Autonomía:*** Los miembros del GAP tienen un alto grado de autonomía en la toma de decisiones relacionadas con su trabajo. Tienen la capacidad de planificar y organizar su propio trabajo, resolver problemas y tomar decisiones operativas sin depender constantemente de supervisores o gerentes.
- ***Multifuncionalidad:*** Los miembros del GAP suelen ser multifuncionales, lo que significa que están capacitados para realizar una variedad de tareas relacionadas con la producción. Esto puede incluir la operación de máquinas, el control de calidad, el mantenimiento básico y otras actividades relacionadas con la producción.
- ***Responsabilidad Compartida:*** Los miembros del GAP comparten la responsabilidad de alcanzar los objetivos de producción y calidad del grupo. Esto fomenta un sentido de pertenencia y compromiso con el trabajo en equipo y la eficiencia del grupo.

- **Mejora Continua:** Los GAPs suelen estar orientados hacia la mejora continua de procesos y resultados. Están capacitados para identificar problemas, proponer soluciones y realizar ajustes en sus procesos para aumentar la eficiencia y la calidad.
- **Comunicación y Colaboración:** La comunicación efectiva y la colaboración son fundamentales en un GAP. Los miembros deben trabajar juntos de manera coordinada y compartir información para lograr los objetivos del grupo.

La implementación de Grupos Autónomos de Producción puede ser beneficiosa para las organizaciones en términos de flexibilidad, eficiencia, calidad y satisfacción de los empleados. Al empoderar a los trabajadores y permitirles tomar decisiones relacionadas con su trabajo, se fomenta un mayor compromiso y motivación. Además, los GAPs pueden ser una forma efectiva de abordar problemas específicos de producción y mejorar la productividad en entornos de fabricación.

Es importante destacar que la implementación exitosa de Grupos Autónomos de Producción requiere una planificación adecuada, una formación adecuada de los miembros del grupo y un ambiente de trabajo que fomente la colaboración y la toma de decisiones compartidas.

CICLO PDCA

El ciclo de Deming o Ciclo PDCA, es un sistema que busca la optimización constante de las actividades empresariales a través de cuatro etapas. Una vez que se llega a la última etapa, la empresa debe volver a comenzar, promoviendo así una autoevaluación continua que le permita identificar oportunidades de mejora en cada proceso. El ciclo de Deming es también denominado

ciclo PDCA, por sus siglas en inglés de las etapas Plan, Do, Check y Act. De igual manera, se le conoce como espiral de mejora continua o ciclo PHVA, debido a la traducción en español de sus etapas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. La aplicación de estas 4 etapas del ciclo de Deming permite reevaluar los procesos una y otra vez, de forma cíclica, asegurando así el progreso continuo de la organización.

Plan (planificar): es la primera etapa del ciclo de Deming y es donde se identifica el problema, se crean objetivos para solucionarlo (como los SMART) y se designan los deberes para lograr dichos objetivos.

Do (hacer): en la segunda etapa del ciclo los empleados empiezan a trabajar en los cambios para lograr los objetivos planteados, bajo instrucciones previas.

Check (verificar): transcurrido un periodo de tiempo previamente definido desde que se comienzan a hacer las actividades, en la tercera etapa del ciclo de Deming se procede a evaluar los resultados con base en los KPI seleccionados para cada objetivo. De este análisis se comprueba la eficiencia y eficacia de las acciones tomadas.

Act (Actuar): en la “última” etapa del ciclo de Deming se toman decisiones con base en el aprendizaje obtenido. Si hubo fallas, se definen acciones correctivas. Si, por el contrario, los resultados fueron óptimos, se documenta dicho cambio y se integra dentro de los procesos empresariales.

9. DESARROLLO.

Características principales del MiR250.

Las características principales MiR250 son:

- Conducción en un espacio de trabajo poblado El robot está diseñado para funcionar entre personas y se mueve de forma segura y eficiente en entornos de trabajo altamente dinámicos.
- Planificación de rutas en general y ajustes locales El robot navega de forma autónoma para encontrar la ruta más eficiente hasta su destino. El robot ajusta la ruta cuando encuentra obstáculos no presentes en el mapa, como personas o vehículos.
- Transporte eficiente de cargas pesadas El robot está concebido para automatizar el transporte de cargas de hasta 250 kg.
- Señales sonoras y luminosas El robot emite continuamente señales de luz y sonidos que indican adónde se dirige y su estado actual; por ejemplo, a la espera de una misión, conduciendo hasta un destino o destino alcanzado.
- Uso sencillo y flexibilidad La interfaz online, a la que se accede desde un ordenador, tablet o smartphone, ofrece acceso al funcionamiento y la supervisión del robot y puede programarse aun si no se tiene experiencia. Se pueden programar niveles de

grupos de usuarios distintos y paneles de mando personalizados según las necesidades de los usuarios.

