



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA EL REGISTRO DE
TIEMPOS DE PARO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

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

**PRESENTA:
ALEJANDRA SANDOVAL LIMA**

**NOMBRE DEL ASESOR:
ING. BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**



APIZACO, TLAX., JUNIO 2024



Apizaco, Tlaxcala, 04/diciembre/2023.

Oficio No.: MM/660/2023.

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:	ALEJANDRA SANDOVAL LIMA
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	18370605
Nombre del Proyecto:	"DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DE PARO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE"
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*


BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO
ASESOR


SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**


ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

C.p. Oficina de Titulación
C.p. Departamento de Servicios Escolares
C.p. Expediente. -Jefe de proyectos de vinculación Metal-Mecánica
C.p.- Archivo.
EAB*petry.





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 05/junio/2024
No. OFICIO: DEP-CT/639/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

ALEJANDRA SANDOVAL LIMA
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18370605
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: "**DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DE PARO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE**", 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®


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



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

c.p. archivo



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
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme habilidades y oportunidades para poder cumplir esta meta.

Al término de esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

A mis padres, hermanos y abuelos, que siempre estuvieron pendientes de mí, por todo el amor y el apoyo brindado y porque hoy veo llegar a su fin una de las metas de mi vida. A mis padres y abuelos les agradezco la orientación que siempre me han otorgado. Sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes.

A mis seres queridos que siempre me motivaron a dar lo mejor de mí y no rendirme.

Muchas gracias a todos los amo.



INDICE

DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DE PARO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE	9
OBJETIVO	9
DELIMITACIÓN	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
CAPÍTULO 1.....	10
DESCRIPCION DEL PROYECTO Y MARCO REFERENCIAL DE SE-BORDNETZE MÉXICO, S.A. DE C.V.	10
1.1 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
1.2 ALCANCES Y LIMITACIONES	11
1.2.1 ALCANCES	11
1.2.2 LIMITACIONES	11
1.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD, MEJORA CONTINUA.....	12
1.3.1 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	12
1.3.2 MEJORA CONTINUA (HISTORIA).....	13
1.3.3 MEJORA CONTINUA	16
1.4 HISTORIA DE SEBN	18
1.4.1 Sumitomo Electric Industries.....	18
1.4.2 Sumitomo Electric Bordnetze	18
.....	20
1.5 PRODUCTO (BORDNETZE)	21
1.6 PLANTA SE BORDNETZE MÉXICO SA DE CV	22
1.6.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	22
1.6.2 UBICACIÓN	22
1.6.3 POLÍTICA DE CALIDAD.....	22
1.6.4 MISIÓN	23
1.6.5 VISIÓN	23
1.6.6 VALORES.....	23
CAPÍTULO 2.....	24
MARCO TEORICO.....	24
2.1 DEFINICIÓN DE CIRCUITO ELECTRÓNICO	25



2.2 ¿QUÉ ES UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN?	28
2.3 ¿QUÉ ES PICKING?	29
2.4 ¿QUÉ ES KANBAN?	30
2.5 ¿QUÉ ES UN ARNÉS ELÉCTRICO?	31
CAPÍTULO 3.....	34
DESARROLLO DEL PROYECTO	34
3.1 DEFINIR EL PROYECTO	35
3.2 FORMACIÓN DE EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO	36
3.3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	36
3.4 APLICAR GEMBA	45
3.5 ACCIONES DE MEJORA	46
3.5.1 DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN Y APLICACIÓN.....	47
3.5.2 DESARROLLO DE CIRCUITO ELECTRÓNICO	49
3.5.3 RFQ.....	49
3.5.4 CONEXIÓN DEL CONTROL PARA APP DE PAROS	51
3.5.5 DISEÑO DEL MENÚ DE PAROS	52
3.6 PUNTO DE CAMBIO EN EL PROCESO	53
3.6.1 REGISTRO EN PKN TRACK	53
3.6.2 CONEXIÓN DE CONTROL	54
3.7 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS.....	65



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 Fases de la gestión ciclo P.D.C.A.....	13
FIGURA 1. 2 Objeto de la Mejora Continua por resolución de problemas	14
FIGURA 1. 3 Nombre y logo de la empresa Sumitomo Electric Bordnetze	18
FIGURA 1. 4 Sedes de SEBN a lo largo del mundo	20
FIGURA 1. 5 Arnés eléctrico para un vehículo.....	22
FIGURA 1. 6 Valores de SE Bordnetze México, S.A. de C.V	23
FIGURA 2. 1 Ejemplo de circuito electrónico (Sánchez, 2013).....	25
FIGURA 2. 2 Ejemplo de línea de producción	29
FIGURA 2. 3 Ejemplo de arnés eléctrico automotriz.....	33
FIGURA 3. 1 Orden de trabajo, formato para registro de paro.....	35
FIGURA 3. 2 Pareto de Innenraum línea 1	40
FIGURA 3. 3 Pareto de Innenraum línea 2	41
FIGURA 3. 4 Pareto de Innenraum línea 3	42
FIGURA 3. 5 Pareto de Innenraum línea 4	43
FIGURA 3. 6 Pareto de Innenraum	44
FIGURA 3. 7 Línea de ensamble.....	47
FIGURA 3. 8 Programación del control	48
FIGURA 3. 9 Formato de RFQ	50
FIGURA 3. 10 Conexión de Arduino en placa PCB	52
FIGURA 3. 11 Menú de paros	52
FIGURA 3. 12 Inicio del programa PKN TRACK	53
FIGURA 3. 13 Equipo de mantenimiento	54
FIGURA 3. 14 Equipo de mantenimiento realizando el ruteo del control	55
FIGURA 3. 15 Equipo de mantenimiento en área de trabajo	55
FIGURA 3. 16 Equipo de mantenimiento realizando conexión en el control principal ...	56
FIGURA 3. 17 Equipo de mantenimiento revisando la conexión en el control principal	56
FIGURA 3. 18 Conexión de control principal	57
FIGURA 3. 19 Adaptación de la mesa para pantalla	57
FIGURA 3. 20 Equipo de sistemas cambiando la posición de la pantalla	58
FIGURA 3. 21 Equipo de sistemas realizando adaptación a la pantalla	58
FIGURA 3. 22 Equipo de sistemas adaptando el programa	59
FIGURA 3. 23 Funcionamiento de aplicación en la línea de producción	59
FIGURA 3. 24 Espacio que ocupa la aplicación en la memoria de la FANLESS	60
FIGURA 3. 25 Comprobación de funcionamiento del programa en el control	60
FIGURA 3. 26 Tarjeta PCB sincronizándose con la programación.....	61
FIGURA 3. 27 Indica la señal de Run	61
FIGURA 3. 28 Indica la señal de Run	62
FIGURA 3. 29 Pareto de causas de paro de la línea 1.....	63



INDICE DE TABLAS

TABLA 3. 1 Equipo multidisciplinario	36
TABLA 3. 2 Datos Innenraum línea 1.....	36
TABLA 3. 2 Datos Innenraum línea 1(continuación).....	37
TABLA 3. 3 Datos Innenraum línea 2.....	37
TABLA 3. 3 Datos Innenraum línea 2(Continuación)	38
TABLA 3. 4 Datos Innenraum línea 3.....	38
TABLA 3. 5 Datos Innenraum línea 4.....	39
TABLA 3. 6 Datos de causas totales línea 1	40
TABLA 3. 7 Datos de causas totales línea 2	41
TABLA 3. 8 Datos de causas totales línea 3	42
TABLA 3. 9 Datos de causas totales línea 4	43
TABLA 3. 10 Datos de causas totales Innenraum	44
TABLA 3. 11 Resultados de prueba.....	62



DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DE PARO EN LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE

OBJETIVO.

Desarrollar un circuito electrónico para el registro de los paros en el control eléctrico en las líneas de ensamble y aplicación para el registro de los paros en una página web.

DELIMITACIÓN.

La implementación de este circuito electrónico y la aplicación permitirá realizar un registro detallado de las causas por las que ocurren los paros, reduciendo así el tiempo de llenado de un formato que se realiza a mano y disminuyendo el tiempo de inactividad en las líneas de ensamble.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Observar y medir las causas por las cuales las líneas de ensamble realizan los paros.
- Identificar en las causas más comunes por las cuales se realizan los paros e implementarlas en la aplicación como opciones a elegir.
- Implementar el proyecto con los equipos y operadores.
- Realizar toma de tiempos para tener un promedio del tiempo de paro de la línea de producción.
- Revisar con las distintas áreas involucradas en la acción para definir las opciones posibles del paro de la línea de producción.
- Con ayuda de los datos obtenidos realizar una propuesta para la visualización de los ítems.
- Seguir y mejorar los resultados del proyecto.



CAPÍTULO 1

DESCRIPCION DEL PROYECTO Y MARCO REFERENCIAL DE SE- BORDNETZE MÉXICO, S.A. DE C.V.



1.1 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Para ser más competitivas, las empresas de hoy necesitan adoptar herramientas que les ayuden a utilizar eficientemente los recursos que producen y así competir globalmente con mayores beneficios económicos. Para ello se cuenta con una filosofía, Lean Manufacturing, que, con sus herramientas, como VSM, ayuda a tener un panorama completo de dónde hay oportunidades en los procesos y con esa información poder adaptar los recursos de tal manera que sea posible ahorrar, aumentar la productividad, reducir inventarios, comprobar que el número de personas en la línea de producción es realmente el necesario, o mejorar la calidad de los hombres.

Actualmente en las líneas de ensamble no se alcanzan los objetivos de productividad por paros en las líneas y no se han tomado acciones de mejora porque no hay registros de las causas de estos paros, al existir estos paros provoca que la producción de arneses sea menor a la esperada o prevista de acuerdo a la velocidad que llevan las líneas las cuales son 22 piezas por hora, por lo que al tener el paro incluso de 1 o 2 minutos la producción disminuye y las piezas realizadas son menos, entre 14 a 17 piezas, y al no contar con un registro de los paros se desconoce el porqué de la disminución.

Se busca conocer las causas de los paros para así reducir el tiempo de este y mejorar la producción de arneses. El proceso de producción en la planta de SEBN MX es continuo, por lo que detener el proceso afectará el proceso del cliente.

1.2 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.2.1 ALCANCES

Se busca implementar el control y la aplicación de paros en las tres líneas de producción de Motorraum y en las cuatro líneas de producción de Innenraum, cumpliendo con las características y objetivos establecidos.

1.2.2 LIMITACIONES

Una de las líneas de producción de Innenraum tiene PLC y se necesita otro tipo de material para la implementación.

Dos de las líneas de producción de Innenraum y las tres líneas de producción de Motorraum tienen una bajada de voltaje de 110v y el control de la aplicación de paros requiere un voltaje de 24v, por cual se deberá realizar la compra de transformadores para su implementación.



1.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD, MEJORA CONTINUA

1.3.1 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Conforme a lo establecido en la Norma ISO 9000 (ISO TC/176, 2015a), el SGC puede definirse como un sistema cuya función es definir la política que seguirá la organización y las metas que fijará para la obtención de la calidad. Ante ello, Méndez, Jaramillo y Serrano (2006) sostienen que el SGC consiste en una forma de estructurar y organizar las operaciones para dirigir y asegurar el buen funcionamiento de la organización, para que esta sea más rentable, competitiva y adaptable a las nuevas y cambiantes situaciones del mercado. Así, los elementos del SGC tienen la misión de lograr un impacto positivo en el rendimiento de toda la organización. Según la Norma ISO 9001 (2015), un SGC se implementa cuando aquella “necesita demostrar su habilidad para proveer consistentemente productos y servicios que cumplan con los requisitos legales y reglamentarios aplicables y del cliente, y aspira a aumentar la satisfacción de los clientes” (BSI Group 2015, 2). (Reyes, Cadena, Rivera, 2022)

Un sistema de gestión de calidad es un conjunto de reglas diseñadas para mejorar continuamente las operaciones internas de una organización y garantizar la mayor calidad posible en cualquier bien o servicio que proporcione la empresa.

Dentro del contexto de un sistema de gestión de la calidad, el ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento. Que se puede desarrollar en cada uno de los procesos. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos del sistema de gestión de la calidad. El ciclo PHVA se explica de la siguiente forma: (García P., Quispe A., Ráez G., 2003)

Planificar:

- Involucrar a la gente correcta.
- Recopilar los datos disponibles.
- Comprender las necesidades de los clientes
- Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados.
- ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades?
- Desarrollar el plan/entrenar al personal.

Hacer:



- Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas.
- Recopilar los datos apropiados.

Verificar:

- Analizar y desplegar los datos.
- ¿Se han alcanzado los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar los problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?
- ¿Qué queda aún por resolver?

Actuar:

- Incorporar la mejora al proceso
- Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa
- Identificar nuevos proyectos/problemas

1.3.2 MEJORA CONTINUA (HISTORIA)

El proceso de gestión de cualquier actividad de la organización debe estar estructurado en cuatro tipos de actuaciones que se representan habitualmente mediante el ciclo de la figura 1.1: (Aguirre, 2014)



FIGURA 1. 1 Fases de la gestión ciclo P.D.C.A.



La mejora continua es la parte de la gestión encargada de ajustar las actividades que desarrolla la organización para proporcionarles una mayor eficacia y/o una eficiencia. Al analizar los procesos de la organización y sus posibilidades de mejora aparecen diferentes circunstancias, como se muestra en la figura 1.2:

- a) El proceso tiene un nivel de funcionamiento muy deficiente, con deficiencias en muchos de sus aspectos y está muy alejado del cumplimiento de sus objetivos.

Tratamiento: Modificación en profundidad de su planteamiento y estructuración (Q.F.D., Reingeniería de procesos, etc.)

