



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE ING MECATRÓNICA

PRESENTA: PAOLA DE LOS ANGELES HERNÁNDEZ FLORES

CARRERA: ING. MECATRÓNICA

IDENTIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DE LAY OUT DE PLANTA PARA IDENTIFICAR LOS RENDERS



FUNDACION NEMI A.C

Enrique Picazo García
Nombre del asesor externo

Edgar Zacarías Moreno
Nombre del asesor Interno

Fecha diciembre 2024

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	3
1. Portada	1
2. Índice	2
3. Agradecimientos	3
4. Resumen	4
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	5
5.- Introducción	5
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente	6
7. Problemas a resolver, priorizándolos	11
8. Justificación	13
9. Objetivos (General y Específicos)	19
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	20
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos)	20
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	45
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	22
Cronograma de actividades	32
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	58
12. Resultados	33
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	60
13. Conclusiones del Proyecto	35
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	36
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas	36
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	37
15. Fuentes de información	62

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

II. Agradecimientos.

Mi nombre es Paola de los Angeles Hernandez Flores estudiante de la carrera Ing. Mecatrónica solo puedo decir que levantarte a las 4 de la mañana para desarrollarte y crecer en este mundo no es nada fácil y jamás lo entiendes hasta que estás en el proceso por eso estos párrafos y palabras las quiero dedicar a las personas que me apoyaron a Nissan School por darme la oportunidad de ser parte de ellos de hacerme crecer y desarrollarme intelectual y laboralmente, a cada uno de los ingenieros que forman parte del departamento en el que estoy Manufactura T&C por todo lo que me enseñaron y ayudaron por ser parte de mi primera vez en la industria y de hacer que creciera y me desarrollara, quiero agradecer a las personas (docentes) que me entendieron y tuvieron paciencia con este proceso porque saben que no es fácil esta industria en la vida real, por brindarme su mano y sus conocimientos y decirme que podía contar con ellos para lo que necesitara, agradecer a mi familia que, aunque fue un proceso cansado y complicado me apoyaron y siempre estuvieron ahí diciéndome que podía y ayudándome en lo que necesitara para poder seguir porque sin que pareciera fue muy difícil el proceso, y auto agradecerme por ser quien soy, por hacer las cosas aun con miedo, por nunca quedarme en mi zona de confort y siempre sobresalir de todos, por no rendirme y por demostrarme a mí misma de lo que soy capaz.

III. Resumen.

En este documento se presenta el reporte final del proyecto “Identificación y elaboración de lay out de planta para la identificación de renders”. En conjunto con otros proyectos que se establecieron durante la estadía en la empresa. Y este proyecto ¿cómo se desarrolló o surgió? Pues esto surgió debido a que no se tienen un lay out actualizado con las últimas actualizaciones y movimientos realizados en la línea. ¿Pero esto a que beneficia a la empresa? Bueno un lay out y en este caso el lay out garantiza un buen flujo de trabajo, material e información a través del sistema, es decir garantiza una distribución efectiva de los recursos, herramientas y personas dentro de la empresa y esto por ende permite optimizar el uso de espacio, reducir costos y aumentar la productividad. En el capítulo 2 se ven las generalidades del proyecto: introducción, historia general de la empresa, la problemática a resolver con el proyecto, la justificación y los objetivos a alcanzar con el mismo. En el capítulo 3 se encuentra el marco teórico donde se habla de las principales actividades de la manufactura en la industria automotriz, la importancia de lay out de una empresa, las operaciones de la manufactura en la industria, importancia en la economía la manufactura y sus procesos, los sistemas de monitoreo de SCADA y ANDON, la arquitectura y redes industriales y otros temas relevantes durante el desarrollo del proyecto. En el capítulo 4 el desarrollo paso a paso de las actividades realizadas durante las residencias, cómo fue el proceso, que actividades se realizaban, en qué momento se realizaban y con qué fin se realizaban y que herramientas o métodos se utilizaban para que se desarrollaran. En el capítulo 5 los resultados obtenidos al finalizar el proyecto si fueron correctos o no y por último en el capítulo 6 y 7 se encuentran las conclusiones personales referentes a las actividades y las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

Las empresas automotrices son fundamentales en la sociedad por su impacto económico, tecnológico y social. Son motores clave del crecimiento económico, generando millones de empleos directos e indirectos, y contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) de muchos países. Además, impulsan la innovación tecnológica en áreas como vehículos eléctricos, sistemas de conducción autónoma y eficiencia en procesos de producción. Su capacidad para mejorar la calidad de vida, facilitar la movilidad y conectar mercados globales las convierte en actores esenciales en el desarrollo de la infraestructura moderna y la sostenibilidad. Las señales digitales, como las usadas en sistemas de Andon y otros sistemas de control, son herramientas clave en una línea de producción moderna. Estas señales pueden alertar sobre peticiones de ayuda, paros de línea, o indicar estados operativos críticos. Por lo tanto, en este documento se describen conceptos y actividades realizadas para un proyecto de mejora de lay out en la planta de Nissan.

El presente documento consta de ocho capítulos, en donde en el 1er capítulo se tiene un resumen para tener una comprensión general del documento. El capítulo 2 contiene datos generales, objetivos, problemáticas. El capítulo 3 datos teóricos respecto al tema del proyecto, el capítulo 4 describe el desarrollo del proyecto y si avanza día con día, el capítulo 5 los resultados obtenidos con todo el desarrollo, capítulo 6 las conclusiones personales durante el proceso y el resultado, el capítulo 7 las competencias y habilidades desarrolladas como desarrollador y participación en este proyecto y en el capítulo 8 las fuentes de información.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Es un fabricante japonés de automóviles, con base en Nishi-ku (Yokohama). Su nombre común, Nissan, es un acrónimo de "Nippon Sangyo". Está entre las principales compañías automotrices en términos de producción anual de vehículos. Desde 1999 forma parte de una triple alianza Renault-Nissan-Mitsubishi, donde la firma francesa llegó a reducir su participación en Nissan pasando del 43% al 15%, por lo que el 28% restante serían transferidos a un fideicomiso francés.

Nissan Motor Company, Ltd., es una de las compañías automotrices más reconocidas y exitosas del mundo. Su historia, que abarca más de un siglo, es un relato de innovación, expansión y transformación frente a desafíos globales. Aquí se detalla su evolución desde sus orígenes hasta la actualidad.

Orígenes: De DAT a Nissan (1911-1933)

Kwaishinsha Motor Car Works:

- En 1911, Masujiro Hashimoto fundó Kwaishinsha Motor Car Works en Tokio. Esta fue una de las primeras empresas japonesas enfocadas en la producción de automóviles.
- En 1914, Kwaishinsha produjo su primer vehículo, el DAT, cuyo nombre derivaba de las iniciales de sus socios fundadores: Kenjiro Den, Rokuro Aoyama y Meitaro Takeuchi.
- Durante los años 20, la empresa se centró en la producción de camiones ligeros, ya que la demanda de automóviles de pasajeros era limitada en Japón.

Fusión de DAT y Jitsuyo Jidosha:

- En 1926, DAT Motors se fusionó con Jitsuyo Jidosha Co., formando un conglomerado más grande que fabricaba vehículos comerciales y de transporte.

Nacimiento de Nissan Motor Co., Ltd. (1933-1934)

Fundación de Nissan:

- En 1933, Jidosha Seizo Co., Ltd. se estableció en Yokohama con el propósito de fabricar automóviles. Esta empresa fue fundada con el respaldo financiero de Tobata Casting Co., que pertenecía al conglomerado industrial Nihon Sangyo.
- En 1934, Jidosha Seizo fue renombrada como Nissan Motor Co., Ltd. El nombre "Nissan" es una contracción de Nihon Sangyo.

Primeros vehículos bajo la marca Datsun:

- Nissan adoptó la marca Datsun para sus automóviles de pasajeros. El nombre era una evolución de "DAT", y la palabra "sun" hacía referencia al sol naciente, símbolo nacional de Japón.
- En 1935, Nissan inauguró su primera planta de producción masiva en Yokohama, marcando un hito en la modernización de la industria automotriz japonesa.

Expansión y producción militar durante la guerra (1935-1945)

Producción en tiempos de paz:

- Antes de la Segunda Guerra Mundial, Nissan comenzó a fabricar automóviles y camiones para uso civil y exportó sus primeros vehículos a mercados asiáticos.

Enfocada en la guerra:

- Durante la guerra, Nissan se dedicó a la producción de camiones militares, motores aeronáuticos y otros equipos bélicos para el ejército japonés.
- Las instalaciones de la empresa sufrieron daños significativos debido a los bombardeos aliados y la posterior ocupación de Japón.

Reconstrucción y expansión global (1950-1970)

Resurgimiento tras la guerra:

- En la década de 1950, Nissan se recuperó y se enfocó nuevamente en la producción de automóviles civiles.
- En 1952, firmó un acuerdo técnico con la británica Austin Motor Company, lo que permitió a Nissan fabricar modelos de Austin bajo licencia. Este acuerdo ayudó a Nissan a mejorar su tecnología de producción.

Entrada al mercado global:

- En 1958, Nissan exportó sus primeros automóviles Datsun a los Estados Unidos. Estos modelos fueron bien recibidos por su durabilidad, eficiencia y precio competitivo.
- En 1960, Nissan abrió su primera planta en el extranjero, ubicada en México, marcando el inicio de su expansión internacional.

Modelos icónicos:

- En los años 60, Nissan lanzó vehículos exitosos como el Datsun Bluebird, el Datsun Sunny y el Datsun 240Z. Este último, introducido en 1969, se convirtió en un deportivo asequible y de alto rendimiento que ganó gran popularidad en los mercados occidentales.

Crisis del petróleo y consolidación (1970-1980)

Beneficios durante la crisis del petróleo:

- Durante la crisis del petróleo de los años 70, la alta eficiencia de combustible de los automóviles japoneses, incluido Datsun, impulsó las ventas de Nissan, especialmente en los Estados Unidos.

Unificación de marcas:

- En 1981, Nissan decidió unificar todas sus operaciones bajo la marca "Nissan" y eliminó gradualmente la marca Datsun, consolidando su identidad corporativa a nivel mundial.