- Alerta de "perdido" Si el robot se encuentra en una situación en la que no es capaz de encontrar un trayecto hasta su destino, se detiene, enciende la luz de error de color amarillo-morado, y es posible utilizar una acción Try/Catch personalizada para alertar al personal o tomar otras medidas.
- Deceleración automática para objetos Los sensores integrados garantizan la ralentización del robot en caso de detectarse obstáculos delante del mismo.
- Mapa interno El robot puede utilizar un plano de suelo de un dibujo CAD, o bien es posible crear un mapa por conduciendo el robot manualmente por toda la zona en la que vaya a funcionar. Cuando el robot está mapeando, los sensores del robot detectan los muros, las puertas, el mobiliario y otros obstáculos y, a continuación, el robot crea un mapa basado en esta información. Tras terminar de mapear, puede añadir posiciones y otras funciones en el editor de mapas.

Implementación de ciclo PDCA

- Analizar la implementación de robot MIR para abastecimiento de líneas de producción.
- Análisis de abastecimiento y comportamiento de OEE.
- Captura de datos y análisis de balanceo actual.

- Propuesta de balanceo y modificación de carro de abastecimiento.
- Análisis de rutas de acceso en layout.
- Enfoque de actividades y operaciones con ayudas visuales

- Documentación de resultados.
- Análisis de acciones correctivas.
- Definición de conclusiones.

- Implementación de cambios.
- Cambios de layout con referencia a rutas de abastecimiento.
- Capacitación a personal.
- Monitoreo al índice OEE.

Planificar:

Se buscó entre las diferentes células del proyecto Audi Q5 que se encuentran actualmente en planta COINDU MEXICO para implementar el robot MiR; mediante la técnica de estudio de tiempos y movimientos se llegó a la conclusión que la célula de manufactura óptima seria la que se encuentra cercana a un pasillo por el cual se trasladaría el robot a implementar.



Ilustración 1: Ejemplo de célula de proyecto
Fuente: Toma propia

Se propone, para el estudio de tiempos y movimientos, nueve operadores, se analiza la carga de trabajo por la disposición GAP.

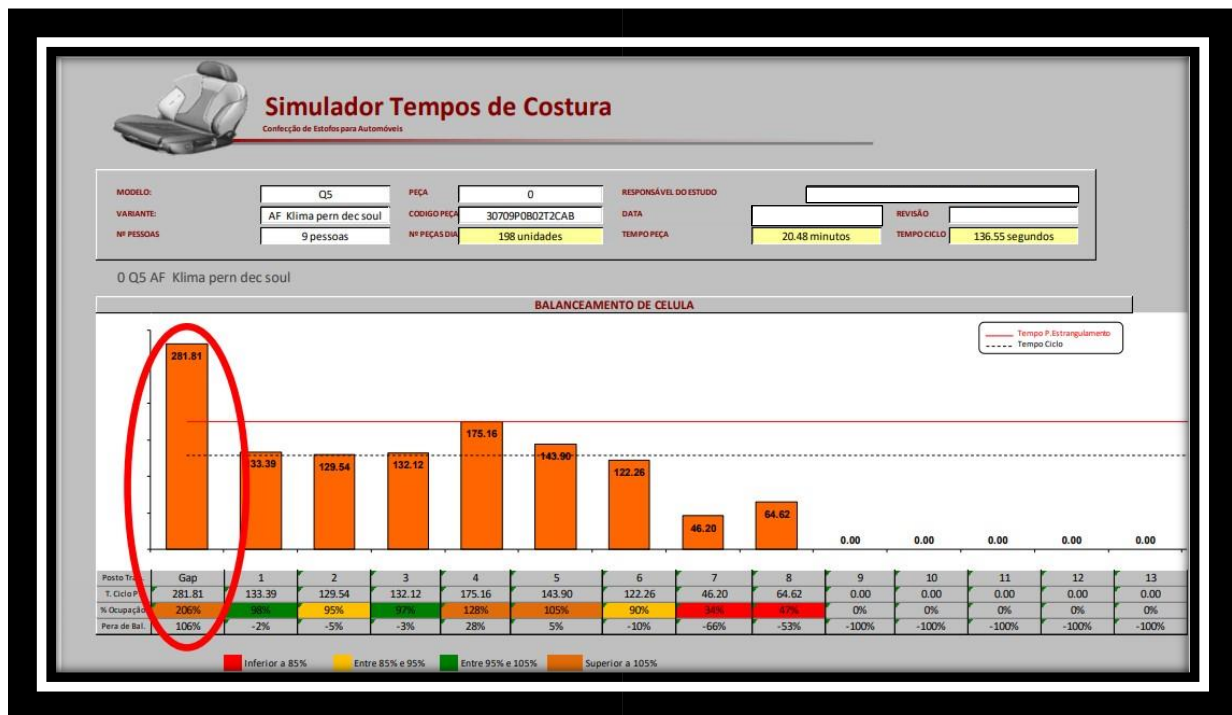


Ilustración 2: Ejemplo de simulación de desempeño de célula

Resultados de producción obtenidos del simulador:



El análisis de toma de tiempos nos muestra que, con los datos obtenidos de los nueve operadores solicitados, tienen que producirse 19 piezas por hora

Milk Run:

La logística milk run es un método de entrega de mercancía en el que un vehículo recoge las cargas de diferentes proveedores para agruparlas y transportarlas en el mismo envío. Este procedimiento conlleva la implementación de una red de transporte donde el movimiento de stock se cubre con un mismo vehículo, que realiza múltiples paradas para cargar o descargar los productos en las diferentes instalaciones que visita. Por este motivo, es habitual implantar este tipo de estrategia en almacenes o centros de producción que empleen técnicas de gestión de stock como el just-in-time, que solo reposiciona la cantidad de mercancía necesaria en el momento preciso.