- b) El proceso tiene un funcionamiento muy desestructurado, no se siguen procedimientos homogéneos entre las diferentes personas que lo llevan a cabo y no está en situación estabilizada y de control.

Tratamiento: Estabilización de las actividades y la fijación de elementos de control (técnicas de control).

- c) El proceso tiene un funcionamiento deficiente y no alcanza alguno de sus objetivos de eficacia o de eficiencia, se desea por tanto mejorar alguna de sus prestaciones (mejorar el nivel de calidad del producto o del servicio, reducir los tiempos de ciclo, bajar los costes, etc.) Tratamiento: identificación de las causas que generan dichas deficiencias para pasar a su solución (herramientas de resolución de problemas).

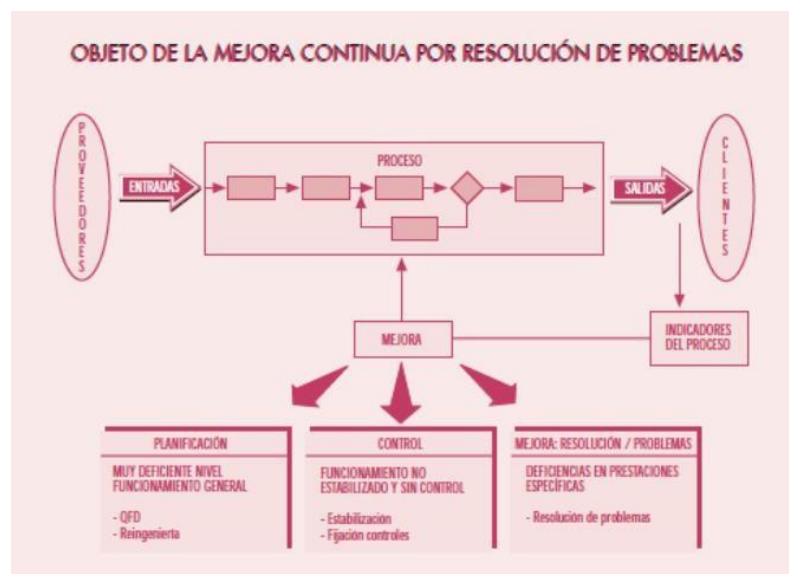


FIGURA 1. 2 Objeto de la Mejora Continua por resolución de problemas



La mejora continua de procesos es una búsqueda continua e interminable para descubrir oportunidades para corregir, adaptar y mejorar los procesos, productos y servicios de negocio.

El objetivo siempre es encontrar dónde hay debilidades en las operaciones de la empresa, como bloqueos, errores humanos, demoras, desperdicio de recursos y tomar medidas. Con pequeñas mejoras, el desempeño de la empresa será cada vez mejor, con un mayor enfoque en la satisfacción del cliente.

El fordismo se caracterizó por la idea de la línea de montaje, en la que cada trabajador estaba a cargo de un paso de fabricación particular para ahorrar tiempo y aumentar la productividad.

Las empresas descubrieron métodos para hacerlo que han evolucionado y se han vuelto más sofisticados con el tiempo como resultado de la necesidad constante de mejorar sus procesos para aumentar la calidad de las entregas (y, por supuesto, aumentar la rentabilidad).

Las empresas que ponen un mayor énfasis en el interés del cliente, la experiencia y la diferenciación en el mercado están desplazando a las que se concentran principalmente en el producto. Por lo tanto, la mejora continua se valora cada vez más y exige una acción rápida.

Construir sobre los tres pilares principales que sustentan este concepto es crucial al implementar la mejora continua. De lo contrario, podría ser un enfoque incorrecto o insuficiente para garantizar los mejores resultados.

Los tres pilares principales son los siguientes:

- Continuidad: como ya implica el nombre del concepto, es importante recordar que no existe un proceso comercial perfecto. Siempre hay margen de mejora, por lo que la búsqueda debe ser continua.
- Cultura: Para que esta continuidad sea posible, el equipo en su conjunto debe adoptar esta cultura de proceso para que se arraigue en las operaciones diarias. La lógica de la mejora continua debe aplicarse en todos los niveles de gestión, incluido el piso de producción.
- Bueno para todos: es fundamental que las actualizaciones se planifiquen e implementen de manera que beneficien a todos los departamentos de la empresa. Después de todo, una operación basada en procesos significa que cada cambio tiene un impacto en el esfuerzo y el resultado de cada individuo involucrado.



1.3.3 MEJORA CONTINUA

La mejora continua es un concepto fundamental en la gestión de la calidad y la eficiencia en una amplia variedad de campos, desde la producción industrial hasta la gestión empresarial y la educación. Se trata de un enfoque sistemático y constante en la búsqueda de oportunidades para perfeccionar procesos, productos o servicios. En este ensayo, se explora la importancia de la mejora continua, los principios básicos y cómo se aplica en diversos contextos.

I. Importancia de la Mejora Continua

La mejora continua es esencial en la búsqueda de la excelencia en cualquier ámbito. Impulsa la innovación, la eficiencia y la calidad, lo que puede llevar a un aumento en la satisfacción del cliente, la reducción de costos y la ventaja competitiva. Aquí hay algunas razones clave por las cuales la mejora continua es crucial:

1. Satisfacción del cliente: Al identificar y abordar constantemente las necesidades y expectativas de los clientes, las organizaciones pueden mejorar la calidad de los productos o servicios, lo que a su vez conduce a la satisfacción del cliente y la fidelidad a la marca.
2. Eficiencia operativa: La mejora continua se enfoca en eliminar desperdicios, optimizar procesos y reducir costos. Esto puede llevar a una mayor eficiencia operativa y un uso más efectivo de los recursos.
3. Innovación: La búsqueda constante de mejores formas de hacer las cosas fomenta la innovación y la creatividad en las organizaciones. Esto puede resultar en nuevos productos, servicios o procesos que mantienen a una organización competitiva en un mercado en constante evolución.
4. Adaptación al cambio: En un mundo que cambia rápidamente, las organizaciones que practican la mejora continua están mejor preparadas para adaptarse a nuevas condiciones y desafíos, lo que les permite mantener su relevancia.

II. Principios de la Mejora Continua



La mejora continua se basa en varios principios clave que guían su implementación efectiva. Algunos de estos principios incluyen:

1. **Enfoque en el cliente:** La satisfacción del cliente es el motor de la mejora continua. Comprender y responder a las necesidades del cliente es fundamental para identificar oportunidades de mejora.
2. **Compromiso de la dirección:** El liderazgo comprometido y el apoyo de la alta dirección son esenciales para que la mejora continua sea efectiva. La dirección establece la visión y el tono para toda la organización.
3. **Enfoque basado en datos:** La toma de decisiones informadas por datos es fundamental. La recopilación y el análisis de datos ayudan a identificar áreas problemáticas y evaluar el impacto de las mejoras.
4. **Participación de los empleados:** Los empleados son una fuente valiosa de conocimiento y experiencia. Involucrar a los trabajadores en la identificación y solución de problemas promueve una cultura de mejora continua.

III. Aplicación en Diferentes Contextos

La mejora continua se puede aplicar en diversos campos y contextos. A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

1. **Producción y Manufactura:** En entornos de producción, la mejora continua se enfoca en optimizar procesos, reducir defectos y aumentar la eficiencia de la línea de producción.
2. **Gestión Empresarial:** En la gestión empresarial, se aplica a la mejora de procesos internos, la gestión de la cadena de suministro y la satisfacción del cliente.
3. **Educación:** En el campo educativo, la mejora continua se utiliza para evaluar y mejorar los métodos de enseñanza, los planes de estudio y los resultados académicos de los estudiantes.



4. Servicios de Salud: En la atención médica, se centra en la mejora de la calidad de la atención, la seguridad del paciente y la eficiencia de los procedimientos médicos.

IV. Conclusión

La mejora continua es un enfoque fundamental para lograr la excelencia en cualquier ámbito. Al centrarse en la satisfacción del cliente, la eficiencia operativa y la innovación constante, las organizaciones pueden mantenerse competitivas y adaptarse a un entorno en constante cambio. Al seguir los principios clave y aplicar la mejora continua de manera sistemática, las organizaciones pueden impulsar la calidad y el éxito a largo plazo.

1.4 HISTORIA DE SEBN

1.4.1 Sumitomo Electric Industries

Las raíces de Sumitomo se remontan a más de 400 años, cuando todo comenzó con la refinación del cobre. Sumitomo Electric Industries fue fundada en 1897 y hoy es uno de los principales proveedores internacionales de la industria automotriz.

1.4.2 Sumitomo Electric Bordnetze

La empresa fue fundada en 1986 como una empresa conjunta entre Volkswagen AG y Siemens AG bajo el nombre de Volkswagen Bordnetze GmbH. En 2006, Sumitomo Electric Industries se hizo cargo de la empresa, que desde entonces opera como Sumitomo Electric Bordnetze, logo de la empresa en figura 1.3. SEBN actualmente emplea a más de 25,000 personas en 21 ubicaciones en todo el mundo.



FIGURA 1. 3 Nombre y logo de la empresa Sumitomo Electric Bordnetze



Hechos históricos en Sumito Electric Bordnetze:

1986: Fundación de Volkswagen Bordnetze GmbH con sede en Berlín por Volkswagen AG y Bergmann Kabelwerke AG en diciembre. Inicio de la producción de los primeros mazos de cables para el Polo y el Golf.

1990: Siemens AG adquiere el 100 por ciento de Bergmann Kabelwerke AG. Como resultado, las acciones de Volkswagen Bordnetze GmbH también se transfieren a Siemens. La primera ubicación en el extranjero se funda en Cerkezköy/Turquía en noviembre.

1992: Fundación de la sede polaca en Gorzow.

1993: La empresa pasó de ser un fabricante a un proveedor de desarrollo. Volkswagen Bordnetze recibe el pedido de desarrollo del Golf A4 y asume así la responsabilidad de las áreas de desarrollo de concepto, diseño, gestión de la cadena de suministro, construcción de prototipos y verificación de diseño.

1995: Puesta en marcha del Centro de Sistemas de Cableado en Emden.

1996: Fundación de la ubicación eslovaca en Nitra. Puesta en marcha del centro de sistemas de cableado en Zwickau.

2000: Comienza el traslado de la sede de la empresa de Berlín a Wolfsburg. En mayo se funda la filial AutoSystem GmbH como empresa independiente de desarrollo y ventas. El objetivo era adquirir nuevos pedidos en el mercado abierto, fuera del Grupo Volkswagen.

2001: Fundación de la sucursal marroquí en Tánger. Establecimiento y desarrollo del centro del sistema de cableado español en Pamplona.

2003: Fundación de la empresa conjunta "Changchun Volkswagen Bordnetze Co., Ltd." en Changchun. El objetivo era abrir el mercado chino.



2004: Fundación de la empresa conjunta "Suzhou Bordnetze Electrical Systems Ltd". cerca de Shanghái.

2006: Volkswagen AG y Siemens AG venden Volkswagen Bordnetze GmbH.

El 1 de abril la empresa es reemplazada por Sumitomo Electric Industrie Ltd. y Sumitomo Wiring Systems Ltd. aceptado. Establecimiento de la ubicación ucraniana en Ternopil el 1 de junio. Cambio oficial de nombre a Sumitomo Electric Bordnetze GmbH el 17 de julio. Fundación de SE Bordnetze - Bulgaria EOOD en Karnobat el 14 de septiembre.

2007: Fusión de AutoSystems GmbH con la empresa matriz Sumitomo Electric Bordnetze GmbH el 15 de febrero. **Fundación de la sede mexicana "SE Bordnetze - México SA de CV" en Tlaxcala el 31 de mayo.**

2008: Fundación de la sucursal tunecina "SE Bordnetze - Tunisia SARL" el 12 de septiembre.

2010: Fundación de la ubicación rumana "SC Automotive Wiring Systems SRL" el 15 de marzo. (En la figura 1.4 se muestran las sedes de SEBN)

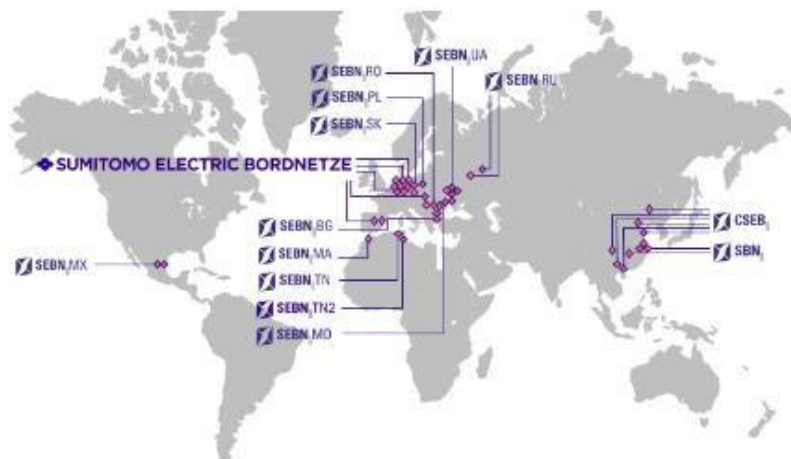


FIGURA 1. 4 Sedes de SEBN a lo largo del mundo



1.5 PRODUCTO (BORDNETZE)

Como lo describe el nombre de la empresa, el área más grande de su cartera de productos es el desarrollo y montaje de sistemas eléctricos para vehículo. Cuando usamos el término sistema eléctrico del vehículo, nos referimos a la conexión en red de todos los componentes electrónicos que este tiene. El sistema eléctrico del vehículo se puede visualizar como los núcleos eléctricos. Sin estos, los sistemas relevantes para la seguridad como el ABS, el ESP y los sistemas de confort como los asientos con calefacción, los elevallunas o el aire acondicionado no funcionarían.