Innovación y crecimiento:

-Nissan se posicionó como un líder en la tecnología de motores y lanzó una gama de vehículos innovadores que abarcaban desde autos económicos hasta camionetas y vehículos comerciales.

Crecimiento, crisis financiera y alianza con Renault (1980-2000)

Crecimiento en los años 80:

-Nissan experimentó un gran crecimiento en los años 80, desarrollando tecnología avanzada y lanzando la marca de lujo Infiniti en 1989 para competir en el mercado premium.

Dificultades en los años 90:

-En la década de 1990, Nissan enfrentó problemas financieros debido a una sobreexpansión, un mercado global competitivo y problemas internos de gestión.

-En 1999, Nissan tenía una deuda significativa y enfrentaba la posibilidad de la bancarrota.

Alianza Renault-Nissan:

-En 1999, Nissan formó una alianza estratégica con la automotriz francesa Renault, que adquirió una participación del 36.8% en la compañía.

-Carlos Ghosn, ejecutivo de Renault, asumió el liderazgo de Nissan y lanzó el "Nissan Revival Plan". Bajo su dirección, Nissan logró una impresionante recuperación financiera al reducir costos, optimizar la producción y enfocarse en vehículos rentables.

Innovación y electrificación (2000-presente)

Recuperación y éxitos:

- En los años 2000, Nissan experimentó un renacimiento con el lanzamiento de modelos populares como el Nissan Altima, el Nissan Rogue y el Nissan GT-R

- En 2010, Nissan presentó el Nissan Leaf, uno de los primeros vehículos eléctricos (EV) producidos en masa. El Leaf se convirtió en el EV más vendido del mundo, consolidando la posición de Nissan en el mercado de la movilidad sostenible.

Desafíos recientes:

- En 2018, Carlos Ghosn fue arrestado bajo acusaciones de irregularidades financieras, lo que desató una crisis de liderazgo en Nissan.
- A pesar de los desafíos, Nissan continúa apostando por la electrificación y la conducción autónoma.

Enfoque en el futuro:

- Nissan ha anunciado planes para electrificar gran parte de su flota y desarrollar tecnologías avanzadas de conectividad y conducción autónoma. Modelos como el Nissan Ariya, un SUV eléctrico, destacan su compromiso con la sostenibilidad y la innovación.

En pocas palabras Nissan ha evolucionado de una pequeña empresa local a un gigante automotriz global, enfrentando y superando crisis económicas, guerras y cambios en la industria. Su enfoque en la innovación tecnológica y la sostenibilidad asegura su relevancia en la nueva era de la electrificación y la movilidad inteligente. La empresa continúa siendo un referente en el mercado global y un símbolo del ingenio automotriz japonés.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

En los últimos años, la planta de Nissan ha experimentado diversos cambios estructurales y operativos derivados de mejoras tecnológicas, optimización de procesos y reestructuración de áreas de trabajo. Sin embargo, no se cuenta con un layout actualizado que refleje fielmente estos ajustes, lo que genera un desfase entre la realidad operativa y la documentación formal del diseño y disposición de las áreas de producción y soporte.

La ausencia de un layout vigente puede impactar significativamente en varios aspectos críticos de la planta, entre los que destacan:

Eficiencia Operativa:

- Un diseño no actualizado dificulta la visualización integral de los flujos de trabajo, lo que puede provocar ****ineficiencias**** en la asignación de recursos, manejo de materiales y tiempos de operación.
- La falta de un esquema actualizado también puede complicar la planificación de nuevos proyectos o ajustes en las líneas de producción.

Identificación de Problemáticas:

- Un layout obsoleto limita la capacidad para ****analizar problemas**** en la disposición de áreas, flujos de personas o materiales, generando retrasos en la resolución de incidentes.
- Esto también afecta la capacidad de realizar un análisis proactivo para prevenir futuras problemáticas.

Transmisión de Conocimiento:

- Un esquema actualizado y claro es esencial para capacitar al personal nuevo o en roles de rotación, asegurando que comprendan las dinámicas y ubicaciones clave de la planta.

Este proyecto se presenta como una solución estratégica para garantizar que el layout de la planta Nissan sea una herramienta funcional y actualizada. Su implementación permitirá:

- Mejorar la eficiencia operativa al facilitar el análisis de flujos y la toma de decisiones basadas en datos precisos.
- Proveer un esquema claro para el monitoreo y solución de problemas, aumentando la capacidad de reacción ante cambios o fallas.
- Asegurar un conocimiento uniforme entre el personal, apoyando la transferencia de información clave y alineando las actividades operativas con los estándares establecidos.

La actualización del layout no solo es una necesidad operativa inmediata, sino una inversión estratégica para asegurar que la planta de Nissan mantenga su competitividad, eficiencia y capacidad de adaptación frente a los retos actuales y futuros.

8. Justificación

Tener un layout actualizado de la planta Nissan es fundamental para mantener y mejorar la eficiencia operativa, optimizar recursos, y asegurar que la empresa se mantenga competitiva en un entorno industrial en constante evolución. A medida que las plantas de manufactura, como las de Nissan, experimentan cambios en sus procesos, líneas de producción y tecnologías, es esencial que el diseño físico de la planta refleje estas modificaciones de manera precisa.

Razones por las cuales es importante tener un layout actualizado en la planta Nissan:

Optimización de flujos de trabajo:

Un layout actualizado asegura que los flujos de materiales, componentes, y productos terminados sean lo más eficientes posible. Esto reduce tiempos de transporte innecesarios entre áreas, mejora la circulación del personal y minimiza los cuellos de botella en la producción.

Mejora de la eficiencia operativa:

La actualización del layout permite una mejor distribución de recursos, tanto humanos como materiales. Esto se traduce en una mayor productividad, reducción de tiempos de espera y menos retrabajos, contribuyendo a la optimización de costos.

Adopción de nuevas tecnologías:

A medida que Nissan implementa nuevas tecnologías, como automatización, robótica y sistemas de monitoreo avanzado, un layout desactualizado puede dificultar la integración de estas tecnologías. Un layout actualizado facilita la implementación de nuevas herramientas, mejorando la eficiencia y la calidad de los productos.

Reducción de riesgos y mejora en la seguridad:

Un layout actualizado asegura que las áreas de trabajo estén diseñadas de acuerdo con las mejores prácticas de seguridad industrial. Esto ayuda a reducir los accidentes laborales y mejora las condiciones de trabajo para los empleados.

Flexibilidad para adaptarse a cambios en la demanda:

Un layout flexible y actualizado permite una rápida adaptación a cambios en los volúmenes de producción o en los tipos de vehículos fabricados. Esta capacidad de adaptación es esencial para ajustarse a las tendencias del mercado y a los cambios en la demanda de modelos de vehículos.

Facilita la capacitación y el aprendizaje:

Un diseño claro y actualizado facilita la capacitación de nuevos empleados, ya que el personal puede comprender rápidamente el flujo de trabajo, la ubicación de los recursos y las áreas clave de producción.

Mejora en la toma de decisiones estratégicas:

Un layout actualizado proporciona una visión clara de la planta, lo que permite a los gerentes y líderes de la planta tomar decisiones informadas sobre la reconfiguración de áreas, la mejora de procesos y la asignación de recursos, favoreciendo el desarrollo estratégico de la planta.

Beneficios para la empresa:

Aumento de la productividad:

Un layout eficiente reduce el tiempo perdido en desplazamientos, retrabajos y movimientos innecesarios, lo que aumenta la productividad en la planta.

Reducción de costos operativos:

Optimizar la disposición de los recursos, materiales y equipos ayuda a reducir costos de operación como los asociados a tiempos de espera, uso ineficiente de maquinaria y sobreproducción.

Mejora en la calidad del producto final:

Un layout bien diseñado contribuye a una mejor organización y control en cada etapa de producción, lo que resulta en una mayor calidad en los vehículos fabricados, reduciendo el riesgo de defectos.

Mayor capacidad de adaptación:

Un layout actualizado permite una adaptación rápida a las necesidades cambiantes del mercado, como nuevos modelos de vehículos o cambios en los procesos de producción, lo que otorga a la empresa una ventaja competitiva.

Optimización en la utilización de espacio:

Un layout bien planeado asegura el uso eficiente del espacio disponible, evitando áreas de trabajo subutilizadas o congestionadas, lo que maximiza el rendimiento de la planta.

Mejora en la satisfacción del cliente:

Una planta eficiente, con procesos ágiles y de calidad, puede reducir los tiempos de entrega y mejorar la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda de los consumidores, lo que se traduce en mayor satisfacción para los clientes.

Un layout actualizado en la planta Nissan no solo mejora la eficiencia operativa y reducción de costos, sino que también permite a la empresa adaptarse rápidamente a nuevas demandas, tecnologías y estrategias de producción. Es una herramienta clave para garantizar la competitividad a largo plazo, la calidad del producto y la seguridad en el trabajo, lo que aporta beneficios tanto operacionales como estratégicos para la empresa.

Los conocimientos y habilidades que se desarrollaran y se aprenderán será la capacidad de soluciones a problemas en la vida real a ser un ingeniero que trabaja en tiempo y forma bajo presión y que buscará las soluciones por sí mismo sin esperar una solución establecida por los demás, también aprenderá el uso de diferentes software necesarios para la realización de actividades respecto a su proyecto así como para otras actividades que se desarrollan dentro del departamento asignado “Manufactura” estos software son AutoCAD para el diseño y desarrollo de su proyecto, SolidWorks para el desarrollo y diseño de herramientas y piezas para algunas actividades, también la programación y configuración de algunos sistemas como son los Poka-yokes, Master, sensores, sistemas automatizados, etc. entre otros conocimientos de la forma de trabajo en la industria y su desarrollo en el mundo real.

Importancia de las Señales Digitales en una Línea de Producción

Las señales digitales, como las usadas en sistemas de Andon y otros sistemas de control, son herramientas clave en una línea de producción moderna. Estas señales pueden alertar sobre peticiones de ayuda, paros de línea, o indicar estados operativos críticos. Su importancia radica en los siguientes aspectos:

Mejora en la comunicación

Visibilidad instantánea: Las señales digitales permiten a los operarios, supervisores y equipos de soporte identificar problemas en tiempo real.

Estandarización de mensajes: A través de luces, sonidos o pantallas digitales, los mensajes se transmiten de forma clara y uniforme, reduciendo confusiones.