Esto aumenta los tiempos muertos ya que es el encargado de proveer accesorios necesarios para las operaciones de producción (Hilos, perfiles).

Variantes de actividades de Milk Run:

Recolección del producto terminado y así mismo la entrega de carros vacíos de producto terminado.

Recolección de cajas vacías.

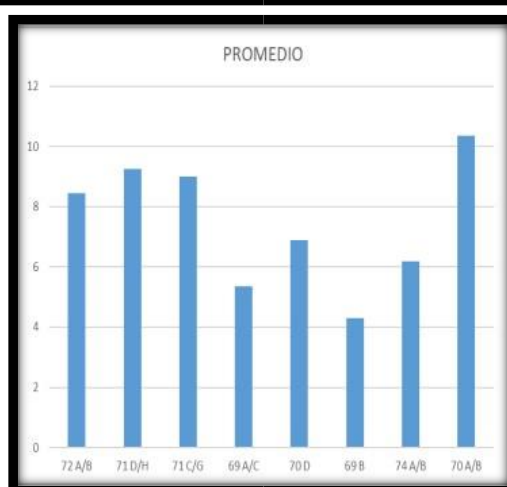
Recolección de cajas vacías y abastecimientos de pequeños materiales u accesorios (hilos, perfiles).



Ilustración 3: Ejemplo de operador Milk run recolectando material para abastecer líneas de producción

Se realiza toma de tiempos de Milk Run, lo cual nos permite analizar las variantes que se presentan al momento de abastecimiento.

CÉLULA	PROMEDIO
72 A/B	8.454777778
71 D/H	9.249208333
71 C/G	8.995166667
69 A/C	5.352722222
70 D	6.887777778
69 B	4.300833333
74 A/B	6.1775
70 A/B	10.36158333

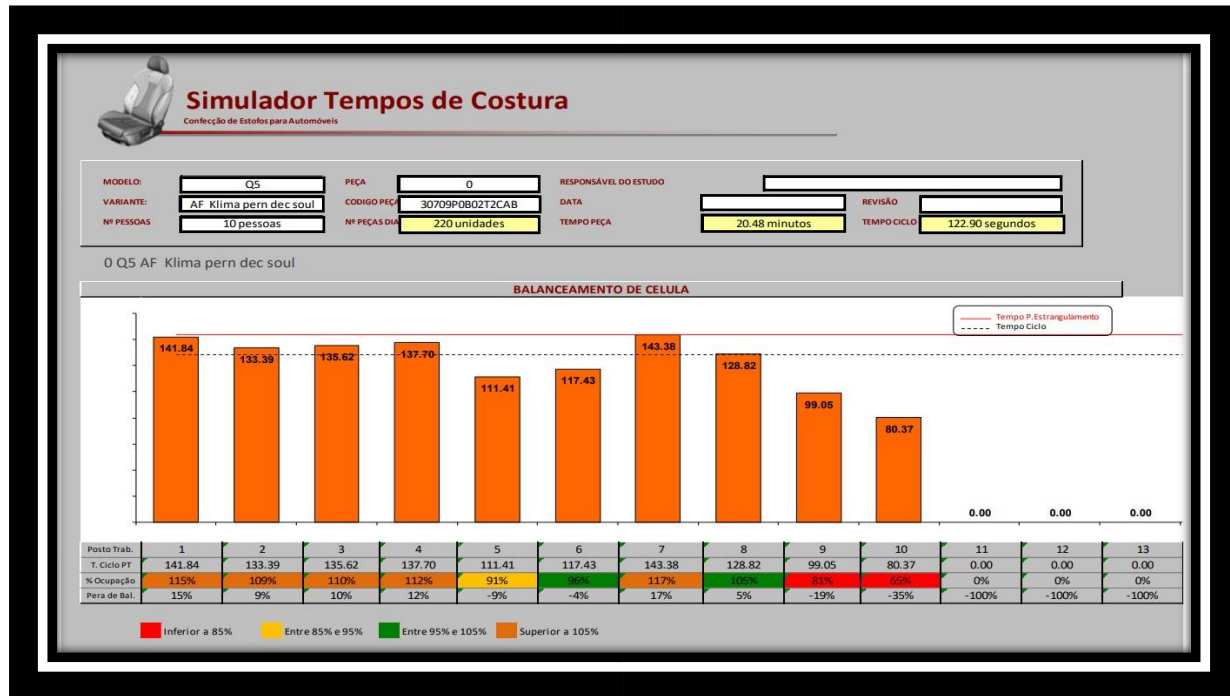


Ilustraciones 4 y 5: Retrato de células y su promedio de tiempos muertos ilustrados en minutos

Hacer:

Propuesta de balanceo y modificación de carro de abastecimiento.