Ahora bien, si se quiere saber la composición de un arnés eléctrico se debe saber que se trata de un juego de cables que a medida consiste en ensamblar una gran cantidad de componentes. Esto puede incluir hasta 11.000 piezas, como cables, carcasas de enchufes, clips y contactos. Para tener una idea de lo que realmente puede llegar a contener un arnés eléctrico en la siguiente lista esta un aproximando de lo que uno de estos puede llegar a contener ya como producto terminado:

- Aproximadamente 600 líneas de circuitos
- Aproximadamente 150 enchufes
- Aproximadamente 800 contactos
- Aproximadamente 1.000 metros de longitud total del cable con diferente calibre

Cuando se habla del arnés eléctrico, de dos partes importantes del vehículo, una de ellas va a ser innenraum que puede ser desde el sistema de calefacción, el de audio o hasta una puerta y la otro va a ser motorraum que por el nombre que esta tiene es exclusiva para el área del motor, estas tiene un proceso muy similar, donde la mayoría de operaciones que se realizan en un área se terminan realizando en la otra ,cada una cuenta con diferentes tipos de circuitos y conectores que las terminan haciendo únicas, eso sin contar el uso que cada una de estas tiene dentro del vehículo. Por ultimo y no menos importante se puede decir que el Bordnetze será la unión de innenraum y motorraum, mejor conocido como el casamiento, ya que en si la unión de estas dos partes da como resultado el arnés eléctrico completo para un vehículo, como se muestra en la figura 1.5.

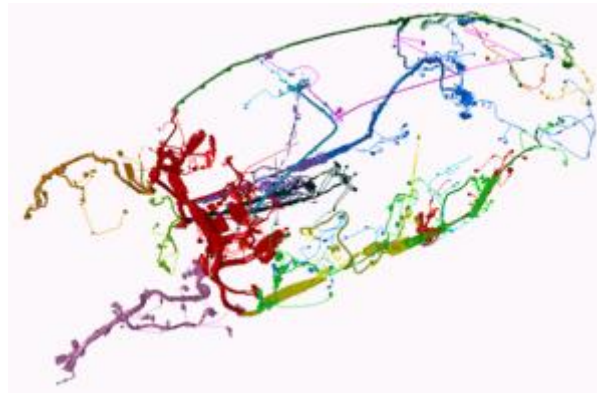


FIGURA 1. 5 Arnés eléctrico para un vehículo

1.6 PLANTA SE BORDNETZE MÉXICO SA DE CV

1.6.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

En el mes de Julio de 2007, SEBN MX establece sus oficinas temporales en Panzacola, Tlaxcala. A principios del 2008 se establece con oficinas definitivas en la dirección vía corta a Santa Ana Chiautempan – Puebla Km. 17+200. Acuamanala, Tlaxcala. Actualmente la empresa realiza 3 proyectos, cada uno de ellos es para un vehículo en específico, de los cuales el proyecto 371(Jetta) y 316 (Taos) son para Volkswagen.

1.6.2 UBICACIÓN

Nombre de la empresa: SE Bordnetze México, S.A. de C.V.

Domicilio: Carretera Vía Corta Puebla – Santa Ana Km 17.2 S/N

Ciudad: Acuamanala, Tlaxcala

1.6.3 POLÍTICA DE CALIDAD

- Mejorar continuamente el producto y los procesos
- Satisfacer al cliente interno y externo
- Trabajar sin originar defectos



1.6.4 MISIÓN

Desarrollar, fabricar y comercializar arneses eléctricos, que satisfagan la necesidad y superen las expectativas de nuestros clientes y accionistas.

Mediante el desarrollo continuo de nuestros colaboradores, con una amplia contribución a la sociedad y cumpliendo con los lineamientos legales y gubernamentales.

1.6.5 VISIÓN

Ser la empresa líder y referente en el mercado automotriz norteamericano para la fabricación de arneses eléctricos

1.6.6 VALORES

- Responsabilidad: Actuamos de forma responsable y estamos dispuestos a adaptarnos a los cambios para asegurar el éxito a largo plazo de nuestra compañía
- Respeto: Trabajamos en un ambiente de aprecio y respeto mutuo
- Confianza: Confiamos en nuestros compañeros y aprendamos los unos de los otros
- Cooperación: Trabajamos juntos, sobrepasando fronteras, considerándonos siempre un equipo. (En la figura 1.6 se muestran los valores de la empresa)



FIGURA 1. 6 Valores de SE Bordnetze México, S.A. de C.V



CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO



2.1 DEFINICIÓN DE CIRCUITO ELECTRÓNICO.

El campo de estudio que conlleva el diseño de un circuito eléctrico y la aplicación de dispositivos, que a partir del flujo de electrones generan, transmiten, reciben y almacenan información, entre otros. Esta información va desde la voz humana o la música en un receptor de radio, en una imagen de televisión, o en números u otros datos que se procesan en una computadora o en un sistema de control automático. (Villaseñor, 2011)

Las funciones de los circuitos electrónicos para el procesamiento de esta información son diversas. Incluyen la amplificación de señales débiles, hasta un nivel que permita su utilización, hasta la generación de ondas de radio, la extracción de información, el control y las operaciones lógicas como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras.

Los circuitos electrónicos, como se observan en la figura 2.1, (Sánchez, 2013) requieren de fuentes de tensión continua. Las fuentes construidas con un transformador, rectificador y un filtro que proporciona una señal de salida con un factor de rizado significativo por lo que se hace necesaria la utilización de una etapa adicional de Regulación que proporciona una tensión de salida más estable en la cual se disminuye considerablemente el rizado.

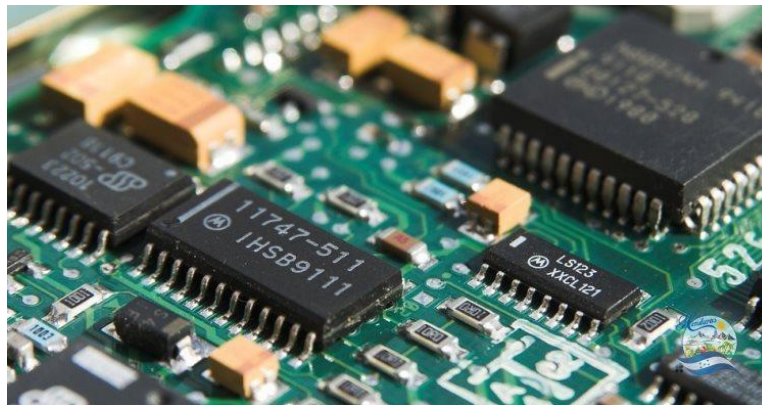


FIGURA 2. 1 Ejemplo de circuito electrónico (Sánchez, 2013).

Antes de definir qué es un circuito electrónico, primero es necesario repasar qué es un circuito eléctrico. Hay tres constantes en la producción de electricidad, ya sea que provenga de una batería, un generador o un panel solar.

Habrán dos terminales en la fuente de electricidad: un terminal positivo y un terminal negativo. Ya sea un generador, una batería, etc., la fuente del flujo eléctrico. - a un voltaje específico,



desea forzar a los electrones a salir de su terminal negativo. Una batería AA típica, por ejemplo, necesita empujar esos electrones a 1.5 voltios. Se requerirá un alambre de cobre u otro tipo de conductor para transportar los electrones desde el terminal negativo al terminal positivo. Existe un circuito y los electrones pueden moverse por el cable cuando hay un camino que conecta las terminales negativa y positiva.

Se puede incluir cualquier tipo de carga (una bombilla, un motor, un televisor, etc.). La carga será alimentada por la fuente de electricidad y llevará a cabo su función prevista (por ejemplo, producir luz o imágenes o encender un motor). Aunque los circuitos electrónicos pueden ser extremadamente complejos, en su nivel más fundamental, todos los dispositivos requieren una batería como fuente de alimentación, una carga y dos cables para transmitir electricidad desde la batería a la carga. Los electrones viajan desde el origen a través de la carga y luego regresan al origen.

La energía está presente en los electrones en movimiento. Los electrones son capaces de realizar trabajos a medida que se mueven de un punto a otro. Por ejemplo, la energía de los electrones se usa para generar calor en una bombilla de luz de filamento incandescente, y luego el calor se usa para producir luz. El campo magnético producido por la energía de los electrones en un motor eléctrico puede interactuar con otros campos para producir movimiento a través de la atracción y repulsión magnética.

Los dispositivos electrónicos como transistores, válvulas y otros componentes electrónicos se incluyen en los circuitos eléctricos para crear circuitos electrónicos. Aunque están sujetos a las mismas leyes que los circuitos eléctricos, los circuitos electrónicos pueden usar cargas eléctricas para realizar funciones complejas. Hay tres grupos en los que se pueden dividir los circuitos electrónicos:

Los circuitos analógicos: Los circuitos analógicos son aquellos en los que las señales eléctricas cambian continuamente para reflejar la información que deben representar. A excepción de muchos dispositivos modernos, que con frecuencia utilizan circuitos digitales, la mayoría de los equipos electrónicos, incluidos amplificadores de voltaje o potencia, radios y televisores, son analógicos. Los componentes fundamentales de los circuitos analógicos son las fuentes de alimentación independientes y las fuentes de alimentación dependientes, así como, los componentes pasivos y activos, las resistencias, los condensadores y los inductores.



Los circuitos digitales: Las señales eléctricas en los circuitos digitales adquieren valores discretos para mostrar valores numéricos y lógicos que reemplazan la información a procesar. Las puertas de enlace lógicas generalmente se construyen utilizando transistores como interruptores. Las calculadoras, las PDA y los microprocesadores son algunos elementos de hardware electrónico que utilizan circuitos digitales.

Un circuito electrónico es un conjunto de componentes eléctricos, como resistencias, capacitores, inductores, transistores, diodos, y otros dispositivos, conectados entre sí de manera que permiten que la corriente eléctrica fluya y realice una función específica. Estos componentes y conexiones están diseñados para manipular y controlar la corriente eléctrica de acuerdo con un propósito determinado, como amplificar una señal, generar oscilaciones, conmutar entre estados lógicos (0 o 1 en sistemas digitales), o realizar una variedad de tareas en sistemas electrónicos.

Un circuito electrónico puede ser tan simple como una resistencia conectada a una fuente de alimentación o tan complejo como una placa de circuito impreso llena de componentes interconectados que forman parte de un dispositivo electrónico avanzado, como un teléfono móvil, una computadora o un televisor.

Características clave de los circuitos electrónicos:

Componentes electrónicos: Los circuitos electrónicos están compuestos de componentes eléctricos y electrónicos, como resistencias, capacitores, transistores, diodos, circuitos integrados, entre otros.

Interconexiones: Los componentes se conectan entre sí mediante cables, pistas de circuito impreso u otras conexiones conductoras para permitir el flujo de corriente eléctrica y la transmisión de señales.

Funciones específicas: Cada circuito tiene una función específica, como amplificar una señal, filtrar ruidos, realizar operaciones lógicas en sistemas digitales, entre otros.

Aplicaciones diversas: Los circuitos electrónicos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde electrónica de consumo, automóviles, comunicaciones, hasta dispositivos médicos y sistemas industriales.

Diseño y análisis: El diseño de circuitos electrónicos implica seleccionar los componentes adecuados y diseñar la disposición de conexiones para lograr un funcionamiento deseado. El



análisis de circuitos, por otro lado, implica estudiar cómo se comporta un circuito bajo diferentes condiciones.

Evolución constante: La tecnología electrónica avanza rápidamente, lo que lleva al desarrollo de circuitos más pequeños, eficientes y potentes con el tiempo.

Un circuito electrónico es una colección de componentes eléctricos interconectados diseñados para realizar una función específica en un sistema electrónico. Estos circuitos son la base de la electrónica moderna y se utilizan en una amplia variedad de dispositivos y aplicaciones en nuestra vida cotidiana.

2.2 ¿QUÉ ES UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN?

Una línea de producción de ensamble es un sistema de fabricación en el que un producto se ensambla o ensamblaje se realiza a través de una serie de estaciones de trabajo, cada una de las cuales tiene una función específica en el proceso de ensamblaje. Estas líneas de producción se utilizan comúnmente en la fabricación de productos en masa, como automóviles, electrodomésticos, dispositivos electrónicos y muchos otros productos manufacturados.

Aquí hay algunas características clave de una línea de producción de ensamble:

1. **Secuencia de trabajo:** En una línea de ensamble, las estaciones de trabajo están dispuestas en una secuencia lógica que sigue el proceso de ensamblaje. Cada estación de trabajo realiza una tarea específica, como la instalación de una pieza, la soldadura, el ensamblaje de componentes, la verificación de calidad, etc.
2. **Especialización de la mano de obra:** Los trabajadores en una línea de producción de ensamble suelen estar altamente especializados en una tarea particular. Esto permite una mayor eficiencia y velocidad en el proceso de fabricación.
3. **Flujo continuo:** Los productos se mueven de una estación de trabajo a la siguiente de manera continua y eficiente. Pueden moverse en línea recta o en bucles, dependiendo del diseño de la línea de ensamble.
4. **Automatización:** En muchas líneas de ensamble modernas, se utilizan sistemas de automatización, como robots, transportadores y máquinas controladas por computadora, para realizar tareas repetitivas y precisas.



5. Control de calidad: A menudo, se incorporan estaciones de control de calidad en la línea de ensamble para asegurarse de que cada producto cumple con los estándares de calidad establecidos.
6. Eficiencia y productividad: El objetivo principal de una línea de producción de ensamble es aumentar la eficiencia y la productividad al producir grandes cantidades de productos de manera rápida y consistente.
7. Costos reducidos: Al estandarizar el proceso de ensamble y mejorar la eficiencia, las líneas de ensamble tienden a reducir los costos de producción por unidad.