Respuesta rápida a problemas

Reducción de tiempo muerto: Cuando un operador detecta un problema, puede solicitar ayuda rápidamente mediante una señal digital, lo que agiliza la intervención.

Detección temprana de fallos. Los paros de línea pueden activarse automáticamente al detectar anomalías, evitando daños mayores en los equipos o productos.

Incremento de la eficiencia operativa

Optimización del flujo de trabajo: La señalización digital permite una coordinación efectiva entre los equipos, minimizando interrupciones innecesarias.

Prevención de acumulaciones: Los paros controlados aseguran que no se acumulen productos defectuosos o incompletos en la línea.

Mejora en la calidad

Enfoque en resolución de problemas: Permitir paros controlados para inspección asegura que los defectos sean abordados antes de avanzar en la producción.

Registro de incidencias: Las señales digitales pueden integrarse con sistemas de datos para rastrear problemas recurrentes, permitiendo un análisis más profundo y soluciones de raíz.

Seguridad

Protección de operarios y equipos: Parar la línea rápidamente ante emergencias minimiza riesgos de accidentes y daños en la maquinaria.

Alarmas claras: Las señales digitales destacan situaciones críticas, lo que ayuda a cumplir con estándares de seguridad industrial.

Integración con sistemas de control avanzado

Automatización: Las señales digitales pueden conectarse con sistemas SCADA o MES (Manufacturing Execution Systems) para registrar y analizar eventos.

Análisis de datos: Los registros de activaciones de señales proporcionan información valiosa para la mejora continua.

Ejemplos prácticos

Petición de ayuda: Un operario detecta una falla menor y activa una señal para que el equipo técnico intervenga sin detener completamente la línea.

Paro de línea automático: Si un sensor detecta un defecto recurrente, se emite una señal digital que detiene la línea hasta que se resuelva el problema.

Las señales digitales son fundamentales en una línea de producción porque aseguran una comunicación rápida y efectiva, mejoran la calidad del producto y garantizan la seguridad de los operarios y equipos. Su implementación contribuye significativamente a la eficiencia operativa y al cumplimiento de los objetivos de producción.

9. Objetivos (General y Específicos)

El objetivo general del proyecto es actualizar el layout de la planta Nissan para reflejar de manera precisa todos los cambios físicos realizados en las instalaciones a lo largo del tiempo. Esto incluirá la creación de un diseño digital que contenga información detallada sobre las ubicaciones exactas de las áreas, equipos, líneas de producción y recursos. Este proyecto tiene como fin optimizar los procesos dentro de la planta, mejorar la planificación futura y garantizar que todos los miembros del equipo cuenten con información actualizada y precisa para su correcta ejecución de tareas.

Los objetivos específicos del proyecto son:

Objetivo 1: Identificar, obtener y registrar señales de la planta mediante el estudio del sistema para tener una recopilación de todas las señales

Objetivo 2: Plasmar los datos en un layout digital de manera clara y precisa, asegurando que se puedan identificar correctamente los renders de las áreas de la planta.

Objetivo 3: Optimizar tiempos y eficiencia de la planta a la hora de hacer un cambio o reacción hacia algún problema

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Importancia de un Layout Actualizado en las Empresas Automotrices

Un layout actualizado en una planta automotriz es crucial para garantizar que los procesos de producción sean eficientes, seguros y capaces de adaptarse a nuevas demandas del mercado y mejoras tecnológicas. Un layout desactualizado puede generar varios problemas, como ineficiencias operativas, dificultades para identificar problemas en el flujo de trabajo, y obstáculos para implementar cambios o nuevos proyectos de manera ágil. Además, un diseño obsoleto dificulta la capacitación adecuada del personal, ya que no refleja los cambios recientes en la planta.

Función y Alcance del Layout en la Empresa

El layout de una planta automotriz tiene un impacto directo en su rendimiento operativo. Su función principal es optimizar el flujo de materiales, la ubicación de las áreas de trabajo, y la distribución de equipos y recursos, para maximizar la eficiencia, reducir tiempos de transporte y minimizar los costos. Un layout bien diseñado facilita:

- Flujos de trabajo más eficientes, evitando redundancias y tiempos de espera innecesarios.
- Mejor identificación y resolución de problemas operativos, al tener una visión clara de cómo interactúan los diferentes procesos.
- Adaptación rápida a cambios en la producción o el mercado, permitiendo ajustes ágiles cuando sea necesario.
- Capacitación más efectiva del personal, ya que el layout actualizado proporciona una representación precisa de la planta y sus procesos.

En resumen, las empresas automotrices tienen una importancia clave en la sociedad por su rol económico, su capacidad de innovación y su impacto en la calidad de vida. Para mantenerse competitivas y seguir optimizando sus operaciones, es esencial que tengan un layout actualizado, el cual juega un papel crucial en la eficiencia, la adaptación a cambios y la resolución de problemas en la planta.

En el departamento en el que se desarrolla el proyecto es Ingeniería de Procesos que comúnmente se conoce o la conocemos como Manufactura es una disciplina que se enfoca en el diseño, análisis, optimización y control de los procesos industriales y productivos. Su objetivo principal es garantizar que los procesos sean eficientes, seguros, sostenibles y rentables, asegurando la calidad del producto final y el uso óptimo de recursos como materiales, energía, tiempo y mano de obra.

Principales Actividades de la Ingeniería en Procesos

Diseño de procesos:

- Desarrollo de procedimientos para transformar materias primas en productos terminados.
- Definición de parámetros como tiempo, temperatura, presión, maquinaria, entre otros.

Optimización:

- Identificación de mejoras en costos, tiempos, consumo de energía y uso de recursos.
- Implementación de estrategias como el lean manufacturing o herramientas de mejora continua (kaizen).

Control y monitoreo:

- Supervisión de los procesos mediante sensores, software especializado y análisis de datos para garantizar su estabilidad y calidad.
- Implementación de sistemas de automatización para reducir errores y aumentar la eficiencia.

Resolución de problemas:

- Identificación de cuellos de botella, desperdicios o fallas en los procesos y diseño de soluciones efectivas.
- Análisis de riesgos para prevenir incidentes que puedan afectar la seguridad o la producción.

Documentación y estandarización:

- Creación de manuales de operación y procedimientos estandarizados.

Habilidades y Herramientas Clave

Los ingenieros en procesos suelen tener habilidades en:

- Análisis de datos: Uso de herramientas como Excel, MATLAB, Python o software de simulación (Aspen Plus, AutoCAD, SolidWorks).
- Conocimientos técnicos: Termodinámica, mecánica, química, electricidad y materiales.
- Gestión de proyectos: Planificación, coordinación y evaluación de proyectos de mejora.
- Metodologías de mejora continua: Seis Sigma, Lean Manufacturing, 5S, etc.

Importancia de la Manufactura

- Aumento de la eficiencia: Reduce costos de operación y mejora la productividad.
- Sostenibilidad: Promueve el uso responsable de recursos y la reducción de residuos.
- Calidad y seguridad: Asegura que los productos cumplan con los estándares requeridos y que los procesos sean seguros para los trabajadores y el medio ambiente.
- Adaptación tecnológica: Permite integrar nuevas tecnologías y automatización para mantenerse competitivo en el mercado.

En resumen, la ingeniería en procesos o mejor conocida como Manufactura es esencial para mantener y mejorar la eficiencia y competitividad de cualquier industria, desde la concepción de un producto hasta su fabricación final.

¿Qué es la manufactura?

La manufactura se define como el proceso de transformar materias primas en productos terminados mediante el uso de herramientas, maquinaria, trabajo humano y tecnología. Este proceso incluye una amplia gama de actividades, desde la extracción y procesamiento de materiales hasta el diseño, producción y ensamblaje de componentes y productos. La manufactura puede dividirse en dos categorías principales:

Manufactura discreta: Producción de bienes individuales, como automóviles, aviones o electrodomésticos.

Manufactura de procesos: Producción continua de materiales como químicos, alimentos y combustibles.

El papel de la manufactura en la economía

La manufactura desempeña un rol esencial en el desarrollo económico y social de un país. Algunos de los aspectos clave de su impacto económico incluyen:

Generación de empleo: La manufactura es un sector intensivo en mano de obra, proporcionando empleos directos e indirectos en toda la cadena de valor.

Contribución al PIB: Es una de las principales fuentes de riqueza en muchas economías, aportando significativamente al producto interno bruto (PIB).

Competitividad global: Un sector manufacturero robusto mejora la capacidad de un país para exportar bienes, atrayendo inversiones y aumentando su influencia económica global.

Innovación y tecnología: Impulsa avances en ingeniería, robótica, inteligencia artificial y diseño, fomentando el desarrollo tecnológico.

Relación de la manufactura con el diseño y los materiales

Diseño:

-El diseño de un producto influye directamente en su proceso de manufactura. Un diseño eficiente no solo optimiza la funcionalidad del producto, sino también su facilidad de fabricación y ensamblaje.

-El enfoque *Diseño para Manufactura y Ensamblaje* (DFMA, por sus siglas en inglés) fomenta la colaboración entre ingenieros de diseño y manufactura para reducir costos y mejorar la calidad.

-Los avances en diseño asistido por computadora (CAD) permiten crear modelos precisos que guían los procesos de manufactura.

Materiales:

- La selección de materiales es fundamental en la manufactura, ya que determina las propiedades físicas, mecánicas y químicas del producto final.
- Cada material requiere procesos específicos de transformación, como fundición para metales o moldeo para polímeros.
- La investigación en nuevos materiales, como compuestos o aleaciones avanzadas, expande las posibilidades de diseño y mejora el rendimiento de los productos.

La manufactura actúa como un puente que conecta las ideas innovadoras del diseño con las capacidades prácticas de los materiales, impulsando la creación de productos que satisfacen necesidades humanas y fomentan el desarrollo económico.

Definición

SCADA es un sistema de monitoreo y control utilizado en procesos industriales para supervisar, recopilar y analizar datos en tiempo real desde ubicaciones remotas o locales. Se emplea principalmente en industrias como energía, manufactura, petróleo, gas y transporte.

Componentes principales

Sensores y actuadores: Capturan datos físicos y ejecutan órdenes de control.

Controladores lógicos programables (PLC): Procesan señales de los sensores y ejecutan instrucciones.