Tomando los datos obtenidos se realiza la siguiente propuesta de balanceo de líneas con el fin de que los operadores cuenten con el mismo número de operaciones.



Se realiza el balanceo con referencia al número de actividades de la variante realizando acompañamiento y observación del comportamiento de la OEE.

Posterior a la selección de la célula de producción, se procedió a la sincronización del robot (MIR), el cual se maneja por medio de una computadora, en ella se establecen las misiones de abastecimiento para la línea de producción, utilizando como referencia las anteriores con las que se contaba en el “secuenciador” de la línea Audi Q5, en este “secuenciador” los colaboradores visualizan las ordenes de fabricación (OF) planeadas por los GAP líder de la célula para su fabricación.

Monitor Abastecimiento - Milk Run - AUDI Q5 - PA 04:06:01 p. m.

Página 1

Localização	Carrinho	OF	Cód. Peça	Célula	Tempo restante	MIR
L01P07	1601S0044	1001106142002	30769L0H0000IAC	Q63I	00:37	39404 /
L01P07	1601S0044	4000522490001	30709D0H0020ZZZ	Q63I	00:37	39404 /
L01P07	1601S0044	4000522550001	30709D0H0020ZZZ	Q63I	00:37	39404 /
L01P03	1601S0027	1001106164005	30709N0P0300CAA	Q62H	00:48	39370 /
L01P03	1601S0027	1001106165007	30709N0G0300CAA	Q62H	00:48	39370 /
L01P03	1601S0027	4000522484001	30709D0P0020ZZZ	Q62H	00:48	39370 /
L01P03	1601S0027	4000522485001	30709D0G0020ZZZ	Q62H	00:48	39370 /
L01P03	1601S0027	4000522544001	30709D0P0020ZZZ	Q62H	00:48	39370 /
L01P03	1601S0027	4000522545001	30709D0G0020ZZZ	Q62H	00:48	39370 /

Legendas: ■ Alerta tempo entre 20 e 30 Minutos ■ Alerta tempo menor que 20 Minutos

27/06/2015

Ilustración 6: Monitor de secuenciador, se visualizan ordenes de fabricación (OF) planeadas por GAP líder. Fuente: Toma propia.

Ejecutar:

Implementación de cambios.

Para crear el mapeo MIR del layout en planta COINDU MEXICO, se tomó la decisión de realizarlo en el tercer turno, debido a que en este horario las líneas de producción no cuentan con personal, ya que se ocuparía un espacio considerable el cual afectaría la productividad.



Ilustración 7: Mapeo de la organización Fuente: Toma propia

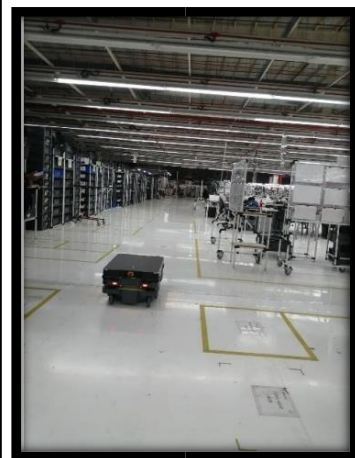


Ilustración 8: Mapeo de la organización Fuente: Toma propia

Para la creación de las rutas por las cuales circulara para el MIR dentro de las líneas de producción se utilizó el software del fabricante, este programa se apoya por medio de la red wifi con la que cuenta la organización.