Las líneas de producción de ensamble; como se observa en la figura 2.2, son fundamentales en la fabricación en masa, ya que permiten la producción rápida y económica de productos. Sin embargo, su diseño y gestión requieren una planificación cuidadosa para garantizar la calidad y la eficiencia del proceso.



FIGURA 2. 2 Ejemplo de línea de producción

2.3 ¿QUÉ ES PICKING?

El término "picking" se utiliza en el ámbito de la logística y la gestión de inventarios para referirse al proceso de seleccionar o recoger productos específicos de un almacén o un área de almacenamiento con el fin de satisfacer un pedido o una demanda específica. Este proceso es fundamental en la cadena de suministro y desempeña un papel esencial en la distribución y entrega de productos a los clientes.

El proceso de picking implica lo siguiente:



1. Recepción del pedido: Se recibe un pedido de un cliente o una solicitud interna, que incluye detalles sobre los productos que se deben recoger y la cantidad requerida.
2. Planificación: Se planifica la ruta óptima para recoger los productos de manera eficiente. Esto puede incluir la determinación de la ubicación de los productos en el almacén y la secuencia en la que se recogerán.
3. Selección de productos: Los trabajadores o sistemas automatizados (como sistemas de gestión de almacenes o robots) se encargan de seleccionar los productos específicos de las estanterías o áreas de almacenamiento. Esto a menudo implica leer códigos de barras, etiquetas o utilizar sistemas de identificación para asegurarse de que se seleccionen los productos correctos.
4. Verificación: Después de seleccionar los productos, se realiza una verificación para asegurarse de que se han recogido los artículos correctos y en las cantidades adecuadas.
5. Embalaje: Una vez que se han recogido todos los productos necesarios, estos se empaquetan y se preparan para su envío o entrega al cliente. A menudo, se incluyen documentos como facturas y etiquetas de envío en esta etapa.
6. Entrega o envío: Finalmente, los productos empaquetados se envían al cliente o se entregan según las instrucciones del pedido.

El proceso de picking puede variar en complejidad y escala, dependiendo del tipo de empresa y la cantidad de productos que se manejen. Puede ser realizado manualmente por trabajadores, de manera automatizada a través de sistemas robóticos o una combinación de ambos. La eficiencia en el proceso de picking es fundamental para garantizar entregas rápidas y precisas a los clientes, lo que a su vez contribuye a una gestión eficiente de inventarios y una satisfacción óptima del cliente.

2.4 ¿QUÉ ES KANBAN?

Kanban es un término japonés que significa "tarjeta" o "tablero visual". En el contexto de la gestión y la producción, Kanban se refiere a un sistema de control de flujo de trabajo que se utiliza para administrar y mejorar la eficiencia de los procesos de producción o trabajo en equipo. Fue desarrollado originalmente por Toyota en la década de 1940 como parte de su sistema de producción Justo a Tiempo (JIT) y se ha convertido en una herramienta ampliamente adoptada en la gestión de la producción y otros campos.



El sistema Kanban se basa en la visualización de tareas, el flujo de trabajo y la gestión de inventario de una manera altamente eficiente. Aquí hay algunos conceptos clave del sistema Kanban:

1. Tarjetas Kanban: En su forma más simple, se utilizan tarjetas físicas o digitales para representar elementos de trabajo o productos. Cada tarjeta Kanban tiene información relevante, como la descripción del trabajo, la prioridad y la ubicación.
2. Tablero Kanban: Se utiliza un tablero visual para mostrar el estado actual de las tareas o productos en proceso. Este tablero suele dividirse en columnas que representan diferentes etapas del flujo de trabajo, como "Por hacer", "En proceso" y "Terminado".
3. Limitación de trabajo en proceso (WIP limit): Para evitar la sobrecarga de trabajo y el cuello de botella, se establece un límite en la cantidad de tarjetas Kanban que pueden estar en una columna específica del tablero Kanban. Esto fomenta la priorización y la finalización de tareas antes de iniciar nuevas.
4. Flujo continuo: El objetivo es mantener un flujo continuo de trabajo, sin congestiones ni esperas. Las tarjetas Kanban avanzan de una columna a la siguiente a medida que se completan las tareas.
5. Retrospectivas y mejora continua: El sistema Kanban fomenta la revisión constante del proceso y la identificación de áreas de mejora. Los equipos realizan retrospectivas periódicas para analizar lo que funcionó y lo que no, y ajustar el sistema en consecuencia.

Kanban se utiliza en una variedad de entornos, no solo en la producción manufacturera, sino también en áreas como el desarrollo de software, el marketing, la gestión de proyectos y el flujo de trabajo en oficinas. Algunos de los beneficios clave del sistema Kanban incluyen una mayor visibilidad y transparencia en el trabajo en curso, la capacidad de adaptarse a cambios rápidamente y una mejora en la eficiencia general del proceso.

Kanban es una metodología de gestión de procesos que utiliza tarjetas y tableros visuales para optimizar el flujo de trabajo y la productividad, y se basa en principios de limitación de trabajo en proceso y mejora continua.

2.5 ¿QUÉ ES UN ARNÉS ELÉCTRICO?

Un arnés eléctrico, es un conjunto de cables, alambres y conectores que se utiliza para transmitir señales eléctricas o de datos entre diferentes componentes o dispositivos en una



variedad de aplicaciones. Está diseñado para organizar y proteger los cables y alambres, al mismo tiempo que facilita la conexión y desconexión de los componentes según sea necesario.

Aquí hay algunas características clave de un arnés eléctrico:

1. Cables y alambres: Un arnés eléctrico contiene una serie de cables y alambres conductores que pueden estar hechos de cobre u otros materiales conductores. Estos cables transportan energía eléctrica o señales de un punto a otro.
2. Conectores: Los cables en el arnés suelen estar equipados con conectores en ambos extremos. Estos conectores permiten que los cables se conecten y desconecten fácilmente de los componentes o dispositivos a los que están destinados.
3. Protección: El arnés eléctrico a menudo incluye cubiertas o envolturas protectoras para evitar daños físicos, abrasión o interferencias electromagnéticas que puedan afectar la integridad de los cables y las señales eléctricas.
4. Organización: Los cables dentro del arnés están organizados y etiquetados de manera que sea fácil identificar qué cable se conecta a qué componente. Esto facilita la instalación y el mantenimiento.
5. Aplicaciones: Los arneses eléctricos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la industria automotriz (en vehículos para conectar sistemas eléctricos), electrónica de consumo (en dispositivos electrónicos como computadoras y televisores), aeroespacial (en aviones y naves espaciales), telecomunicaciones (en redes de comunicación), entre otros.

La creación de un arnés eléctrico es un proceso que requiere planificación cuidadosa y mano de obra especializada. Los cables deben cortarse, pelarse, conectarse y ensamblarse de acuerdo con un diseño específico que tenga en cuenta la ubicación de los componentes y las necesidades de energía o señal. La organización y el etiquetado adecuados son esenciales para evitar problemas de conexión o mantenimiento en el futuro.

Facilita la transmisión de energía eléctrica y señales, al tiempo que protege los cables y simplifica la instalación y el mantenimiento.

Los arneses automotrices son esenciales en la industria automotriz, facilitando la distribución de energía y la transmisión de señales entre los distintos componentes de vehículos. Estos conjuntos de cables, conectores y componentes son fundamentales para el funcionamiento de



los automóviles, ya que organizan y alimentan los sistemas eléctricos y electrónicos, asegurando la distribución eficiente de la energía y las señales por todo el vehículo.

1. **Conexión de sistemas eléctricos:** Un arnés eléctrico conecta y alimenta una amplia gama de sistemas y componentes eléctricos en un vehículo, incluyendo el sistema de encendido, luces, sensores, sistemas de control del motor, sistemas de seguridad, sistemas de infoentretenimiento, sistemas de climatización, y más.
2. **Organización y protección:** Los arneses eléctricos organizan los cables y alambres de manera eficiente, evitando que se enreden o se dañen. Además, protegen los cables de la humedad, el calor, la abrasión y otros factores ambientales adversos que pueden afectar su funcionamiento.
3. **Facilitación de la instalación:** Los arneses eléctricos vienen preconstruidos y con conectores específicos para cada componente, lo que facilita la instalación y el ensamblaje de los sistemas eléctricos del vehículo durante su fabricación.
4. **Identificación y mantenimiento:** Los cables en el arnés suelen estar codificados por colores y etiquetados para facilitar la identificación de cada cable y su función. Esto simplifica el diagnóstico y el mantenimiento de problemas eléctricos.
5. **Reducción de costos y tiempos de producción:** La fabricación de arneses eléctricos estandarizados y ensamblados previamente ayuda a reducir los costos de producción y acelera el tiempo de ensamblaje de vehículos en las líneas de producción.
6. **Adaptabilidad:** Los arneses eléctricos pueden diseñarse específicamente para adaptarse a diferentes modelos y configuraciones de vehículos, lo que facilita la producción en masa y la personalización.



FIGURA 2. 3 Ejemplo de arnés eléctrico automotriz



CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO



3.1 DEFINIR EL PROYECTO

En un análisis del proceso que la empresa realiza inicialmente, se cuenta con formatos de registro únicos donde se describen los mantenimientos realizados, el formato es una orden de trabajo por mantenimiento, que se muestra en la figura 3.1, pero estos registros no representan una cantidad considerable de tiempo en paro, si se lleva a cabo un recuento de todo el tiempo en paro se obtiene una pérdida significativa en el material producido, por lo que el tener la causa de este paro es fundamental, para reducirlo o tomarlos en cuenta. De acuerdo con las necesidades que se detectaron para el registro de los paros que se tienen en la línea de producción, estos registros son realizados a mano solo si son por parte de mantenimiento y no se tienen registros claros.

FIGURA 3. 1 Orden de trabajo, formato para registro de paro.

El objetivo de llevar a cabo este proyecto es obtener una comprensión más precisa y detallada de las causas detrás de la interrupción en la línea de producción y la duración de esta interrupción. Esto se debe a que la orden de trabajo mencionada previamente carece de la información necesaria para identificar o registrar las razones detrás de esta interrupción.



3.2 FORMACIÓN DE EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

En la tabla 3.1 se muestra el equipo multidisciplinario encargado de llevar a cabo el proceso.

TABLA 3. 1 Equipo multidisciplinario

NOMBRE	AREA	RESPONSABILIDAD
Emilio Roberto Silva Hernandez	Mejora continua	Coordinador de proyecto
Alejandra sandoval lima	Mejora continua	Desarrollador de circuito y programacion
Alfonso Olvera	Sistemas IT	Desarrollador de aplicación
Roberto Flores	Soporte IT	Soporte tecnico
Cesar Cruz	Soporte IT	Soporte tecnico
Fernanda Mendez	Soporte IT	Soporte tecnico
Marisol Gonzales	Proceso	Supervisor de proyecto
Carlos Alcala	Mantenimiento	Soporte tecnico
Adrian Rodriguez Atonal	Mejora continua	Supervisor de proyecto

3.3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Cuando se presentó el problema a la Superintendente de Producción, proporciono un resumen de los antecedentes que explicaban por qué distintas áreas de la planta experimentaron interrupciones en sus operaciones, centrándose especialmente en las líneas de producción.

En tabla 3.2 se puede observar un concentrado de las causas de paro en la línea 1 de producción:

TABLA 3. 2 Datos Innenraum línea 1

INNENRAUM LINEA 1	
Motivo de paro	Tiempo (Minutos)
Problemas de sensores / Cambio de modelo / Platica con IMSS	165
5 Tablas giradas por retrabajos del grupo 8 y suben 5 retrabajos del grupo 8 del área de acabado final	28
Atraso de secuencias encintado 11 ruteo 1- encintado 1.	50
Atraso de secuencias por personal que se retiro de planta a las 1500hrs en lineas de ensamble 1,2,3	27
Atraso de secuencias por variantes grandes	47
Atraso de secuencias por incidencias ruteo 13a,r1,e6,e8,e9,e10,e12	40
Atraso de secuencia den encintado 1a, encintado 17 y encintado 25	40
Ausentismo de 7 personas	15
Ausentismo de personal	15
Ausentismo de personal falta de piking falta de circuito	115
Ausentismo de personal/11 personas rate de 16 piezas por hora	20
Cambio de tablas por evento	40
Cambio de tablas por evento pvs sop 08.24	15
Cambio de tablero para evento pc 061 ass sop 30_23 vw371	40
Cambio de tableros por evento	10
Capacitacion kyt	30
Circuito faltante 3jn0000830274	12
Falta de cajas kan ban	35
Falta de circuito 3jn0001680039 por cable 970000337	291
Falta de circuitos 3jn000908s036 /3tk000113s083	30



TABLA 3. 3 Datos Innenraum línea 1(continuación)