Unidades remotas (RTU): Interconectan sensores y PLC con el sistema SCADA central.

HMI (Interfaz Humano-Máquina): Permite a los operadores visualizar datos y controlar procesos.

Servidor SCADA: Almacena datos y ejecuta las funciones del sistema.

Funcionalidades

Monitoreo en tiempo real: Observación continua de variables clave (temperatura, presión, flujo).

Control remoto: Modificación de parámetros de operación desde una ubicación central.

Almacenamiento de datos: Registro de eventos y análisis de tendencias.

Alarmas: Generación de alertas en caso de fallos o desviaciones.

Optimización de procesos: Análisis y ajustes para mejorar la eficiencia operativa.

Ventajas

- Mayor control y visibilidad en operaciones complejas.
- Reducción de tiempos de inactividad.
- Mejora de la eficiencia energética y del uso de recursos.

Definición

Andon es un sistema de comunicación visual utilizado en entornos de manufactura para alertar sobre problemas en la línea de producción. Forma parte de los principios del Lean Manufacturing y tiene como objetivo mejorar la productividad y la calidad mediante una rápida identificación y resolución de problemas.

Componentes principales

Dispositivos de señalización: Lámparas, paneles de luces y pantallas.

Sistemas de alerta: Botones o sensores para activar señales cuando ocurre un problema.

Panel central: Visualiza el estado general de la línea de producción.

Funcionalidades

Alerta visual y auditiva: Notifica a los operadores y supervisores sobre problemas específicos.

Paro de línea: Permite detener la producción para abordar una incidencia.

Asignación de recursos: Indica a los equipos de soporte que se necesita su intervención.

Monitoreo del estado: Muestra el rendimiento de la línea en tiempo real.

Ventajas

- Resolución rápida de problemas gracias a la comunicación inmediata.
- Mejora de la calidad al abordar defectos de manera oportuna.
- Fomento de la responsabilidad operativa entre los trabajadores.

Comparación SCADA y Andon. Figura 1.

Comparación SCADA y Andon

Aspecto	SCADA	Andon
Uso principal	Supervisión y control de procesos complejos.	Comunicación visual en líneas de producción.
Escala	Sistemas extensos y distribuidos.	Enfoque local en la línea de producción.
Enfoque	Datos y automatización en tiempo real.	Alertas visuales y resolución inmediata.
Industria objetivo	Energía, petróleo, transporte.	Manufactura y ensamblaje.

Figura 1. SCADA Y ANDON

Ambos sistemas son complementarios y esenciales en operaciones modernas, combinando control avanzado con comunicación efectiva para mejorar la eficiencia y calidad.

La comunicación de datos en sistemas de automatización industrial se refiere al intercambio de información entre dispositivos, equipos y sistemas dentro de un entorno automatizado, con el objetivo de coordinar, supervisar y controlar procesos industriales. Es un componente esencial para garantizar que las máquinas y sistemas trabajen en conjunto de manera eficiente y precisa.

Características Principales

Interconexión de Dispositivos:

Implica conectar sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), sistemas SCADA y dispositivos HMI (Interfaces Hombre-Máquina) para compartir datos en tiempo real.

Protocolos de Comunicación:

Los protocolos son reglas y estándares que regulan cómo se transmiten los datos.

Algunos de los más comunes en la automatización industrial incluyen:

Modbus: Simple y ampliamente utilizado en comunicación maestro-esclavo.

PROFIBUS y PROFINET: Protocolos europeos estándar para redes de automatización.

-EtherNet/IP: Basado en Ethernet, con gran capacidad para integrar sistemas.

-OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture): Ideal para la interoperabilidad entre distintos sistemas y dispositivos.

Arquitectura Jerárquica:

Los sistemas de comunicación industrial suelen estar organizados en niveles:

Nivel de campo: Sensores y actuadores.

Nivel de control: PLC y controladores distribuidos.

Nivel de supervisión: Sistemas SCADA y MES (Sistemas de Ejecución de Manufactura).

Tecnología y Medios de Comunicación:

La transmisión de datos puede realizarse mediante cables (como Ethernet, fibra óptica) o de manera inalámbrica (Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, 5G).

Funciones Clave

- Monitoreo: Permite supervisar continuamente el estado de equipos y procesos.
- Control en Tiempo Real: Ayuda a tomar decisiones rápidas para optimizar la producción.
- Integración: Facilita la conexión entre diferentes sistemas y equipos de fabricantes variados.
- Análisis y Diagnóstico: Proporciona datos históricos y en tiempo real para identificar fallas y mejorar el rendimiento.

Importancia en la Industria

La comunicación de datos es fundamental en aplicaciones como:

- Fábricas inteligentes: Permite implementar tecnologías como IIoT (Internet Industrial de las Cosas) y Big Data.
- Control de calidad: Garantiza que los productos cumplan con los estándares establecidos.
- Mantenimiento predictivo: Utiliza datos para anticipar y prevenir fallos antes de que ocurran.

En resumen, la comunicación de datos en sistemas de automatización industrial no solo conecta equipos y dispositivos, sino que también optimiza la eficiencia, reduce costos y habilita la transformación digital en las industrias.

Arquitectura y Redes Industriales

La arquitectura y redes industriales son el fundamento para la comunicación e integración de los sistemas en entornos de automatización. Estas redes permiten la conexión eficiente de dispositivos, controladores y sistemas en niveles jerárquicos, garantizando el intercambio de datos en tiempo real y el control eficiente de procesos industriales.

¿Qué son las Redes Industriales?

Las redes industriales son sistemas de comunicación diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de las aplicaciones industriales, donde se requiere alta confiabilidad, determinismo, velocidad y resistencia a condiciones adversas.

A diferencia de las redes de TI convencionales, como LAN o WAN, las redes industriales están optimizadas para:

- Comunicaciones en tiempo real.
- Robustez frente a interferencias electromagnéticas y entornos hostiles.
- Escalabilidad para integrar miles de dispositivos.

Arquitectura de Redes Industriales

La arquitectura de una red industrial está organizada en varios niveles jerárquicos para garantizar la funcionalidad y el flujo eficiente de datos:

Nivel de Campo (Sensores y Actuadores)

- Compuesto por dispositivos de campo como sensores, actuadores, y controladores locales.
- Protocolos comunes: Modbus RTU, Foundation Fieldbus, HART.

Nivel de Control (PLC y Controladores Distribuidos)

- Aquí se encuentran los controladores lógicos programables (PLC), unidades de control distribuido (DCS), y computadoras industriales.
- Protocolos comunes: PROFIBUS, DeviceNet, EtherCAT.

Nivel de Supervisión (SCADA y MES)

- Incluye sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y MES (Manufacturing Execution Systems).
- Este nivel centraliza el monitoreo, la recopilación de datos y la supervisión de procesos.
- Protocolos comunes: OPC UA, EtherNet/IP, PROFINET.

Nivel Empresarial (ERP y Gestión)

- Conecta los sistemas de producción con plataformas de planificación empresarial (ERP).
- Aquí se realiza el análisis de datos y la toma de decisiones estratégicas.

Tipos de Redes Industriales

Fieldbus (Bus de Campo)

- Redes especializadas para conectar dispositivos de campo con sistemas de control.
- Ejemplos: PROFIBUS, Foundation Fieldbus, CANopen.

Ethernet Industrial

- Adaptación de Ethernet estándar para cumplir con requisitos industriales.
- Ejemplos: EtherNet/IP, PROFINET, Modbus TCP.
- Ventaja: Alta velocidad, flexibilidad y compatibilidad con redes IT.

Redes Inalámbricas

- Usadas en aplicaciones donde no es viable el cableado.
- Tecnologías: Wi-Fi Industrial, Zigbee, 5G Industrial.
- Aplicaciones: Sensores remotos, IIoT (Internet Industrial de las Cosas).

Protocolos de Comunicación

Algunos protocolos importantes en redes industriales son:

Modbus: Versión serie (RTU) y Ethernet (TCP/IP).

PROFIBUS: Amplia compatibilidad con dispositivos industriales.

OPC UA: Interoperabilidad entre diferentes fabricantes y niveles.

EtherCAT: Alta velocidad y precisión, ideal para aplicaciones de control de movimiento.

Ventajas de las Redes Industriales

Eficiencia Operativa: Coordinación fluida entre todos los niveles del sistema.

Escalabilidad: Capacidad de agregar nuevos dispositivos sin interrupciones.

Seguridad: Protección frente a ciberamenazas y fallos físicos.

Monitoreo y Control en Tiempo Real: Mejora la capacidad de reacción y ajuste en procesos.

Desafíos Actuales

-Interoperabilidad: Integrar dispositivos y protocolos de múltiples fabricantes.

-Seguridad Cibernética: Proteger redes industriales frente a ataques.

-Migración a IIoT: Implementar redes compatibles con la Industria 4.0.

La arquitectura y redes industriales son el esqueleto de los sistemas modernos de automatización, permitiendo el funcionamiento eficiente y la transformación digital en fábricas inteligentes.

Kaizekuzen: es un sistema de trabajo que brinda al operario trabajar en movimiento durante una determinada distancia.

Importancia de Atender a Tiempo las Señales de Ayuda o de Paro de Línea en la Industria Automotriz

En la industria automotriz, las líneas de producción funcionan bajo estrictos estándares de eficiencia, calidad y seguridad. Atender rápidamente las señales de ayuda o de paro de línea es crucial para evitar pérdidas, garantizar la calidad y proteger a los trabajadores.

Garantizar la Calidad del Producto

Prevención de Defectos: Las señales de ayuda o paro de línea permiten identificar problemas en tiempo real, como piezas defectuosas, herramientas desgastadas o inconsistencias en el proceso.

Minimización de Retrabajos: Al detenerse a tiempo, se evitan acumulaciones de productos defectuosos que luego requieran retrabajo, lo cual puede ser costoso y consumir tiempo.

Cumplimiento de Estándares: Las marcas automotrices tienen estrictos estándares de calidad; ignorar las señales podría resultar en vehículos que no cumplen con ellos.

Reducción de Costos Operativos

Prevención de Pérdidas Masivas: Un fallo menor puede convertirse en un problema mayor si no se atiende a tiempo. Por ejemplo, un error en una máquina podría dañar otras partes del sistema.