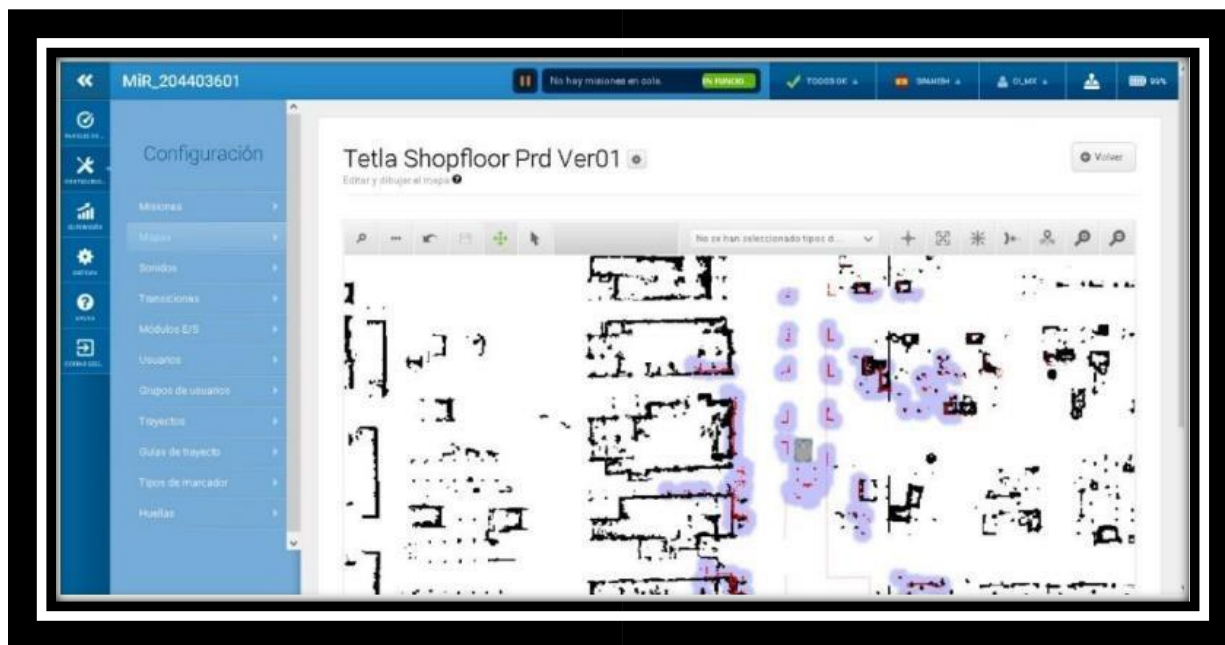


Ilustración 9: Interfaz de mapeo del Robot

Después de tener mapeado el layout de la planta, se establecieron las rutas por las cuales pasaría el robot MIR entre células de producción.

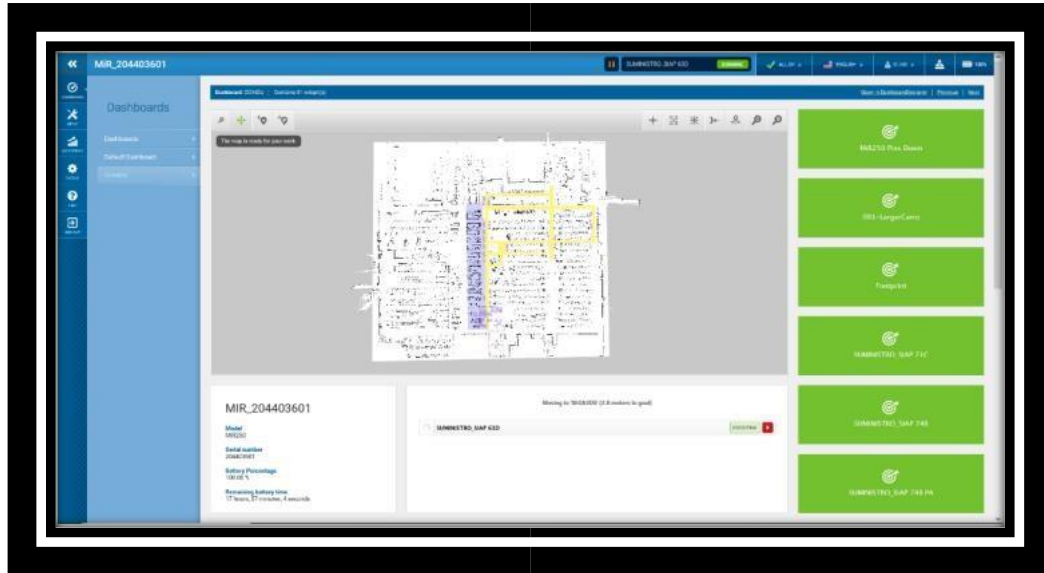


Ilustración 10: Rutas de MIR entre líneas de producción

Ya que el robot MIR en su superficie cuenta con unos pines con los cuales trasladara el material, se creó un carro de abastecimiento, el cual se adaptaría a los pines y permitiría el traslado del material. Para la creación del carro de abastecimiento se utilizó el mismo material con el cual se construyen los mismos carros predecesores de abastecimiento, para el diseño de este nuevo carro de abastecimiento se consideró que pudiera trasladar una caja más de material que la versión predecederá de carros de abastecimiento, los cuales podían transportar hasta 4.



Ilustración 11: Pines de MIR



Ilustración 12: Versión anterior de carro SA (Producto Semi Acabado)



Ilustración 13: Carro SA (Producto Semi Acabado); con modificación para transporte de MIR

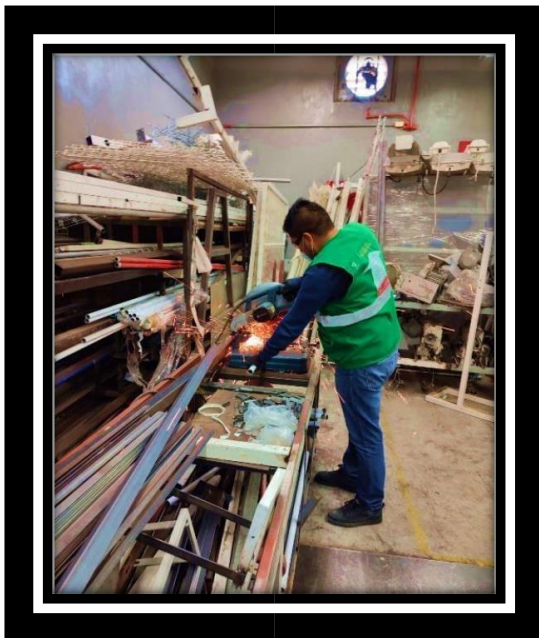


Ilustración 14: Construcción de carro SA (Producto Semi Acabado); con modificación para transporte de MIR



Ilustración 15: Propuesta de carro SA (Producto Semi Acabado); con modificación y ayudas visuales para transporte de MIR

Consecuentemente se empezó a realizar misiones de abastecimiento a la línea de producción para poder observar el comportamiento del MIR en la célula piloto, puesto que esta sería la primera vez que se utilizaría esta tecnología, se presentaron algunos errores de programación, los cuales fueron solucionados rápidamente para evitar futuros percances que pudieran presentarse.