Falta de picking.	15
Falta de picking	156
Falta de picking / cambio de modelo / retardo en el abastecimiento por secuencia de programación	96
Falta de piking	158
Falta de piking	46
Faltante de piking de jetta	15
Los retrabajos que salen del area se rechazan en mesas de clips por falta de componentes	15
Montado de evento 0824	17.22
Programacion de variantes grandes	177
Reparto de secuencias por incidencias presentadas en ruteo 13a,r1,e6,e8,e9,e10,e12	20
Se cambian 3 tableros de evento 08/24 se suben y bajan	30
Se inicia a laborar en línea 1 con personal de línea 4 a las 11 am para confeccionado de evento 08/24	90
Se realiza corrida con 12 pzs de vtm dal	15
Se retira peronal despues de las 15 hrs e9,e14,e15a,e19,r15	20
Se sale cadena del carrusel	15
Se sube y bajan dos tableros de evento 30/23	25
Se suben retrabajos y junta con operadores de ruteo por el fpy bajo	45
Se suben retrabajos por falta de clips en lineas de produccion	10
Solo se realiza llenado de línea 1, se suspendio el confeccionado de evento	339
Sp 15ab con circuito corto	20
Sp- equivocados 58d variante 14 , sp htvl corto	5
Sp rfi con circuitos cortos se retira material de ensamble giraron 6 tablas	17
Sp_15sig circuito corto	10
Sp_15ab, sp_30ak y sp_15r con circuitos equivocados	60
Sp_15sig y sp_htvl variante equivocada	60
Splice equivocado mb3a-1	10
Tableros de eventos pvs 28-24	10
Votaciones sindicales ctm	50
Vth 005 equivocado	5

En tabla 3.3 se puede observar un concentrado de las causas de paro en la línea 2 de producción:

TABLA 3. 4 Datos Innenraum línea 2

INNENRAUM LINEA 2	
Motivo de paro	Tiempo (minutos)
Problemas de sensores / Cambio de modelo / Platica con IMSS	84
Realizar 4 eventos de taos	30
Retrabajos vt s	30
Acomodo de secuencias por ausentismo faltas (r-6,r-7, e-3, e-6, e15a)	30
Atraso de personal nuevo ruteo 3, ruteo 4, ruteo 5 a, ruteo 18	55
Atraso de secuencias (r-5, r-15, r-18,e1)	40
Atraso de secuencias por la falta de3tk3002850001	14
Atraso de secuencias por personal que se retiró de planta a las 1500hrs en líneas de ensamble 1,2,3	24
Atraso de secuencias por variantes grandes	60
Atraso en secuencia r6 r9	8.61
Atraso de encintados por evento	20
Atraso de secuencia de encintado por variante grande	120
Atraso de secuencias	40
Atraso de secuencias r-1a, r-3, r- 4 y r-7	18
Ausentismo de personal falta de picking falta de circuito	76.95
Cambio de tablas de evento taos 3023	25
Cambio de tablas por liberacion de línea 4	30
Cambio de tablas por liberacion de tablas de línea 4	30
Cambio de tableros por evento	25
Capacitación KYT	30
Evento de los circuitos enredados	30
Falta de circuito 3jn0001680039 por cable 970000337	112



TABLA 3. 5 Datos Innenraum línea 2(Continuación)

Falta de picking	15
Falta de picking	377
Falta de picking taos	234
Falta de picking	393
Faltante de picking de Jetta	15
Giran retrabajos por circuitos reventados	35
Los retrabajos que salen del área se rechazan en mesas de clips por falta de componentes	15
Plática con operativos por retrabajos generados en turno	20
Problemas con material de us 30af16 15sig var 27 , mb687 equivocados	20
Programación de variantes grandes	60
Se recibe con desabasto de circuitos en puntos de uso en líneas de ensamble	30
Se retira personal después de las 15 hrs r5a,r7,r10,r6,e7,e1a	30
Se suben retrabajos de clips faltantes	78
Se suben retrabajos por clips faltantes	40
Se suben retrabajos por falta de clips en líneas de producción	15
Sp_15ab, sp_wkesi equivocados / circuitos cortos	30
Sp- mb 11, sp - mb 10a , (faltantes y circuitos equivocado)	30
Sp_15 sp_58d variante equivocada / sig circuito corto	20
Sp_15ab, sp_30ak y sp_15r con circuitos equivocados	74
Splice 15af34 equivocado	10
Splice 30f8 equivocado	20
Splice canhw equivocado en variante 06 y 17 de taos, más de 20 casos	10
Splice canhk, circuitos equivocados	10
Splices 58d, circuitos equivocados	10
Splices linamb faltante de us, terminal dañada	10
Terminales dañadas de la vtm cav,5 y 6 junto con vtf al 1tv1	10
Votaciones sindicales ctm	50
Vtm circuito equivocado bcma /57	30
Vtm- circuitos equivocados sp-639 al gate c1	10

En tabla 3.4 se puede observar un concentrado de las causas de paro en la línea 3 de producción:

TABLA 3. 6 Datos Innenraum línea 3

INNENRAUM LÍNEA 3	
Motivo de paro	Tiempo (minutos)
Atraso de secuencias por personal notitular en el proceso	20
Atraso de secuencias por personal que se retiro de planta a las 1500hrs en líneas de ensamble 1,2,3	21
Ausentismo de personal	20
Ausentismo de personal falta de picking falta de circuito	25.65
Capacitación KYT	30
Dan de baja a personal por pelea en el comedor encintado 24, 1, p5	20
Dan vuelta 3 retrabajos por splice mal configurado mb639a1	10
Falta de circuito 3jn1000980006	10
Falta de circuito 3tk0002800026	20
Falta de picking	34
Falta de picking taos	120
Falta de picking	347
Falta de picking	200
Se confeccionan 11 pkn's de evento 33	45
Se realiza un 2do acomodo de personal por bajas que hacen a las 10am en encintado 25 y ruteo 4a	10
Se recibe con desabasto de circuitos en puntos de uso en líneas de ensamble	30
Se reparten secuencias por incidencias en pre 7, ruteo 12,16,18, encintados 8,10,13,	10
Se suben retrabajos de clips faltantes	30
Se suben y bajan tablas de evento 30/23	25
Se suben y se bajan 3 tableros de evento 30/23	20
Splice equivocado kessy mandaron la variante corta	20
Suben y bajan tableros de evento	54
Votaciones sindicales CTM	50
Vtm dal enredada ocasiona atraso de secuencias en los ruteos	10



En tabla 3.5 se puede observar un concentrado de las causas de paro en la línea 4 de producción:

TABLA 3. 7 Datos Innenraum línea 4

INNENRAUM LINEA 4	
Motivo de paro	Tiempo (minutos)
Problemas de sensores / Cambio de modelo / Plática con IMSS	60
Acomodo de personal por incidencias en pre 9, r2,r3,e5,311,e15a	16
Acomodo de secuencias por incidencias en enc.1,11,23, pre 2,3, ruteo 4a,17	25
Atraso de personal en secuencias repartidas por ausentismo personal sin habilidad en el proceso e10a,e6,r1,,r18,e1	70
Atraso de secuencias en ruteo 5, pre 3, encintados 23, 10a,12,13,9	30
Atraso de secuencias por las incidencias de encintados e5,311,e15a	74
Atraso de secuencias por personal no titular en el proceso en ruteo 5, ruteo 4a, ruteo 17, encintado 11 enc. 1, encintado 23, ruteo 18,	100
Deja de laborar a las 10 30 am	120
Falta de personal salida de retrabajos ausentismo de personal	175
Falta de picking a inicio de turno	15
Falta de picking	10
Falta de picking	90
Falta de picking	230
Falta de picking	32
Faltante de circuito 3jn1000980006	10
Línea parada en la entrega de turno equipo 8 por secuencias atrasadas, circuitos sin insertar, inversiones, clips faltantes y equivocados	30
Plática con personal sindicalizado por bullying al personal de nuevo ingreso	30
Retrabajos por splice 15sig / 15ab / mb10a1	50
Retrabajos modulo sobrante 083	10
Scanner de ruteo 1 no funciona	14
Se arranca línea a partir de las 1000	188
Se pasan 23 piezas de TSK del evento 30/23	32
Se realiza un 2do acomodo de personal por bajas que hacen a las 10am en el ruteo 5	15
Se realiza un 3er acomodo en la línea se retira lactancia de ruteo 18	15
Se realizan retrabajos en línea por ruteo 8 circuitos incorrectos en conector bcmc cav. 50,51 y clips faltantes del encintado 10a,e1,e6	30
Se retrabajan salidas incorrectas en el proceso de lo que se recibe como grupo b	15
Sp rfi con circuitos cortos se retira material de ensamble	40
Tablero se va vacío por etiqueta doblada en PKN de evento no se puede leer en el escaneo	12

Al analizar las distintas causas se estratificaron de acuerdo a las que más se repiten, las cuales son las siguientes:

En la línea 1 de Innenraum, excluyendo al apartado de “otros” que conforma distintos tipos de causas que no se repiten demasiado, se observa que la causa más común de paros es por falta de picking lo que corresponde al área de control de producción. En el contenido de “otros” se encuentra una causa que es “Se sale cadena del carrusel” la cual corresponde a Mantenimiento y revisando son 15 minutos, de los cuales solo representa el 1% de “otros”, como se muestra en la tabla 3.6.



TABLA 3. 40 Datos de causas totales línea

INNENRAUM LINEA 1		
Causa	Tiempo total	Porcentaje
Falta de material	333	13%
Falta de picking	486	19%
SP equivocado	182	7%
Eventos	277	11%
Exceso de variante grande	224	9%
Atraso de secuencia	157	6%
Retrabajo	98	4%
Ausentismo	165	6%
otros	694	27%

En la Figura 3.2 Se muestra un Pareto de la tabla 3.6.

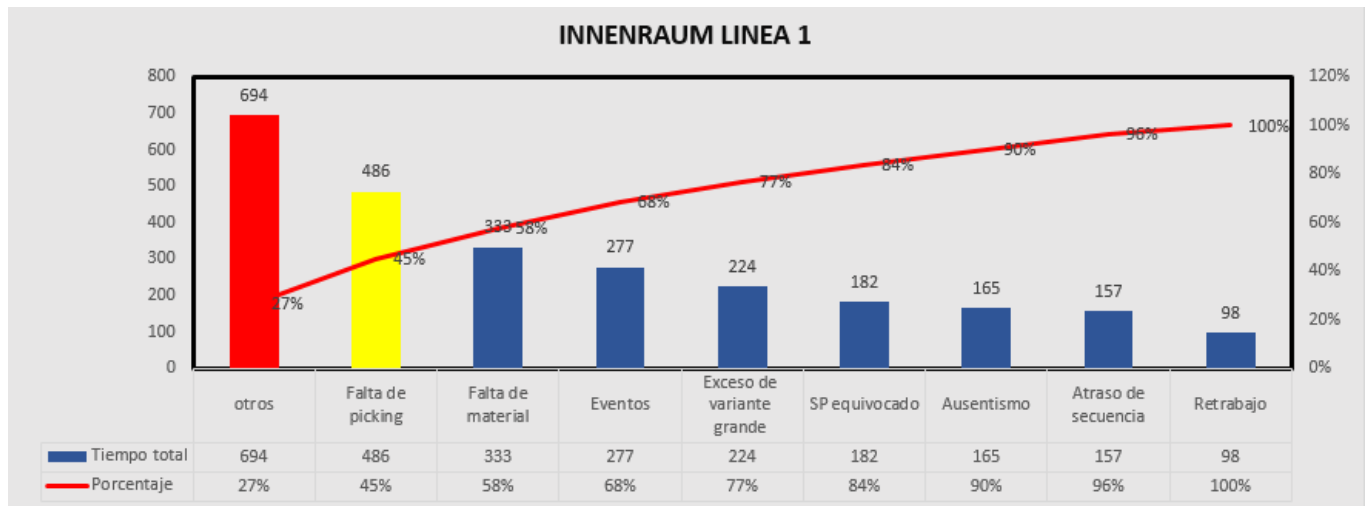


FIGURA 3. 2 Pareto de Innenraum línea 1

En la línea 2 de Innenraum se observó que el más común es por falta de picking, este al igual que el anterior corresponde al área de control de producción, como se muestra en la tabla 3.7.



TABLA 3. 41 Datos de causas totales línea

INNENRAUM LINEA 2		
Causa	Tiempo total	Porcentaje
Falta de material	156	6%
Falta de picking	1034	39%
SP equivocado	224	9%
Eventos	130	5%
Exceso de variante grande	120	5%
Atraso de secuencia	306	12%
Retrabajo	213	8%
Ausentismo	107	4%
otros	344	13%

En la Figura 3.3 Se muestra un Pareto de la tabla 3.7.

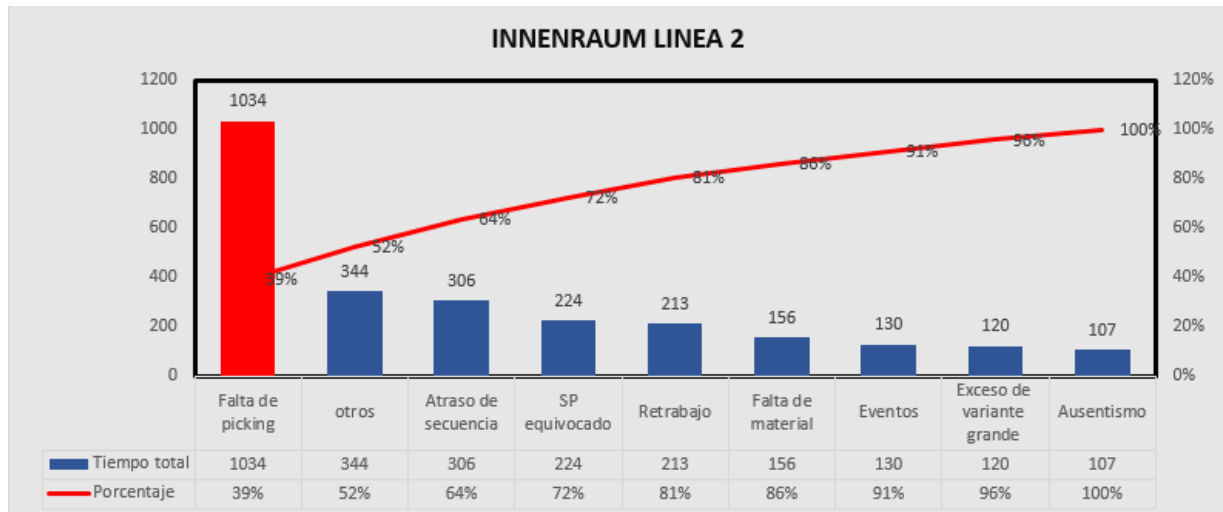


FIGURA 3. 3 Pareto de Innenraum línea 2

En la línea 3 de Innenraum se observó que el más común es por falta de picking, al igual que el anterior corresponde al área de control de producción, como se muestra en la tabla 3.8.