Optimización del Tiempo: Detener la línea de manera controlada para resolver un problema puntual es más eficiente que enfrentar una parada prolongada por una falla grave.

Gestión de Recursos: La detección temprana evita desperdicios de materiales y energía.

Mejora de la Seguridad de los Trabajadores

Prevención de Accidentes: Ignorar señales de paro puede derivar en situaciones peligrosas, como fallas mecánicas o eléctricas que afecten a los operarios.

Cumplimiento Normativo: Las regulaciones de seguridad industrial exigen la intervención inmediata en caso de riesgos potenciales.

Mantenimiento Preventivo y Predictivo

Protección de las Máquinas: Las señales de paro pueden indicar desgaste o necesidad de mantenimiento. Detenerse a tiempo extiende la vida útil de los equipos.

Mantenimiento Planificado: Responder a las señales permite realizar ajustes o reparaciones menores antes de que ocurran fallos catastróficos.

Sostenimiento de la Cadena de Producción

Eficiencia del Sistema Lean: En sistemas como Lean Manufacturing, la rapidez en la atención a las señales de ayuda o paro (como las Andon Boards) es esencial para mantener el flujo continuo y minimizar interrupciones.

Cumplimiento de Plazos: Ignorar un problema podría ocasionar retrasos significativos en la entrega de vehículos a los distribuidores.

Fomento de una Cultura de Responsabilidad

Empoderamiento de los Empleados: Al responder rápidamente a las señales de paro, se envía un mensaje de confianza y compromiso con el equipo.

Mejora Continua: La atención oportuna genera datos que pueden analizarse para evitar futuros problemas, alineándose con filosofías como Kaizen.

Consecuencias de Ignorar las Señales

Pérdida de Producto: Fabricación de lotes enteros con defectos.

Costos Elevados: Daños en equipos, tiempo perdido y desperdicio de materiales.

Impacto en la Reputación: Entregar vehículos con problemas puede dañar la imagen de la marca.

Riesgos de Seguridad: Condiciones inseguras para los trabajadores.

Atender de manera oportuna las señales de ayuda o de paro en una línea de producción automotriz es fundamental para garantizar calidad, reducir costos, proteger a los trabajadores y mantener la eficiencia operativa. Este enfoque no solo beneficia a la empresa, sino también a los clientes y al equipo humano que forma parte del proceso.

El término Kaizen proviene del japonés y significa "mejora continua". Es un concepto clave en la gestión de la calidad y productividad dentro de la industria. A continuación, te explico su significado y aplicación en la industria.

¿Qué es Kaizen?

Kaizen combina dos palabras japonesas:

- Kai: Cambio o mejora.
- Zen: Bueno o beneficioso.

Juntas, significan mejora para mejor o cambio positivo. En términos industriales, Kaizen se refiere a un enfoque sistemático para implementar pequeñas mejoras incrementales y continuas en los procesos de trabajo, con el objetivo de aumentar la eficiencia, reducir desperdicios y mejorar la calidad.

Principios Fundamentales del Kaizen

Enfoque en las Personas:

El éxito de Kaizen depende de la participación activa de todos los empleados, desde operarios hasta gerentes.

Mejora Continua:

Cada día representa una oportunidad para hacer pequeños cambios positivos.

Eliminación de Desperdicios (Muda):

Se busca identificar y eliminar todas las actividades que no agregan valor al producto o servicio.

Trabajo en Equipo:

Las mejoras se logran colaborando en equipo, compartiendo ideas y aprendiendo unos de otros.

Enfoque en Procesos:

Kaizen se concentra en mejorar los procesos en lugar de culpar a las personas.

Estándares como Base:

Los estándares actuales se revisan constantemente para encontrar áreas de mejora.

Aplicación del Kaizen en la Industria

Manufactura:

- Implementación en el contexto de Lean Manufacturing para reducir desperdicios.
- Mejoras en el flujo de trabajo, optimización de las líneas de producción y reducción de tiempos muertos.

Gestión de Calidad:

- Uso en la gestión de calidad para identificar y corregir errores rápidamente.
- Aplicación de ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act) para resolver problemas.

Mantenimiento Industrial:

- Integrado con el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para garantizar que las máquinas operen al máximo rendimiento.

Logística y Cadena de Suministro:

-Mejoras en los tiempos de entrega, gestión de inventarios y reducción de costos.

Espacios de Trabajo (5S):

Kaizen se complementa con la metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Sostener) para mantener un entorno limpio y organizado.

Ejemplo Práctico

En una planta de ensamblaje de automóviles, el equipo detecta que el tiempo para cambiar herramientas en una máquina es demasiado largo. Usando el enfoque Kaizen:

- Analizan el proceso actual.
- Encuentran maneras de simplificar y reorganizar las herramientas.
- Implementan los cambios gradualmente y monitorean los resultados.
- Ajustan y documentan el nuevo estándar.

El resultado es una reducción significativa en el tiempo de cambio, lo que mejora la productividad general.

Beneficios del Kaizen

- Incrementa la productividad.
- Mejora la calidad de los productos.
- Reduce costos al eliminar desperdicios.
- Aumenta la motivación de los empleados al involucrarlos en la mejora de sus propios procesos.
- Fomenta la innovación a través de pequeñas ideas.

Kaizen es una filosofía poderosa que no solo mejora los procesos industriales, sino que también transforma la cultura organizacional para centrarse en la excelencia y el crecimiento continuo.

¿Qué es la Industria Automotriz y su Impacto?

La industria automotriz se dedica al diseño, desarrollo, fabricación, comercialización y mantenimiento de vehículos motorizados como automóviles, camiones, autobuses y motocicletas. Es una de las industrias más complejas y globalizadas, que conecta cadenas de suministro, tecnologías avanzadas y millones de trabajadores en todo el mundo.

Impacto de la Industria Automotriz

Económico:

- Es un motor clave de la economía global, generando empleo en manufactura, logística, ventas y servicios.
- Contribuye significativamente al PIB de los países y promueve la innovación tecnológica.

Social:

- Mejora la movilidad y accesibilidad, conectando comunidades y facilitando el comercio y la educación.
- Crea millones de empleos directos e indirectos, especialmente en países con alta producción automotriz.

Tecnológico:

- Impulsa avances como vehículos eléctricos, conducción autónoma e integración de IoT (Internet de las Cosas).
- Fomenta el desarrollo de tecnologías sostenibles para reducir emisiones y dependencia de combustibles fósiles.

Ambiental:

- Aunque históricamente ha contribuido al cambio climático y contaminación, la industria está evolucionando hacia modelos más sostenibles, como vehículos eléctricos e híbridos.
- Se enfrenta a desafíos relacionados con la gestión de residuos, como baterías y materiales reciclables.

Globalización y Comercio:

- La industria automotriz conecta economías globales a través de cadenas de suministro internacionales.
- Países como Japón, Alemania, Estados Unidos y China lideran en innovación y producción.

Desafíos Actuales

- Transición hacia vehículos eléctricos.
- Cumplimiento de normativas ambientales más estrictas.
- Impacto de la automatización en los empleos.
- Resiliencia frente a interrupciones en cadenas de suministro.

La industria automotriz no solo produce vehículos, sino que también impulsa la economía global, la innovación tecnológica y la transformación social, enfrentando al mismo tiempo grandes desafíos en sostenibilidad y adaptación al cambio.

Importancia de Mantener Actualizada a la Industria Automotriz

La industria automotriz opera en un entorno dinámico caracterizado por avances tecnológicos, cambios en las preferencias de los consumidores y estrictas normativas ambientales. Mantenerse actualizada es fundamental para garantizar su competitividad, sostenibilidad y capacidad de innovación. A continuación, se explican las principales razones de esta importancia:

Competitividad en el Mercado

- Innovación Tecnológica: La adopción de tecnologías avanzadas como la electrificación, conducción autónoma y conectividad garantiza que las empresas automotrices puedan competir frente a marcas emergentes y disruptivas.
- Adaptación a la Demanda del Consumidor: Los consumidores buscan vehículos más seguros, eficientes y personalizados, lo que obliga a la industria a mantenerse al día con las últimas tendencias y expectativas.

Cumplimiento de Normativas

- Regulaciones Ambientales: Los gobiernos en todo el mundo implementan leyes más estrictas sobre emisiones y eficiencia energética. Actualizar procesos y tecnologías permite cumplir con estas normativas, evitando sanciones y daños de reputación.
- Normas de Seguridad: La actualización constante garantiza la incorporación de tecnologías como sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), que aumentan la seguridad en carretera.

Sostenibilidad y Responsabilidad Ambiental

- Reducción de Impacto Ambiental: La industria debe transitar hacia modelos de producción sostenibles que reduzcan las emisiones y promuevan el reciclaje de materiales.
- Alineación con los Objetivos Globales: Actualizarse permite a las empresas contribuir a metas globales, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

Incorporación de Nuevas Tecnologías

- Transformación Digital: Tecnologías como la inteligencia artificial, IoT, big data y el blockchain están transformando las operaciones automotrices, desde el diseño hasta la manufactura y logística.
- Vehículos Conectados y Autónomos: Mantenerse al día con estas innovaciones es esencial para liderar en un mercado en transición hacia la movilidad inteligente.

Resiliencia ante Disrupciones

- Cadenas de Suministro Globales: Actualizar procesos y sistemas permite a las empresas responder mejor a interrupciones como las experimentadas durante la pandemia de COVID-19 o la crisis de semiconductores.
- Cambios Geopolíticos: Estar actualizado facilita la adaptación a nuevas dinámicas comerciales y arancelarias.

Fidelización y Confianza del Cliente

- Experiencia del Usuario: Los consumidores esperan vehículos con las últimas funcionalidades, desde eficiencia energética hasta tecnologías de entretenimiento y conectividad.
- Satisfacción del Cliente: Una industria actualizada puede ofrecer productos más confiables y alineados con las expectativas actuales.

Impulso a la Economía Global

- Innovación y Empleo: La actualización tecnológica crea nuevas oportunidades de empleo y fomenta el crecimiento de economías relacionadas, como la energía renovable y la electrónica.
- Exportaciones Competitivas: Los países con una industria automotriz avanzada tienen mayor capacidad para exportar vehículos y tecnología de alto valor.