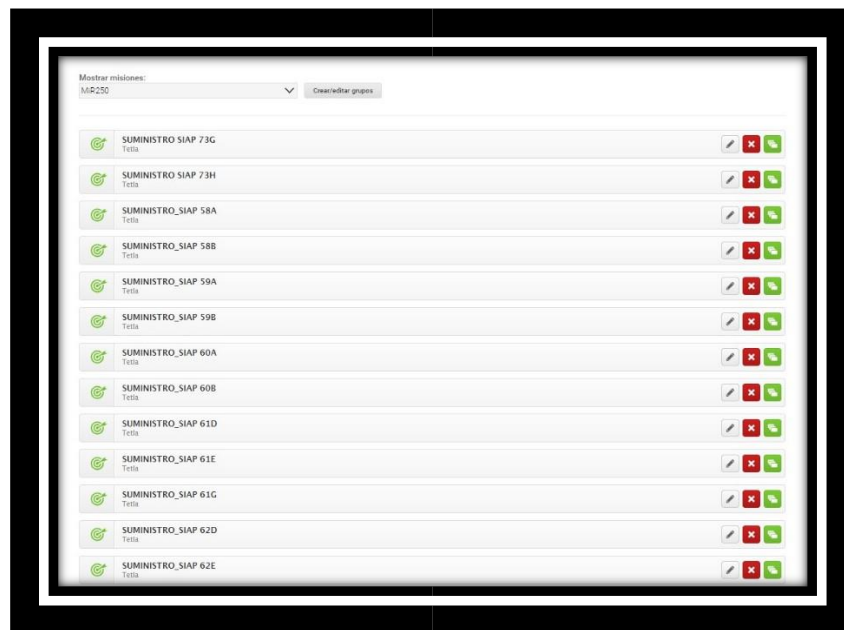


Ilustración 16: Ejemplo de interfaz de misiones programadas en el robot.



Ilustración 17: Ejemplo de programación de diagrama de bloques

Tras las pruebas de la primera línea y observar que esta funcionaba sin problemas, se continuo con el proyecto en marcha, ya que el abastecimiento automatizado será en todas las líneas del proyecto Audi Q5, el realizar la implementación en las células consecuentes presento una menor dificultad ya que solo se van dando de alta los carros que salen de su fabricación, puesto que ya se tenía mapeado la zona de producción, en la cual se establecerían las rutas para el robot (MIR). Al continuar con la implementación se tuvo que realizar unos cambios en la delimitación y en las ayudas visuales de las líneas de producción, para la delimitación únicamente fueron definidas la zona de abastecimiento en las cuales se cuenta con un carro de abastecimiento lleno y uno vacío ya configuradas desde la interfaz del MIR guiada por los puntos de localización, se actualizaron ayudas visuales en piso y en letreros de cada carro SA (carro con producto semi acabado).



Ilustración 18: Delimitación del área de secuenciador con ayudas visuales en piso



Ilustración 19: Delimitación para carro abastecido y carro vacío con ayudas visuales en piso y letreros de carro



Ilustración 20: Delimitación del área de carro vacío con ayudas visuales en piso.



Ilustración 21: Delimitación de pasillos donde transitara MIR.

10. Resultados Obtenidos

Al implementar el abastecimiento automatizado en todas las líneas de producción de Audi Q5, se brindó seguimiento para detectar alguna anomalía o falta de información al personal operativo. Se detectó que al realizar planeación de ordenes de fabricación (OF) no colocaban su carro vacío en el espacio correcto, lo que el MIR al suministrar los carros abastecidos no detecta carro vacío se queda parado en el pasillo hasta generar error en su misión o desorientando al MIR atrasando el abastecimiento de las otras células. Se apoyo al personal operativo con capacitación de la correcta planeación y ubicación del carro vacío para agilizar la entrega de materia para su producción.

Ilustración 22: Misión sin carro vacío.



Se obtuvo la implementación del abastecimiento automatizado en todas las líneas de producción de Audi Q5, esto abre la oportunidad de implementarlo de igual en el abastecimiento de los demás proyectos con los que cuenta COINDU MEXICO, además que al modificar los carros de abastecimiento esto se tradujo en un aumento del 25% en el traslado de material a la línea de producción, siendo automatizado, eficaz y eficiente. De tal forma el darle seguimiento a la implementación de esta tecnología nos muestra mayores resultados a corto, mediano y largo plazo.