TABLA 3. 42 Datos de causas totales línea 3

INNENRAUM LINEA 3		
Causa	Tiempo total	Porcentaje
Falta de material	60	5%
Falta de picking	701	59%
SP equivocado	20	2%
Eventos	144	12%
Exceso de variante grande		0%
Atraso de secuencia	51	4%
Retrabajo	40	3%
Ausentismo	86	7%
otros	80	7%

En la Figura 3.4 Se muestra un Pareto de la tabla 3.8

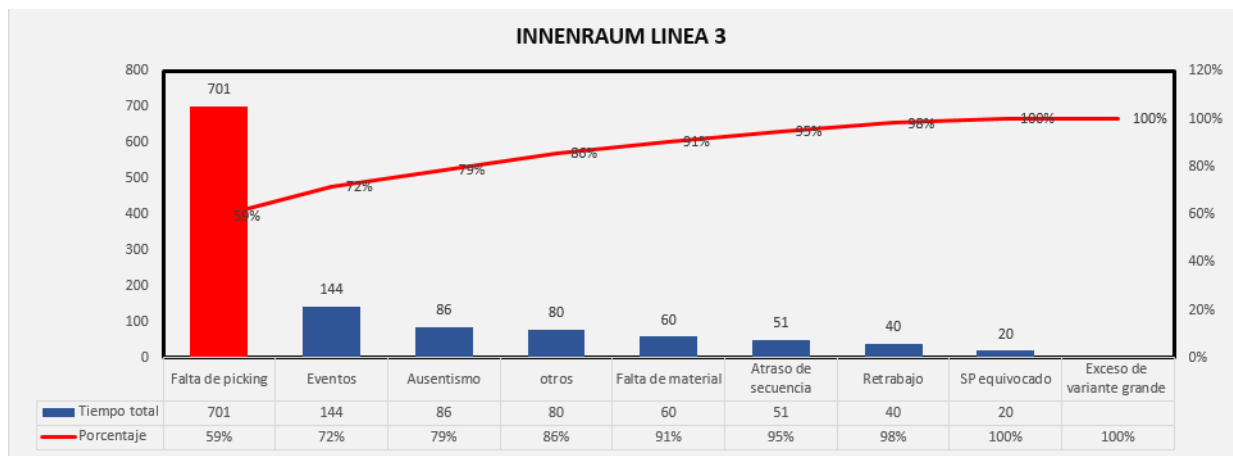


FIGURA 3. 4 Pareto de Innenraum línea 3

En la línea 4 de Innenraum excluyendo el apartado de “otros”, se observó que el más común sigue siendo por “Falta de picking” que como ya se mencionó corresponde al área de control de producción, como se observa en la tabla 3.9.



TABLA 3. 11 Datos de causas totales línea 4

INNENRAUM LINEA 4		
Causa	Tiempo total	Porcentaje
Falta de material	10	1%
Falta de picking	377	25%
SP equivocado	40	3%
Eventos	44	3%
Exceso de variante grande		0%
Atraso de secuencia	304	20%
Retrabajo	105	7%
Ausentismo	246	16%
otros	412	27%

En la Figura 3.5 Se muestra un Pareto de la tabla 3.9

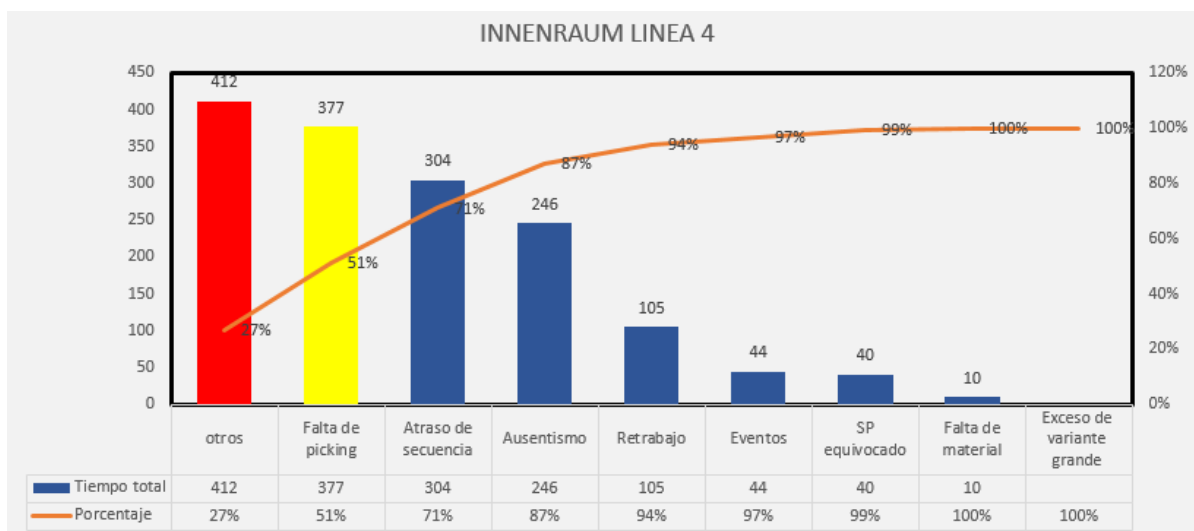


FIGURA 3. 5 Pareto de Innenraum línea 4

Si se anexan los resultados de todas las tablas para obtener el total de las causas probables se obtiene la siguiente tabla, en la cual se observa que en todas las líneas de Innenraum de la planta la causa más común que ocasiona paros de producción es por falta de picking.



TABLA 3. 12 Datos de causas totales Innenraum

INNENRAUM		
Causa	Tiempo total	Porcentaje
Falta de material	559	7%
Falta de picking	2598	33%
SP equivocado	466	6%
Eventos	595.22	7%
Exceso de variante grande	344	4%
Atraso de secuencia	817.61	10%
Retrabajo	456	6%
Ausentismo	604	8%
otros	1530	19%

En la imagen 3. Se muestra un Pareto de la tabla 3.10

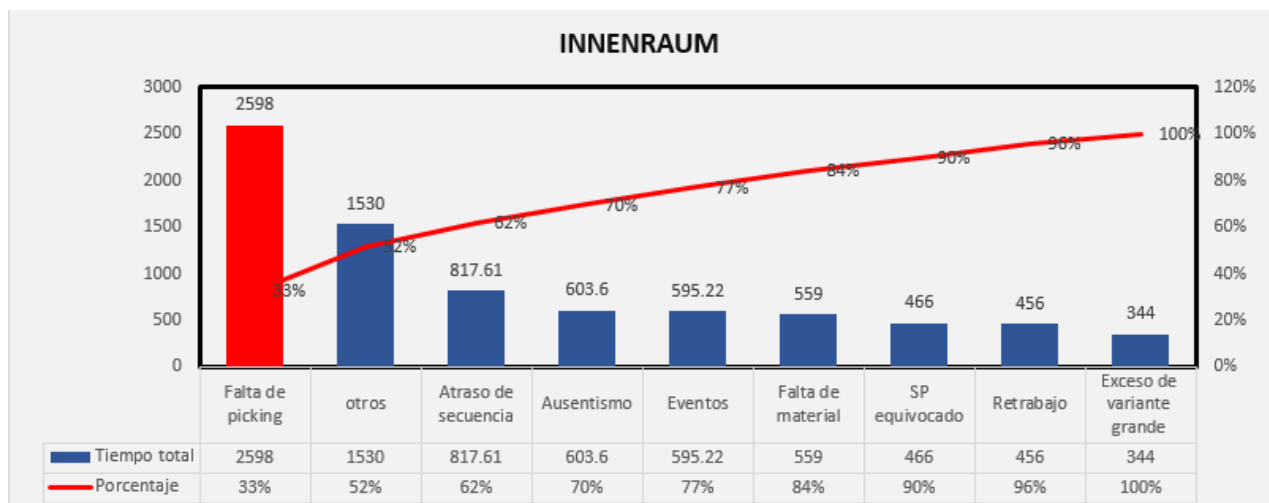


FIGURA 3. 6 Pareto de Innenraum

Al tener la causa mayor que provoca los paros se entregan los resultados al super intendente de producción ya que al contar con la información podrá revisar en el área donde existe el problema para corregirlo o aminorar la situación

Sin dejar de lado todas las causas de los paros se procedió a realizar un listado de todas las áreas que están involucradas en los paros incluyendo las cuales su tiempo fue menor y son las siguientes:



- Producción
- Control de producción
- Ingeniería
- Calidad
- IT
- Mantenimiento
- Otros

Se volvió a incluir el apartado de otros ya que las opciones de los paros que se tienen no siempre son ocasionadas por un área en específico.

3.4 APLICAR GEMBA

Al realizar una investigación en conjunto con el GNTA, en base a un histórico que se realizó, de cuáles son las razones más comunes por las cuales la línea realiza paros. Se encontraron estas opciones de acuerdo con las áreas que pueden interferir en la línea de producción:

Producción:

- Módulos equivocados.
- Madejas equivocadas
- Material faltante (splices, cintas, etc.)
- Atrasos de secuencias.
- Clips faltantes (antes de bajar el arnés)
- Material sin etiquetas
- Circuitos enredados
- Retrabajos
- Ausentismo

Control de producción:

- Exceso de variante grande
- Falta de circuitos
- Cambio de tablero
- Cierre de turno
- Faltante de picking
- Cambio de programación (cambio de línea)



Ingeniería:

- Eventos
- Cambio de modelo
- Puntos de cambio
- Actualización WA

Calidad:

- Liberación de tablero
- Liberación de línea

IT:

- Falla de sistema

Mantenimiento:

- Falla de mantenimiento

Otros:

- Hora de comida
- Reunión o receso extra
- Orden y limpieza
- Platica 5 minutos.

3.5 ACCIONES DE MEJORA

En la línea 1 de producción el ensamblado es completamente manual cuenta con 51 posiciones, a lo largo de la línea ensamble contamos con 6 paros de emergencia, 3 de cada lado, y uno al inicio de la línea de ensamble con los cuales el personal puede presionarlos al momento de detectar una falla lo que provoca el paro completo de la línea, estos tienen una torreta que indica el lugar donde se presionó el botón, además de una al inicio de la línea cuenta con un sistema llamado Andon donde indica que está en paro, así el responsable de cada lado se encargara de corregir este error y de hacer el registro correspondiente en el formato.

La línea de ensamble se observa en la figura 3.7.



FIGURA 3. 7 Línea de ensamble

Los puntos indican la posición en la que se encuentran distribuidos los botones de paro emergencia, los puntos naranjas con borde azul representan las posiciones de ruteo que son 23, los puntos naranjas con borde verde representan las posiciones de encintado las cuales son 28 y el punto naranja con borde morado representan el botón de paro de emergencia de inicio de línea al cual los líderes y coordinadores tienen acceso y se podría considerar el paro de emergencia principal.

3.5.1 DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN Y APLICACIÓN

Se analizó el tipo de funcionamiento que se necesita se llegó a la conclusión de usar el programa de Arduino para realizar la programación y en base a este se realizara la conexión de los componentes necesarios para crear el control de paros.

La programación cuenta con las siguientes características:

Cuando el programa detecta un cambio de voltaje, que se produce al presionar el botón de paro en la línea, recibe una señal que se denomina “S” de Stop, al detectar esta señal el programa realiza un conteo del tiempo que lleva en paro, si el conteo llega a los 50 segundos el menú de paros se mostrara en la pantalla automáticamente, para que el usuario proceda a seleccionar la causa de este paro en la producción.



```
programa_ok  
const int LED=5;  
const int LED1=6;  
const int LED2=7;  
const int BOTON=4;  
int val;  
unsigned long a;  
unsigned long b;  
char dato;  
  
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  pinMode(LED,OUTPUT);  
  pinMode(LED1,OUTPUT);  
  pinMode(LED2,OUTPUT);  
  pinMode(BOTON,INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
  delay(60000);  
}  
  
void loop() {
```

FIGURA 3. 8 Programación del control.

Al seleccionar la causa la ventana se minimizará automáticamente para así no interrumpir las actividades del operador, ya que al salir el menú este interrumpe las actividades que se lleguen a realizar en la pantalla, así mismo al mostrarse el menú en la parte inferior izquierda se observará un cronometro que muestra el tiempo que lleva en paro la línea.

Cabe destacar que, aunque el menú se minimice el cronometro no se detendrá hasta que detecte un cambio de señal que indique el término del paro.

Al momento de que la línea vuelva a estar en funcionamiento la línea de producción el control recibirá la señal que se denominó “R” de Run, lo que detendrá el conteo del cronometro enviara el dato al programa de PKN TRACK donde se registraran todos los datos con el tiempo que duro el paro.

Se definen las variables de los componentes, los leds que usaremos como indicadores visuales para asegurar recibir la señal.

Si al producirse el paro el tiempo es menor a los 50 segundos que se requieren para que salga el menú de paros, el programa lo enviara al registro como “MICROPARO”, ya que no se eligió una opción como la causa y no duro más tiempo.