La actualización constante de la industria automotriz es vital para mantener su relevancia, responder a los desafíos globales y liderar la transformación hacia un futuro más tecnológico y sostenible. Sin ella, las empresas y economías automotrices corren el riesgo de quedarse rezagadas en un mercado altamente competitivo.

Importancia de un Buen Orden en los Sistemas de Señales en la Industria Automotriz

Un sistema de señales bien organizado en la industria automotriz es crucial para garantizar la eficiencia, la seguridad y la calidad a lo largo de todo el proceso de producción y operación. Las señales, tanto visuales como sonoras, juegan un papel esencial en la comunicación entre los equipos, el control de procesos y la identificación de problemas o fallas en la línea de producción.

Mejora de la Eficiencia en la Producción

-Comunicación Rápida y Clara: Los sistemas de señales, como las luces de advertencia o los paneles de Andon, permiten que los operarios, supervisores y técnicos identifiquen problemas rápidamente. Esto facilita una respuesta rápida y minimiza los tiempos de inactividad en la línea de producción.

-Minimización de Errores: Un sistema de señales bien organizado ayuda a reducir la probabilidad de errores operativos al proporcionar indicaciones claras sobre las condiciones de las máquinas, procesos y calidad del producto.

Seguridad en el Entorno de Trabajo

-Alertas de Peligro: Las señales visuales o sonoras permiten detectar situaciones peligrosas a tiempo, como sobrecalentamiento de equipos, fallos en el sistema eléctrico o mal funcionamiento de maquinaria, protegiendo a los trabajadores de accidentes.

-Gestión de Riesgos: Un sistema de señales eficiente permite que los operadores puedan detener la producción de inmediato si se detecta un riesgo, evitando daños mayores o accidentes graves.

Control de Calidad

-Detección Temprana de Problemas: Las señales de alerta, como las luces o pantallas de control, permiten identificar problemas en las piezas o procesos de producción antes de que estos se conviertan en fallos graves, lo que asegura que el producto final cumpla con los estándares de calidad.

Intervención oportuna: Las señales de ayuda o paro de línea son esenciales para garantizar que cualquier defecto o fallo en el proceso de ensamblaje se aborde inmediatamente, evitando la propagación de errores y garantizando la calidad del producto final.

Optimización del Mantenimiento

-Mantenimiento Predictivo: Los sistemas de señales también pueden ser indicativos de fallos inminentes en equipos o maquinaria, lo que permite planificar intervenciones de mantenimiento preventivo y evitar paradas inesperadas.

-Reducción de Tiempo de Paro: Si los problemas se detectan rápidamente mediante señales, el tiempo de parada de la línea se reduce considerablemente, lo que optimiza la productividad y la eficiencia operativa.

Mejora en la Coordinación y Supervisión

-Visualización de Estado de la Producción: Los sistemas de señales, como los tableros de Andon, permiten que los supervisores y gerentes monitoreen el estado de la línea de producción en tiempo real. Esto facilita la toma de decisiones informadas y la asignación de recursos según sea necesario.

-Flujo Continuo de Información: Las señales claras y bien organizadas permiten que todos los miembros del equipo, desde los operarios hasta los gerentes, estén alineados sobre el estado de las operaciones, lo que contribuye a una mayor eficiencia y menos malentendidos.

Cumplimiento de Normativas y Estándares

- Regulaciones de Seguridad y Calidad: Los sistemas de señales bien organizados cumplen con normativas internacionales de seguridad y calidad, como las normas ISO o las regulaciones de seguridad laboral. Esto ayuda a evitar sanciones y mantener la reputación de la empresa.
- Auditorías y Control: Un sistema de señales eficiente facilita la trazabilidad y la supervisión de la producción, permitiendo que las auditorías internas y externas se realicen de manera más fluida.

Mejora de la Motivación y Participación del Personal

- Empoderamiento del Trabajador: Un sistema de señales que funcione correctamente permite que los empleados participen activamente en la mejora del proceso productivo. La señalización clara ayuda a los operarios a identificar áreas que necesitan atención, permitiéndoles contribuir a la resolución de problemas.
- Reducción del Estrés Laboral: La claridad y la rapidez en la comunicación mediante señales evitan confusiones y reducen el estrés, mejorando el ambiente laboral.

Un buen orden en los sistemas de señales dentro de la industria automotriz es crucial para:

- Optimizar la producción y reducir tiempos de inactividad.
- Asegurar la seguridad de los trabajadores.
- Mantener altos estándares de calidad.
- Facilitar el mantenimiento predictivo y la coordinación entre equipos.
- Cumplir con regulaciones y garantizar una comunicación eficiente.

La implementación adecuada de estos sistemas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la creación de un entorno de trabajo más seguro y productivo.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Este proyecto se centra en la correcta identificación y verificación de las señales transmitidas por diversos equipos en un sistema de monitoreo, con el fin de asegurar que la información recibida y presentada en los paneles de control sea precisa y confiable.

El proceso comenzó con la identificación de las señales transmitidas por los diferentes dispositivos de la red. Estas señales incluyen paros de línea, llamados de ayuda, paros por herramientas, entre otros eventos críticos como los Kaizekuzenes (son plataformas que permiten que un operario se deslice mediante un determinado espacio para realizar su operación, en caso de no realizar la operación determinada en el debido rango de espacio y tiempo hace un paro de línea). La tarea primordial en esta etapa es verificar que cada una de estas señales se esté enviando al panel adecuado, de manera que cada tipo de señal sea representado en el lugar correspondiente del sistema. Por ejemplo, si se presenta un paro de línea en la estación E3, esta señal debe aparecer específicamente en el panel correspondiente a la estación E3. Si la señal aparece correctamente en el panel 5 indicando un paro de línea en E3, entonces sabemos que la transmisión de la señal es correcta. Sin embargo, si la misma señal de paro de línea en E3 aparece en el panel 5, pero se indica como un paro de línea en la estación E7, esta situación es incorrecta y es crucial que se identifique y corrija el error.

El desafío radica en detectar estos errores de transmisión o mal direccionamiento de las señales, lo que puede ocurrir debido a problemas en la programación, en la conexión de los equipos o en el diseño mismo del sistema. Para corregir este tipo de problemas, se debe realizar un proceso de rastreo de las señales, es decir, seguir el trayecto de la señal desde su origen hasta su destino final, asegurando que se esté enviando y recibiendo correctamente en el panel correspondiente.

El siguiente paso es realizar los cambios necesarios en el sistema, para que las señales se asignen correctamente a los paneles y se muestren de manera precisa. Este proceso también implica verificar el "layout" o diseño del sistema, ya que no se puede identificar ni registrar correctamente una señal si está mal ubicada o si no existe en el sistema de manera adecuada. En otras palabras, si una señal no está correctamente configurada o no se transmite de manera precisa, no solo afectará la confiabilidad de la información, sino que también dificultará el monitoreo efectivo y la toma de decisiones.

La importancia de este proyecto radica en que, garantizar la precisión de las señales y su correcta asignación a los paneles no solo mejora la eficiencia del sistema, sino que también previene errores graves que pueden surgir en el proceso de operación, como malinterpretaciones de paros de línea o fallos en la transmisión de alertas importantes. Este tipo de errores podría tener consecuencias económicas y operativas significativas, por lo que es esencial contar con un sistema robusto y confiable en el que las señales estén correctamente asignadas y representadas.

En resumen, el objetivo principal del proyecto es asegurar que las señales transmitidas por los equipos estén correctamente identificadas y dirigidas a los paneles adecuados, a fin de evitar confusiones o fallos en el sistema. El proceso implica un análisis cuidadoso de cada señal, la verificación de su destino correcto y la realización de ajustes necesarios para garantizar un monitoreo adecuado y un registro preciso en el layout. Solo de esta manera se puede asegurar que el sistema funcione de manera óptima y que los operadores puedan tomar decisiones basadas en información veraz y fiable.

¿Pero de qué dispositivos o de dónde provienen las señales que rastreamos o que estamos analizando?

Para entrar más a detalle y sea más específico en la línea de producción de automóviles, las señales clave para la operación eficiente y segura se obtienen mediante pokayokes, sistemas anti-fallas diseñados para prevenir errores y garantizar la calidad en cada etapa del proceso. Estos dispositivos se integran directamente en la línea de producción y

funcionan como mecanismos de control que identifican de inmediato anomalías o necesidades específicas.

Los poka-yokes pueden enviar diferentes señales, como:

- 1.Paró de línea: Se activa automáticamente cuando el sistema detecta una desviación que puede comprometer la calidad del producto o la seguridad del proceso. Este tipo de señal permite detener la producción de forma inmediata para evitar que el error avance.
2. Llamado de ayuda: En caso de que el operario enfrente dificultades técnicas o requiera asistencia, el sistema puede enviar una señal para alertar al personal de soporte.
- 3.Alertas preventivas: Estas señales pueden advertir sobre posibles riesgos o anomalías antes de que ocurran fallas mayores, promoviendo una intervención proactiva.

Todas estas señales son transmitidas a un panel central, que se encuentra ubicado estratégicamente en la línea de producción. Este panel permite al equipo supervisar el estado de la línea en tiempo real, responder rápidamente a cualquier incidente y mantener un flujo de producción continuo y eficiente.

El uso de poka-yokes no solo optimiza los procesos, sino que también fortalece los estándares de calidad y minimiza los costos asociados a errores, convirtiéndolos en un elemento clave en la manufactura automatizada.

Es de modo que de estos obtenemos las señales que estamos rastreando y analizando. Lo que se lleva analizado como se mostró anteriormente algunos ejemplos no todas las estaciones ni todos los paros es la estación T1 y proseguimos con la siguiente estación.

Figura 2.