PRODUÇÃO	
Nº pessoas	9
Tempo Gestprod (min)	0.00
Tempo Peça (min)	19.22
Tempo Ciclo (s)	128.16
Produção Prevista (uni)	220
Peças Hora (uni)	27
Posto Estrang.	7
T.P. Estrangulamento (s)	143.38
Peças PE Previstas (uni)	188
Peças PE Hora (uni)	26
▽ DIF. (uni)	-31

El análisis de toma de tiempos nos muestra que con los datos obtenidos tienen que producirse 26 piezas por hora, mejorando en producción anterior ya que se evita la distracción del líder de línea.

La estandarización del trabajo día a día logra una mayor disciplina para lograr los objetivos de la organización y satisfacer las necesidades establecidas por nuestros clientes cumpliéndolas en tiempo y forma.

11. CONCLUSIONES.

Durante el desarrollo y la ejecución del proyecto de implementación de un robot MiR en la línea de producción Q5 de AUDI en COINDU, se lograron avances significativos hacia la optimización de los procesos y la mejora de la eficiencia en la entrega de material semi-acabado a las líneas de producción. Las conclusiones clave son las siguientes:

1. Reducción del Tiempo de Abastecimiento: Uno de los objetivos principales del proyecto era reducir el tiempo de abastecimiento de las líneas de producción. Los resultados demuestran que la implementación del robot MiR ha conducido a una disminución significativa en los tiempos de entrega de material semi-acabado, lo que ha mejorado la eficiencia general del proceso de producción.
2. Creación de Carros de Abastecimiento Específicos: La creación de carros de abastecimiento específicos diseñados para trabajar en conjunto con el robot MiR ha demostrado ser una solución efectiva. Estos carros se han adaptado perfectamente al entorno de producción y han mejorado la capacidad del robot para transportar material de manera eficiente.
3. Ayudas Visuales para los Carros del Robot MiR: La incorporación de ayudas visuales en los carros del robot MiR ha mejorado la navegación y la interacción del robot con su entorno. Esto ha contribuido a una mayor precisión y seguridad en la entrega de material.
4. Delimitación de la Planta y Implementación de Ayudas Visuales: La delimitación adecuada de la planta y la implementación de ayudas visuales, como marcadores y señalización, han sido esenciales para garantizar el correcto funcionamiento del robot

MiR. Estas medidas han contribuido a la seguridad y la eficiencia del robot en su entorno de trabajo.

En resumen, la implementación del robot MiR en la línea de producción Q5 de AUDI ha resultado en una reducción efectiva del tiempo de abastecimiento, una mayor eficiencia en la entrega de material semi-acabado y una mejora en la precisión y la seguridad gracias a la creación de carros específicos y la implementación de ayudas visuales. Estos logros respaldan la eficacia del proyecto y su contribución a la optimización de los procesos de producción en la planta de AUDI.

Es importante destacar que el proyecto no solo ha cumplido con sus objetivos iniciales, sino que también ha sentado las bases para futuras mejoras y optimizaciones en el entorno de producción de la empresa. La experiencia adquirida durante la implementación del robot MiR y la creación de soluciones específicas para la planta constituyen un activo valioso para el desarrollo continuo de la eficiencia en la línea de producción de Q5 de AUDI.

RECOMENDACIONES.

1. **Monitoreo Continuo:** Mantener un sistema de monitoreo constante del rendimiento del robot MiR y de la eficiencia de la entrega de material. Utilizar los sensores y software de seguimiento para recopilar datos en tiempo real y asegurarse de que el robot esté funcionando de manera óptima.
2. **Capacitación del Personal:** Asegurarse de que el personal que opera y supervisa el robot MiR esté debidamente capacitado. Proporcionar formación continua para que estén al tanto de las mejores prácticas y de cómo solucionar problemas o situaciones inesperadas.
3. **Mantenimiento Preventivo:** Implementar un programa de mantenimiento preventivo regular para el robot MiR y sus componentes. Esto incluye inspecciones periódicas, limpieza y mantenimiento de rutina para garantizar un funcionamiento confiable a largo plazo.
4. **Optimización de Rutas:** Continuar optimizando las rutas de entrega del robot MiR en función de la evolución de la producción y los cambios en la planta. Utiliza algoritmos de planificación de rutas para minimizar los tiempos de viaje y mejorar aún más la eficiencia.
5. **Actualizaciones y Mejoras:** Mantener el software y el hardware del robot MiR actualizados con las últimas versiones y mejoras proporcionadas por el fabricante. Aprovechar las actualizaciones para obtener nuevas funcionalidades y correcciones de errores.