Para que el menú y programa funcionen como se espera, el equipo de IT se encargó de realizar las conexiones y dar los permisos necesarios al programa para que se pueda mostrar en la pantalla y registre los datos en el PKN TRACK, que es un programa que usa la empresa para registro y manejo de datos de distintas áreas de la empresa.

3.5.2 DESARROLLO DE CIRCUITO ELECTRÓNICO

Para la conexión del circuito electrónico se consideraron los voltajes de salida que se pueden obtener de la caja de control de la línea de producción y el menos voltaje que se puede tomar es de 24v por lo que se necesitan algunos componentes para evitar dañar la placa de Arduino que se usara para cargar la programación y el control.

La placa de Arduino que se usara resiste un máximo de 24v, por lo que se agregará a la conexión un relevador de 24v y un fusible de 2A para así evitar alguna variación o caída de voltaje que pueda dañar la placa.

La conexión ira a las salidas, que se muestran en la figura, que nos pueden proporcionar las variaciones de voltaje que la línea realiza con los botones de paro que se encuentran a lo largo de esta y cualquier operador lo puede presionar por lo tanto provocar el paro de la línea de producción.

3.5.3 RFQ

En el RFQ se enlistarán los materiales y componentes que se necesitan para armar el control y su conexión eléctrica. Esta lista se lleva a cabo en el formato que se muestra en la figura 3.9.



Formato de Requisición de Productos o Servicios

Consecutivo RFQ compras:				Fecha de entrega a compras:					
Nº de partida	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción producto o servicio	Marca, Modelo	El producto o servicio afecta al producto y/o proceso	Se reviso en Matriz de Proveedores	Requisitos legales y reglamentarios (corporativo y/o gobierno) o del cliente. (Certificaciones, acreditaciones, etc).	No. Material MRO	Observaciones
1					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
2					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
3					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
4					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
5					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
6					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
7					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
8					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
9					☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO			
10					☐ SI ☐ NO	*E1/2 ☐ NO			
Áreas afectadas que validaron el requerimiento				☐ DIRECCIÓN ☐ INGENIERÍA ☐ MANTENIMIENTO ☐ PRODUCCIÓN ☐ COMPRAS ☐ ENTAS ☐ CALIDAD ☐ SERVICIOS GENERALES ☐ PROYECTOS ☐ SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ☐ DESARROLLO TÉCNICO ☐ LOGÍSTICA ☐ RECURSOS HUMANOS ☐ FINANZAS ☐ COMERCIO EXTERIOR ☐ SISTEMAS IT ☐ SEGURIDAD E HIGIENE ☐ CONTROLLING					
Justificación				Presupuesto disponible MXN / USD / EUR					
Fecha estimada requerido en planta									
Nombre del Solicitante				Departamento / Área					

Firma del solicitante

FIGURA 3. 9 Formato de RFQ

De acuerdo a los componentes que se necesitan se enlistaran para que la empresa pueda adquirir los materiales, por lo que el RFQ queda con los siguientes datos.

- Clema porta fusible WS 16
- Relé octal 24v 10A
- Base para relé 90.20SMA
- Gabinete Plástico De 22.3 X 9.2 X 14 Cm | Gp-14 Steren GP-14
- Caja con 5 piezas fusible europeo 2A
- Arduino Nano Genérico
- Cable USB a Mini USB P/Arduino Nano
- PCB 4557 85X79mm
- RESISTENCIAS 330 Ohm
- RESISTENCIAS 10 Kohm
- LED verde ultrabrillante 5mm
- LED azul ultrabrillante 5mm
- LED rojo ultrabrillante 5mm



- Tira de pines hembra
- Clema grande 3 terminales para bornera
- 1 riel DIN ranurado de aluminio
- Servicio de ensamble de 6 tarjetas Arduino
- 20 metros de cable calibre 22.

Todos los materiales mencionados anteriormente son los necesarios para realizar el control 1 que se usara como prueba para la línea 1 de producción de Innenraum, que es de la cual se obtuvieron los datos.

En el formato del RFQ se agregarán los materiales con la cantidad acompañado de una imagen para su fácil comprensión en las áreas involucradas a su adquisición. Una vez enviado el formato solo queda esperar a que lo aprueben y se realice la compra del material y lo puedan facilitar al área de Mejora continua para realizar las conexiones.

3.5.4 CONEXIÓN DEL CONTROL PARA APP DE PAROS

La conexión de la placa de Arduino es la siguiente:

En el PCB 4557 85X79mm se iniciará la conexión de la placa de Arduino nano en la cual se usarán 3 resistencias de 330 ohm y 1 resistencia de 10 Kohm, los tres leds de los colores azul, verde y rojo, 2 tiras de 15 pines hembra y 5 clemas grande de 3 terminales para bornera. Ya que se tienen los materiales se tienen que implementar a la placa PCB con el diseño que fue aplicado para el funcionamiento deseado, se soldaran las piezas para que cumplan con el funcionamiento de la programación.

En la figura 3.10 se observa la forma en la que queda el circuito del Arduino.

Los pines hembra se usarán como base para poder conectar y desconectar el Arduino en caso de que se requiera realizar un cambio o configuración en este y así no se tenga que desoldar o dañar algún otro componente de la placa PCB.

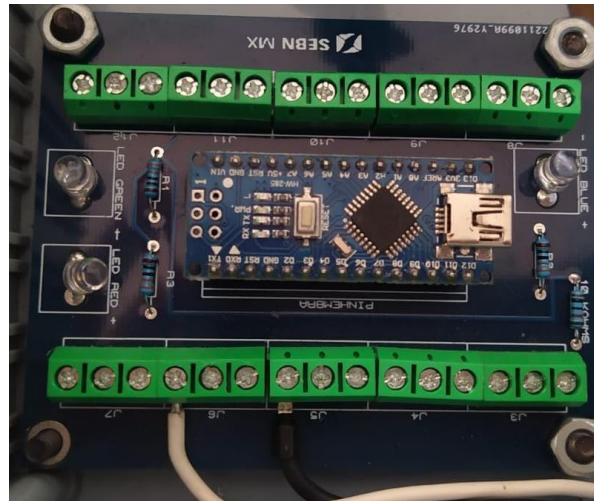


FIGURA 3. 10 Conexión de Arduino en placa PCB

3.5.5 DISEÑO DEL MENÚ DE PAROS

Al tener las causas de paro separadas por área se realiza el diseño del menú que se mostrará en la pantalla al momento que se detecte el paro, se observa en la figura 3.11.

Producción ☐ Módulos equivocados ☐ Madejas equivocadas ☐ Material faltante (splices, cintas, etc.) ☐ Atrasos de secuencias ☐ Clips faltantes (antes de bajar el arnés) ☐ Material sin etiquetas ☐ Circuitos enredados ☐ Retrabajos ☐ Ausentismo	Ingeniería ☐ Eventos ☐ Cambio de modelo ☐ Puntos de cambio ☐ Actualización WA
Control de producción ☐ Exceso de variante grande ☐ Falta de circuitos ☐ Cambio de tablero ☐ Cierre de turno ☐ Faltante de picking ☐ Cambio de programación (cambio de línea)	Calidad ☐ Liberación de tablero ☐ Liberación de línea IT ☐ Falla sistema Mantenimiento ☐ Falla de mantenimiento Otros ☐ Hora de comida ☐ Reunion o receso extra ☐ Orden y limpieza ☐ Platica 5 minutos

FIGURA 3. 11 Menú de paros

En el diseño se buscó usar unos colores con los que puedan diferenciar de forma fácil y rápida las distintas áreas que intervienen en la línea de producción y así la selección de la causa sea más fácil de realizar y no intervenga con las actividades de los operadores.



3.6 PUNTO DE CAMBIO EN EL PROCESO

Para realizar pruebas el control se conectó el lunes 15 de mayo y empezar a tener los primeros registros en el programa de PKN TRACK, así se podrán observar los resultados de la prueba y verificar el funcionamiento de la programación, la conexión y la aplicación.

3.6.1 REGISTRO EN PKN TRACK

Para observar los resultados obtenidos en la prueba primero es indispensable conocer el programa de PKN TRACK.

Para iniciar se debe solicitar permiso al área de IT de soporte para que autoricen el uso del link para acceder al programa y poder observar los registros.

Después de tener la autorización se observa el inicio del programa el cual se muestra en la figura 3.12

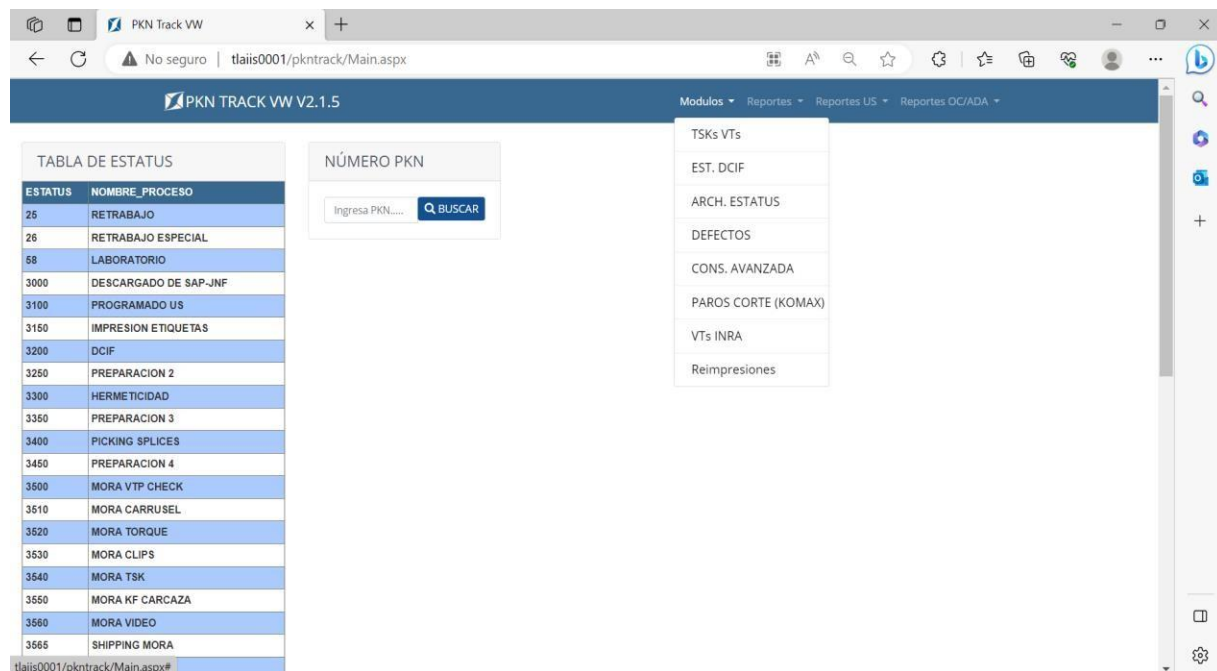


FIGURA 3. 12 Inicio del programa PKN TRACK

Al tener el programa abierto, para acceder a los datos se seleccionará la opción de módulos que se encuentra en la parte superior derecha y es la primera opción, al seleccionarla tenemos más opciones y para la prueba se usara la opción de Paros corte (komax) y al ingresar solo se



selecciona la fecha y hora en la que se realizó la prueba, para este caso se seleccionara la fecha de 16 de Mayo ya que la conexión del control tardara 1 turno en realizarse

3.6.2 CONEXIÓN DE CONTROL

Para la conexión del control en la línea 1 de producción de Innenraum se solicitó la ayuda del equipo de mantenimiento y de sistemas.

Los primeros en realizar un cambio en la línea fue el equipo de mantenimiento como se observa en la figura 3.13, analizaron la distancia que tiene el cable para conectar desde la caja de control de la línea de producción hasta el control de la aplicación que se ubicara en la mesa donde se encuentra la impresora, de las papeletas que se ponen en el tablero por arnés, al igual que la pantalla se pondrá en la mesa para mejor lectura del menú de paros.



FIGURA 3. 13 Equipo de mantenimiento



Después de analizar la distancia se procedió a rutear el cable de forma que no interfiera en las labores del personal, como se observa en la figura 3.14.



FIGURA 3. 14 Equipo de mantenimiento realizando el ruteo del control

Para facilitar el ruteo del cable y por normas de la empresa para trabajos en altura se debe tener el permiso, así como, la protección adecuada el cual es arnés y casco. Además, de que el equipo que trabajará en el área debe delimitar tal área con una cinta amarilla de precaución para evitar accidentes, como se observa en la figura 3.15.



FIGURA 3. 15 Equipo de mantenimiento en área de trabajo



Una vez ruteado hasta llegar a la caja de control de la línea de producción se procedió a la conexión de los cables del control de la aplicación a las entradas del control que detecta los paros o las variaciones de voltaje, como se observa en la figura 3.16.



FIGURA 3. 16 Equipo de mantenimiento realizando conexión en el control principal

Ocurrió una confusión con la conexión con la cual el control detecta la variación de voltaje en la línea de producción, pero una vez analizado el control se propuso una idea de conexión y resulto más sencilla la conexión, como se observa en la figura 3.17.



FIGURA 3. 17 Equipo de mantenimiento revisando la conexión en el control principal



En la figura 3.18 se observa la conexión para detectar la variación de voltaje en la línea 1 de producción, que se ubica en la salida del relé temporizador y el contactor.