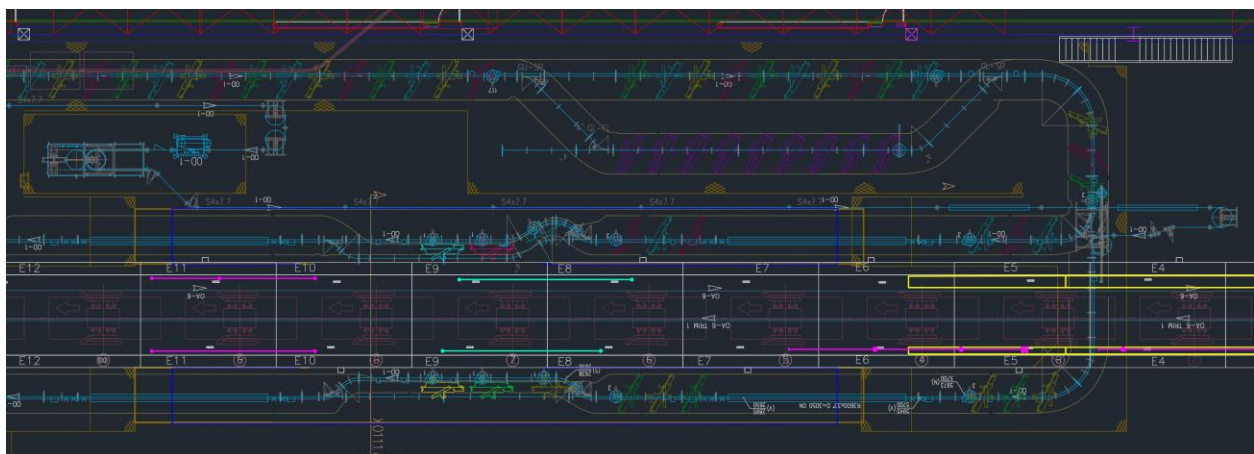


Figura 2.Lay out T1

Se llevó a cabo la extracción de las señales correctas provenientes de los sistemas integrados en la línea de producción.

Estas señales, generadas por los dispositivos anti-fallas o poka-yokes, incluyen indicadores de paro de línea, solicitudes de ayuda, y otras alertas operativas clave.

Una vez identificadas y validadas estas señales, se plasmaron en un layout de la línea de producción. Este layout representa visualmente la ubicación específica de cada punto de señalización, los dispositivos asociados y su conexión con el panel central de control. La elaboración del layout garantiza una comprensión clara y organizada del flujo de información en la línea, permitiendo que todos los involucrados en la operación puedan interpretar fácilmente la disposición de los sistemas anti-fallas y actuar de manera rápida y efectiva en caso de cualquier eventualidad. Este enfoque mejora significativamente la eficiencia y la comunicación en el entorno de manufactura.

Por cuestiones de privacidad no se puede mostrar el lay out completo si no solo pequeños fragmentos

También como avance de esta primera etapa se hizo la actualización de un panel de control de unas torretas que se encuentran conectadas en cada poka-yoke y encienden cuando hay un paro en la estación que esta el paro, como se puede observar en la Figura 3.



Figura 3. PLC de torretas.

Inicialmente, se extrajeron las señales correspondientes a las primeras líneas de producción, comenzando específicamente con la línea T1 y el inicio de la T2, para luego pasar directamente a la línea C3. Durante este proceso, se identificó que un enfoque más eficiente consistía en priorizar la identificación y registro de un tipo específico de señal en lugar de abordar todas las señales de manera simultánea. En este caso, se decidió comenzar con las señales relacionadas con los cordones, ya que estas transmiten información crítica como paros de línea o llamados de ayuda. Este enfoque permitió trabajar de manera más estructurada, mejorando el orden y la precisión en la captura de las señales.

Siguiendo esta metodología, se procedió a obtener las señales de las estaciones subsecuentes, comenzando con las líneas T4 y T5, aplicando el mismo principio para mantener un flujo de trabajo más organizado y eficiente. Figura 4.

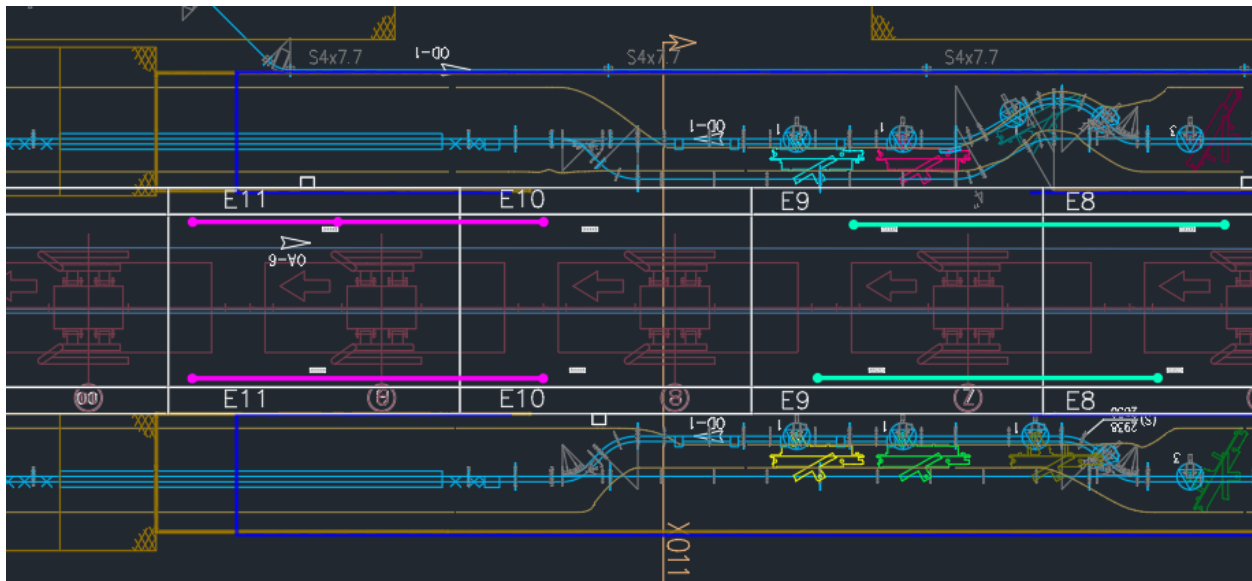


Figura 4. Señales y ergosillas

El proceso de obtención de estas señales siguió la misma metodología utilizada previamente. Consistió en desplazarse físicamente al sitio donde se encuentran las señales para realizar mediciones precisas con un medidor láser, señal por señal. Este instrumento permitió verificar la ubicación y las características exactas de cada señal. Además, se corroboró que cada señal identificada en el lugar correspondía correctamente a la señal asignada en el panel central. Este paso de confirmación en el panel central fue fundamental para garantizar que la señal seleccionada y marcada en el campo coincidiera con los registros y designaciones existentes en el sistema de control central. De esta manera, se asegura la validez y precisión de los datos obtenidos en el terreno.

Durante el proceso de obtención de estas señales, se observó que algunas de ellas no generaban ninguna indicación en el panel 5, es decir, no registraban señal alguna. Por otro lado, se detectó que otras señales mostraban en el panel una leyenda diferente a la esperada, lo que evidenció discrepancias entre la señal identificada en el campo y su correspondiente representación en el sistema. Esto destacó la necesidad de realizar una verificación más exhaustiva para garantizar la coherencia y precisión en el registro y monitoreo de las señales.

Después de corregir los errores que se detectaron, se prosiguió con la identificación y captación de las demás señales en las demás líneas de la producción. Figura 5

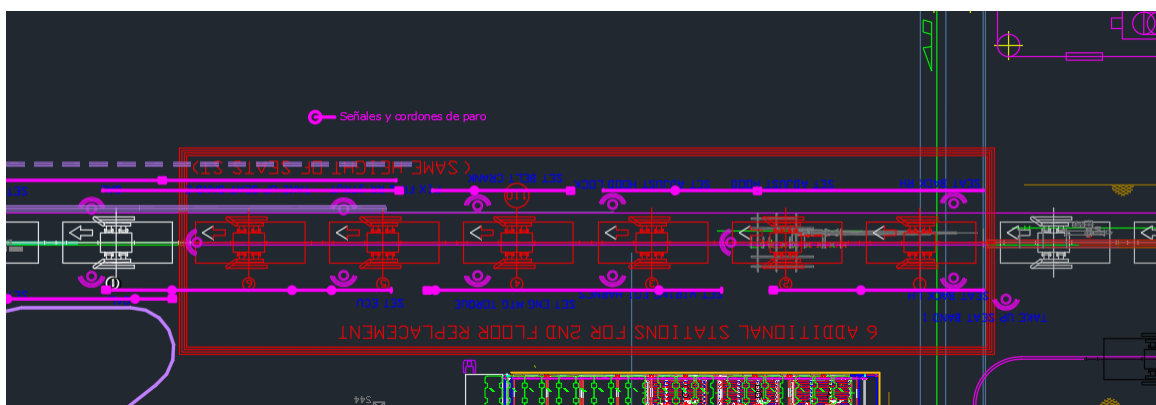


Figura 5. Estaciones agregadas

Se continuó con el proyecto principal y se siguió captando y rastreando las señales e identificando en el lay out actualizado estación por estación y agregando señales que no se encontraban que por alguna razón estaban perdidas o no identificadas. Figura 6

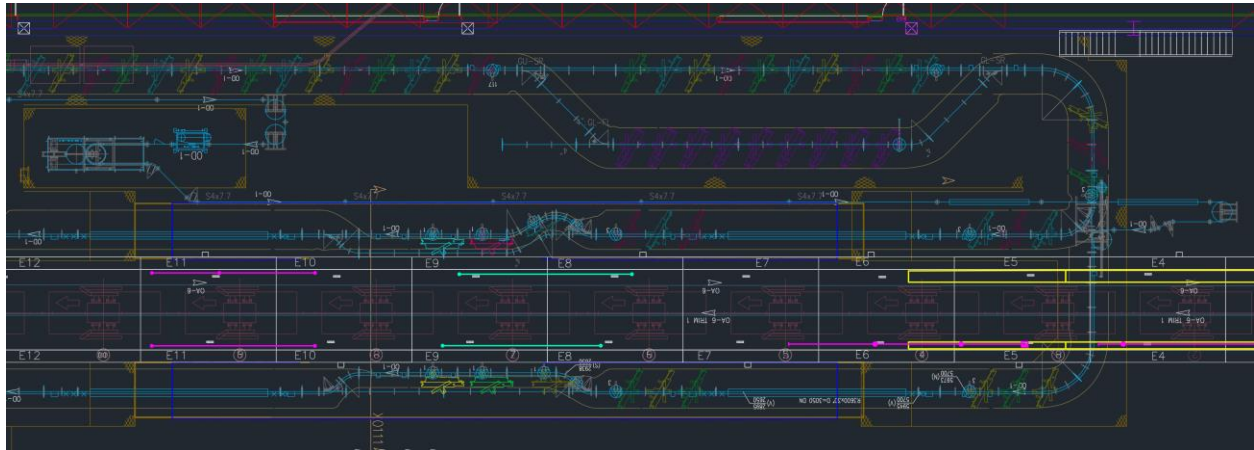


Figura 6. Señales no registradas

Al final se terminó con un lay out completo y terminado señalado todas sus respectivas señales que eran paros de línea, llamados de ayuda, kaizekuzenes, paros por herramientas o pokayokes esto que quiere decir que alguna herramienta tuvo un error a la hora de realizar su operación y no la realizó de manera correcta o no la realizó simplemente. Por cuestiones de privacidad de la empresa no se puede subir evidencia del lay out terminado completamente.