6. Evaluación de Costos: Realizar evaluaciones periódicas de los costos asociados con el uso del robot MiR en comparación con los métodos de entrega anteriores. Esto ayudará a justificar los gastos y a demostrar el retorno de la inversión continuo.
7. Evaluación de Seguridad: Realizar evaluaciones regulares de la seguridad en el entorno de trabajo donde opera el robot MiR. Asegurarse de que todas las precauciones de seguridad estén en su lugar y de que se sigan los protocolos de seguridad.
8. Expansión a Otros Proyectos: Considerar la posibilidad de expandir la implementación del robot MiR a otras áreas de la planta o a proyectos relacionados. El éxito de este proyecto puede servir como modelo para futuras mejoras en la producción.
9. Retroalimentación del Personal: Escuchar la retroalimentación del personal que trabaja con el robot MiR. Sus experiencias y sugerencias pueden ser valiosas para identificar áreas de mejora y optimización continua.
10. Seguimiento de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI): Establecer indicadores clave de rendimiento relacionados con la entrega de material y el funcionamiento del robot MiR. Realizar un seguimiento de estos KPI de manera regular para medir el éxito y la eficiencia del proyecto.

Estas recomendaciones finales ayudarán a garantizar que la implementación del robot MiR en la línea de producción de Q5 de AUDI siga siendo exitosa y continúe brindando beneficios a la empresa. La mejora continua y la adaptación a medida que evoluciona la producción son clave para el éxito a largo plazo.

Experiencia personal/profesional adquirida y competencias desarrolladas.

Durante la implementación de este proyecto, he tenido la oportunidad de enfrentar desafíos significativos y aprender valiosas lecciones. Algunas de las experiencias personales más destacadas incluyen:

Desarrollo de Habilidades de Gestión de Proyectos: A lo largo del proyecto, he adquirido habilidades sólidas de gestión de proyectos. Aprendí a planificar y coordinar actividades, asignar recursos de manera eficiente y mantener el proyecto en marcha según el cronograma establecido.

Trabajo en Equipo y Colaboración: Trabajar con un equipo multidisciplinario fue una experiencia enriquecedora. La colaboración efectiva con colegas y especialistas en diferentes áreas fue fundamental para el éxito del proyecto.

Solución de Problemas en Tiempo Real: En situaciones en las que surgieron desafíos imprevistos, desarrollé habilidades para tomar decisiones rápidas y efectivas. Esto incluyó la identificación de problemas y la implementación de soluciones sobre la marcha.

Gestión del Cambio: La implementación de nuevas tecnologías y procesos siempre conlleva un componente de cambio organizacional. Aprendí a comunicar y gestionar eficazmente el cambio entre el equipo y otros interesados.

Experiencia Profesional:

En el ámbito profesional, la implementación del robot MiR en la línea de producción de AUDI me proporcionó una valiosa experiencia en varias áreas:

Automatización y Robótica: Adquirí experiencia en la implementación de tecnología robótica y su integración en un entorno de producción. Esto incluyó el entendimiento de la programación de robots y la navegación autónoma.

Gestión de Procesos y Eficiencia: Aprendí a analizar procesos de producción existentes y a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia. Esto incluyó la optimización de rutas y la reducción de tiempos de entrega.

Tecnología de Ayuda Visual: Gané experiencia en la implementación de ayudas visuales, como marcadores y señalización, para mejorar la navegación del robot y la seguridad en el entorno de producción.

Planificación Estratégica: Participé en la planificación estratégica a largo plazo de la implementación de robots en la empresa, lo que incluyó la evaluación de costos y beneficios a nivel empresarial.

Desarrollo de Soluciones Específicas: La creación de carros de abastecimiento específicos para el robot MiR me permitió desarrollar soluciones personalizadas y adaptadas a las necesidades de producción de la empresa.

En conjunto, la experiencia personal y profesional adquirida durante este proyecto ha sido altamente enriquecedora. He fortalecido mis habilidades de gestión de proyectos, adquirido

conocimientos valiosos en robótica y automatización, y desarrollado la capacidad de abordar desafíos complejos en el entorno industrial. Esta experiencia me ha preparado para enfrentar futuros proyectos de mejora y optimización en la industria.

12. Bibliografía

Mobile Industrial Robots A/S. (2022). Guía de usuario MiR. Mexico V.1.4

Córdoba Nieto Ernesto. Manufactura y automatización. Ingeniería e Investigación [en línea]. 2006, 26(3), 120-128[fecha de Consulta 10 de Febrero de 2023]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64326315>

Unir. [fecha de consulta 14 de Marzo de 2023] .

Disponible en: <https://www.unir.net/educacion/revista/robotica-educativa/>

UNED. Competencias genéricas en información [en línea].

http://ocw.innova.uned.es/competencias_BCA/curso/index.htm [Consulta: 13 febrero 2023]

Queensland University of Technology. Pilot: your information navigator [en línea].

<https://pilot.library.qut.edu.au/> [Consulta: 20 febrero 2023]

Universitat de València, Servei de Biblioteques i Documentació. Fàcil: Formació i Aprenentatge en Competències Informacionals [en línea].

http://biblioteca.uv.es/castellano/servicios/formacion_usuaris/autoformacio.php

University of Cardiff. Handbook for Information Literacy Teaching (HILT) [en línea].

http://issuu.com/cu_hilt/docs/hilt2011 [Consulta: 20 febrero 2012]

University of Newcastle. InfoSkills [en línea].

<http://www.newcastle.edu.au/service/library/tutorials/infoskills/index.html> [Consulta: 8 febrero 2012]