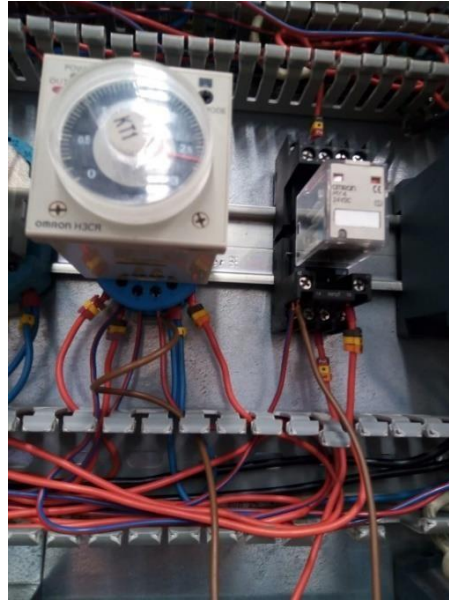


FIGURA 3. 18 Conexión de control principal.

Después de realizar la conexión se debió adaptar la mesa de modo que la pantalla pudiera estar a una adecuada distancia de la vista para facilitar la lectura del menú de paros, como se observa en la figura 3.19.



FIGURA 3. 19 Adaptación de la mesa para pantalla



Una vez que se tuvo la mesa adaptada el equipo de sistemas procedió a bajar la pantalla; como se observa en la figura 3.20, al igual que el equipo de mantenimiento, sistemas debió de contar con el equipo de protección adecuado y respetar las normas para trabajar en la línea.



FIGURA 3. 20 Equipo de sistemas cambiando la posición de la pantalla

Una vez que la pantalla estaba abajo el equipo de sistemas procedió a adherirla a la base de la mesa adaptada, como se observa en la figura 3.21.



FIGURA 3. 21 Equipo de sistemas realizando adaptación a la pantalla



Después de poner la pantalla en la mesa el equipo de sistemas procedió a instalar la programación adecuada, así como la programación y las aplicaciones necesarias para las actividades que se realicen con ayuda de la pantalla, como se observa en la figura 3.22.



FIGURA 3. 22 Equipo de sistemas adaptando el programa

Una vez que todo estuvo instalado se puede observar que el menú de paros funciona adecuadamente, como se observa en la figura 3.23.

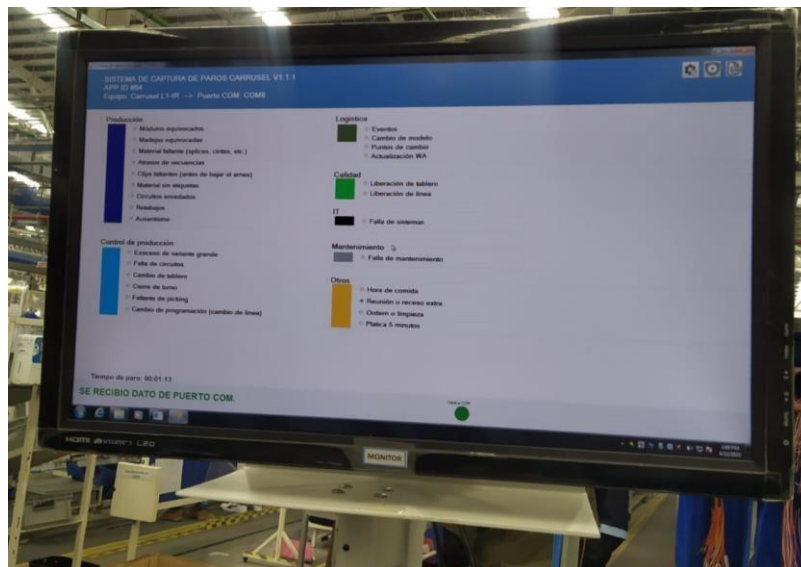


FIGURA 3. 23 Funcionamiento de aplicación en la línea de producción



Ya que se observó que el menú de paros funciona correctamente se analizó y comprobó que la aplicación del menú de paros en realidad no ocupa tanto espacio en la memoria del FANLESS, como se observa en la figura 3.24.

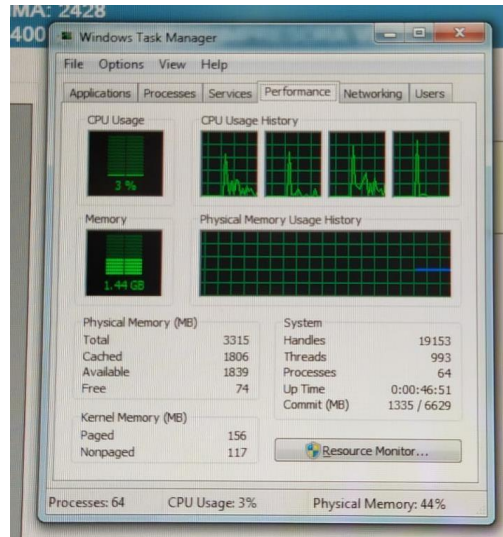


FIGURA 3. 24 Espacio que ocupa la aplicación en la memoria de la FANLESS

Después de comprobar el funcionamiento de la aplicación; como se observa en la figura 3.25 en la línea de paros se verifico el funcionamiento de la programación en la tarjeta de Arduino nano.



FIGURA 3. 25 Comprobación de funcionamiento del programa en el control



- El led que enciende en color azul, como se observa en la figura 3.26, indica que el sistema electrónico esta activado, por tanto siempre estará encendido una vez que se conecte el cable USB a la FANLESS

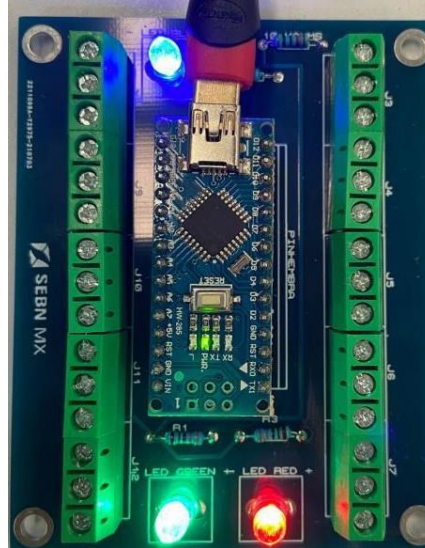


FIGURA 3. 26 Tarjeta PCB sincronizándose con la programación

- El led que enciende en color verde, como se observa en la figura 3.27, indica que la línea de ensamble esta funcionando, es decir, si la luz verde del andón de la maquina esta encendido este led encenderá, de no ser así, se mantendrá apagado como se ve en la imagen.

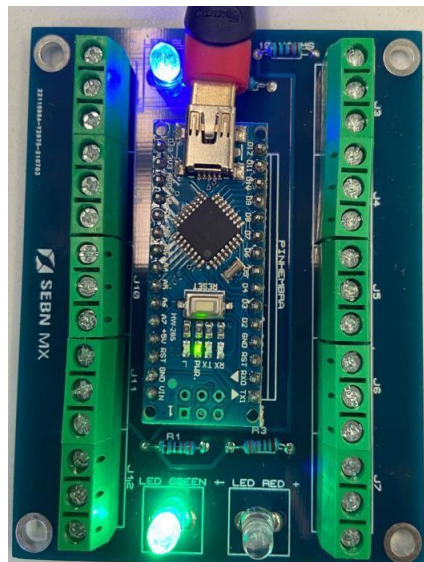


FIGURA 3. 27 Indica la señal de Run



- El led que enciende en color rojo, como se observa en la figura 3.28, indica que la línea de producción esta parada, es decir, si luz verde del andón de la línea esta apagado este led encenderá, de no ser así se mantendrá apagado.

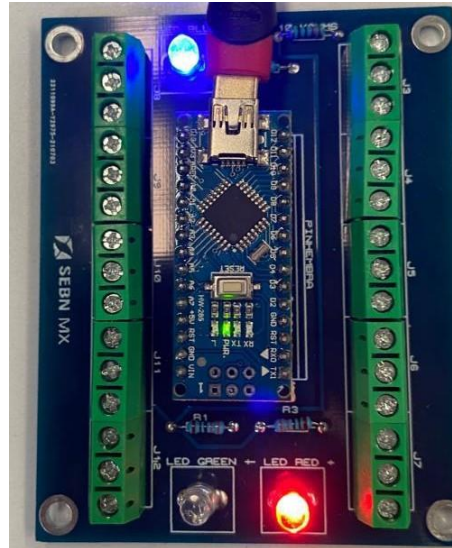


FIGURA 3. 28 Indica la señal de Run

3.7 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

De la prueba que se realizó se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 3.11, de acuerdo a las opciones que se predeterminaron en el menú de paros. Además, en la figura 3.29, se muestra un Pareto donde es más fácil de entender de mejor forma los tiempos.

TABLA 3. 13 Resultados de prueba

CAUSA DE PARO	TIEMPO
Eventos	52
Atrasos de secuencias	39
Microparo	20
Faltante de picking	16
Cambio de tablero	14
Material faltante	11.5
Clips faltantes	11
Exceso de variante grande	6
Retrabajos	3.5
Falla de mantenimiento	3.4

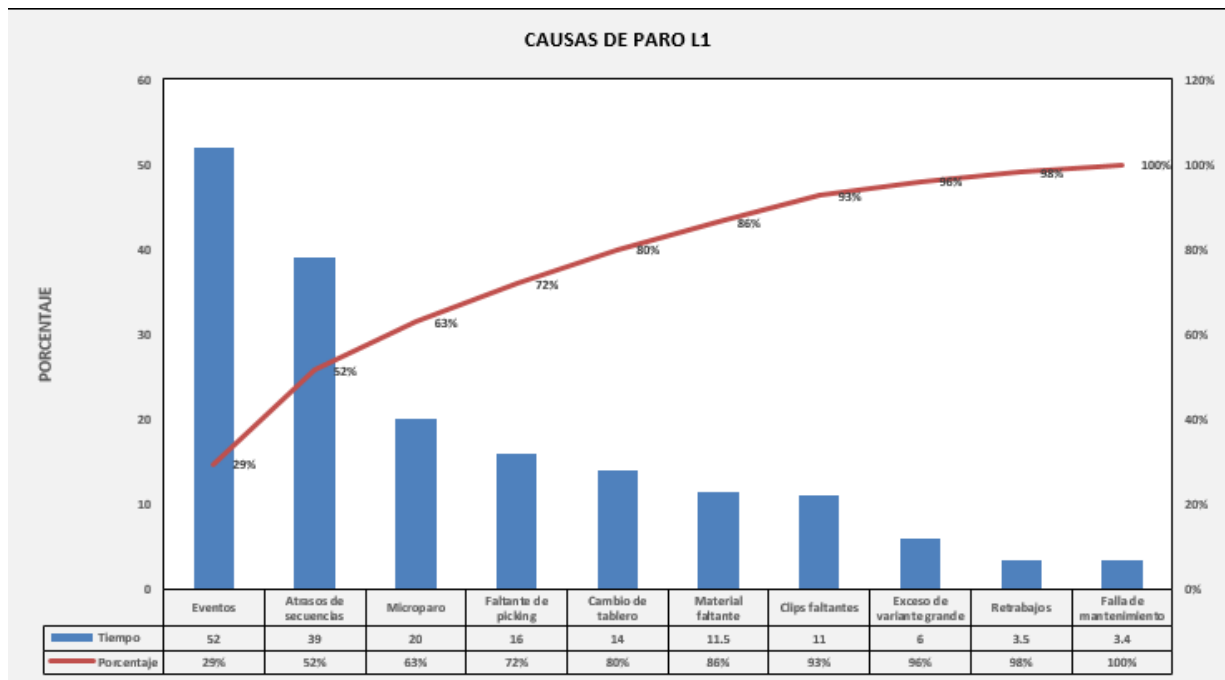


FIGURA 3. 29 Pareto de causas de paro de la línea 1

Los eventos, atraso de secuencias y faltante de picking son las causas principales de paros

Se detecta que algunas veces el carrusel no para, pero este tiene faltante de picking hasta en 9 tableros, por lo cual se concluye que actualmente la causa principal de no cumplimiento a las piezas por ahora es el faltante de picking

Se detecta que hay tableros que llevan retrabajos en los tableros.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, se tiene un registro más claro de las causas más comunes por las cuales la línea de producción realiza paros y así se puede verificar con el área en cuestión por la cual se realizó el paro.

- Se observó y midieron las causas por las cuales las líneas de ensamble realizan los paros.
- Se identificaron las causas más comunes por las cuales se realizaron los paros y se implementaron en la aplicación como opciones a elegir.
- Se implementó el proyecto con los equipos y operadores de la planta.
- Se realizó toma de tiempos para tener un promedio del tiempo de paro de la línea de producción.
- Se revisó con las distintas áreas involucradas en la acción para definir las opciones posibles del paro de la línea de producción.
- Con ayuda de los datos obtenidos se realizó una propuesta para la visualización de los ítems.
- Se realizó la programación requerida para el control que se construyó.
- Se realizó la conexión necesaria para el correcto funcionamiento del control que proporcione los datos necesarios a la programación.

Se recomienda que el registro se mantenga ordenado y completo, además de que se revisen los datos periódicamente, por lo menos una vez a la semana.

- Seguir y mejorar los resultados del proyecto en caso de ser necesario.



REFERENCIAS

Referencia Corta	Referencia completa
(Reyes, Cadena, Rivera, 2022)	David A. Reyes Chacón, Aydé Cadena López, Gibrán Rivera González, El Sistema de Gestión de Calidad y su relación con la innovación, 2022
(García P., Quispe A., Ráez G., 2003)	García P, Manuel; Quispe A., Carlos; Ráez G., Luis, Mejora continua de la calidad en los procesos, 2003
(Aguirre, 2014)	Dr. Ramón Aguirre Vara, Mejora continua, Noviembre 2014
(Villaseñor, 2011)	Villaseñor Gómez, Jorge Raúl, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2011, Circuitos eléctricos y electrónicos. Fundamentos y técnicas para su análisis
(Sánchez, 2013)	ING. Tarquino Sánchez A., QUITO, ENERO 2013