Proyecto secundario S40

Durante el desarrollo del proyecto se estuvo trabajando a la par con otros proyectos también uno de ellos fue el S40 que era la implementación de sistemas de visión en algunas operaciones importantes, estos sistemas de visión cumplen diversas funciones clave, contribuyendo a la eficiencia, calidad y seguridad del proceso de fabricación.

El proyecto inició con una etapa de coordinación en la que se reunió a todos los involucrados para establecer claramente los objetivos, las acciones necesarias y la metodología a seguir. Durante estas discusiones se definió lo que se deseaba alcanzar y se planificaron los pasos para lograrlo de manera eficiente y organizada.

Posteriormente, se llevó a cabo una fase de actividades previas que consistió en realizar inspecciones de campo. Este trabajo incluyó verificar físicamente las condiciones del sitio, analizar los requerimientos específicos del entorno y evaluar cómo se implementarían las soluciones planificadas. Esta etapa fue clave para asegurar que el plan desarrollado fuera factible y estuviera alineado con las condiciones reales, garantizando así una ejecución eficiente y efectiva del proyecto. Figura 7



Figura 7. Prueba de cajas

Tras completar la revisión y el análisis detallado de todos los aspectos del proyecto, se procedió a la fase de implementación. Esto incluyó la programación, la configuración de los sistemas necesarios y la ejecución de todas las pruebas necesarias relacionadas con los materiales y equipos involucrados. Estas pruebas fueron esenciales para verificar el correcto funcionamiento de cada componente y garantizar que el sistema estuviera listo para su puesta en marcha. Finalmente, se llevó a cabo la activación del proyecto, asegurando que todo operara de acuerdo con los objetivos planteados.

Para el proyecto de S40 se hicieron pruebas primero en una operación para checar que el sistema de visión funcionara correctamente y cumpliera con sus funciones es ahí cuando se observó **cuenta** que había componentes en la operación que limitaban el correcto funcionamiento del sistema de visión y es donde se hicieron cambios y modificaciones, esto sucedió en la operación que se estaba probando ya que el acomodo de las piezas en su caja no podían hacer que el sistema de visión realizara su trabajo correctamente entonces se modificó el tamaño y acomodo de las piezas para así poder tener un buen trabajo, después de realizar la modificación física de las cajas se volvieron a hacer pruebas para así identificar que los cambios fueron hechos correctamente, posterior a eso y a verificar que fueron correctos se procedió a la liberación del material y a la implementación. Figura 8, figura 9, figura 10, figura 11.



Figura 8. Análisis de cajas



Figura 9. Caja correcta



Figura 10. Prueba interna de caja



Figura 11. Prueba de calipers

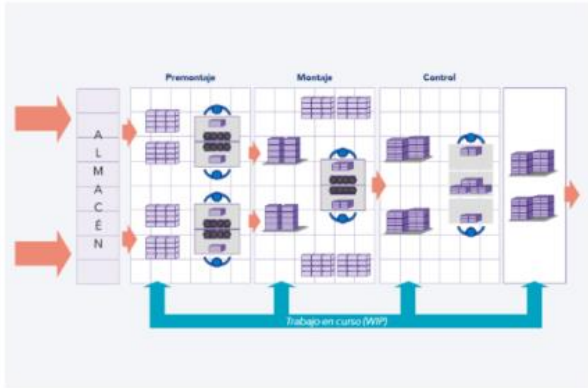
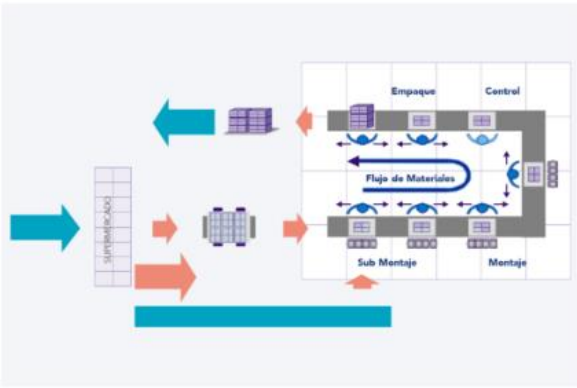
Este proyecto siguió en pie realizandose aunque se terminaron las residencias se siguió trabajando en él.

Cronograma de actividades

Actividades por mes	Ago -1a	Ago- 2a	Sept - 1a	Sept - 2a	Oct – 1a	Oct- 2a	Nov - 1a	Nov - 2a	Dic- 1a
Entrega del proyecto al residente y explicación de los detalles a realizar, medición y análisis de las señales de las primeras líneas de producción									
Elaboración de lay out e integración de las primeras modificaciones en la línea									
Agregado de estaciones, etc. Y primeras señales obtenidas									
Medición y modificación de las señales de las líneas de producción									
Medición y obtención de señales de las ultimas líneas y modificación en lay out									
Redacción de Reporte técnico final y detalles									

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Objetivo Propuesto	Resultado
Elaborar Lay Out actualizado de la planta de ensamble de la empresa para poder tener información digital correcta	Lay out actualizado con la información real de la planta.
	
Señales correctas y estables de los sistemas en la línea de producción	Se logró detectar señales no establecidas y duplicadas y se arreglaron ahora todo está identificado correctamente y nada se duplica ni pierde
Reducción de tiempo para accionamiento en tiempos de emergencia	Se redujo el tiempo de accionamiento a un 80% ya que se sabía con facilidad y rapidez el lugar de la falla

Uso de figuras

<u>Para mostrar</u>	<u>Utilice</u>
Señales de cordones para paro de línea o llamada de ayuda	Círculo con línea en color rosa
Kaizekuzenes (son una plataforma con un rango de movimiento que se utiliza para realizar una operación)	Rectángulo amarillo
Ergocillas son otra señal transmitida en línea	Círculo con línea en color verde
Estaciones nuevas agregadas en la línea de producción	Carros y cuadro color rojo
Modificación de herradura en buffer	Carros color negro y blanco

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

-La realización del layout fue un proceso desafiante y retador especialmente en la parte de identificar y obtener todas las señales a partir de los renders. A pesar de las dificultades encontradas en este paso, finalmente se logró reunir toda la información necesaria y comprender los elementos clave, lo que permitió completar el diseño de manera efectiva. Aunque el proceso fue exigente, el resultado final reflejó el esfuerzo invertido y demostró la importancia de la atención al detalle en cada etapa del trabajo.

-El primer objetivo y para los que fue desarrollado el proyecto se cumplió que fue brindarles un lay out con información actualizada y veraz en físico y digital.

-La forma de llegar a los resultados y a realizar el proyecto fueron medios y acciones que se hicieron con la capacidad e intelecto mismo como el uso de las herramientas, como obtener la información necesaria para realizar la actividad, etc. y con un poco de ayuda y conocimientos del asesor externo que estaba pendiente de que se fuera avanzando con lo deseado y solicitado en el proyecto.

-Fue un proyecto interesante, pero sobre todo retador que puso a prueba las destrezas personales y la capacidad de resolver ante adversidades.

-Se enfrentaron varios retos importantes para el desarrollo por el cual me tuve que actualizar en conocimientos y desarrollar en áreas que no tenía conocimientos para poder obtener información y sobre todo tener el conocimiento adecuado para el desarrollo del proyecto

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

- ✓ Apliqué habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de actividades para la toma de decisiones en forma efectiva.
- ✓ Apliqué mis conocimientos y destrezas por el diseño y uso de software
- ✓ Diseñé pieza, con base en las necesidades de la empresa.
- ✓ Gestione eficientemente los recursos del departamento, con el fin de suministrar bienes y servicios de calidad.
- ✓ Apliqué mis conocimientos y habilidades de orden y limpieza en el área de trabajo y departamento
- ✓ Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas.
- ✓ Propuse ideas de mejora para un buen desarrollo de las actividades y mejorar la presentación de los trabajos.
- ✓ Apliqué las normas 5's.
- ✓ Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua desarrollo de nuevos proyectos.
- ✓ Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.
- ✓ Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
- ✓ Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

Referencias:

Digital, H. M. (2018). ALTERTECNIA. Obtenido de ALTERTECNIA: <https://altertecnica.com/que-es-un-layout-y-para-que-sirve/#:~:text=%C2%BFPara%20qu%C3%A9%20sirve%20un%20layout,c%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20un%20buen%20layout>.

indeed, e. e. (27 de junio de 2024). indeed. Obtenido de indeed : <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/como-encontrar-empleo/que-hace-ingeniero-procesos#:~:text=Control%20de%20la%20calidad,si%20tendremos%20que%20aplicar%20mejoras>.

INGENIERIA, F. D. (2022). USIL . Obtenido de USIL : <https://blogs.usil.edu.pe/facultad-ingenieria/ingenieria-empresarial/ingenieria-procesos#:~:text=Entre%20sus%20principales%20funciones%20dentro,puede%20trabajar%20mejor%20en%20conjunto>.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufacturing Engineering and Technology (7ª ed.). Pearson.

Groover, M. P. (2020). Principles of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems (6ª ed.). Wiley.

Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Editorial: Pearson, 2016.

Industrial Communication Technology Handbook. Editorial: CRC Press, 2018.

Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems. Editorial: Wiley, 2019.

Assembly Line Design: The Balancing of Mixed-Model Hybrid Assembly Lines with Genetic Algorithms. Editorial: Springer, 2006.

Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting. Editorial: Newnes, 2004.