



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

AUTOMATIZACIÓN DE FLUJO DE PROCESO EN ÁREA DE PREENSAMBLE.

**TITULACION INTEGRAL
INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
ALEXIA ELIZABETH LOZADA MEJIA**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MIGUEL VARGAS GUEVARA**

APIZACO, TLAX., MAYO 2025



Instituto Tecnológico de Apizaco



Apizaco, Tlax. 05/febrero/2025
Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

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

Nombre del Egresado:	ALEXIA ELIZABETH LOZADA MEJÍA
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	20370546
Nombre del proyecto:	"AUTOMATIZACIÓN DE FLUJO DE PROCESO EN ÁREA DE PREENSAMBLE"
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 EDUCACION TECNOLÓGICA. ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL


ARMANDO BARRAZA HINIESTA
JEFE DEL DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL


MIGUEL VARGAS GUEVARA
ASESOR INTERNO

c.c.p._ Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._ Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 142, e-mail: industrial@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |
apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **06/mayo/2025**

ALEXIA ELIZABETH LOZADA MEJIA
EGRESADO DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL 20370546
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 y cuyo tema es: AUTOMATIZACIÓN DE FLUJO DE PROCESO EN ÁREA DE PREENSAMBLE, 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 la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

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



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

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/Gsc*



2025
Año de
La Mujer
Indígena

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



Agradecimientos

Primeramente, quiero darle gracias a Dios ya que sin él no hubiera logrado terminar mi carrera porque él fue mi guía durante estos 18 años de preparación académica, me dio la sabiduría y el entendimiento para pasar mis materias, fue mi fortaleza durante los días difíciles y estresantes cuando yo ya no podía más, porque él dice: Encomienda a Jehová tus obras y tus pensamientos serán afirmados. Esta carrera de ingeniería Industrial es gracias a Él.

Mi familia es un pilar de mi vida ya que sus motivaciones que me daban día con día me confortaban y me hacían reflexionar para poder continuar con mi carrera y sobre todo mis hermanos que me impulsaban a ser un buen ejemplo para ellos.

Agradecerle a BBVA ya que sin su apoyo económico mi sueño de tener una carrera profesional no hubiera sido posible, le agradezco a Dios el haberlos puesto en mi camino durante mi carrera académica, siendo de gran retroalimentación sus cursos y pláticas.

Los profesores que tuve a lo largo de mi carrera desde nivel medio superior hasta el superior, agradecerles la paciencia que me tuvieron para comprender cada una de las materias, en especial a mi asesor Miguel Ángel Vargas que estuvo al pendiente de mí y los consejos que me dio me ayudaron a ser una mejor residente dentro de la empresa.

Igual quiero agradecerle a Ericsson por haberme brindado la oportunidad de realizar mis residencias y ser parte de su equipo durante mi periodo de estancia, brindándome comodidad y tener la experiencia laboral dentro del área de ingeniería en procesos. Y sobre todo un gran agradecimiento al Ing. Carreto Barbosa Emmanuel que fue mi mánager dentro de la empresa guiándome, ayudándome, enseñándome y sobre todo teniéndome paciencia para compartirme sus conocimientos. El equipo de trabajo con el que compartes actividades durante las horas laborales en la empresa es de gran retroalimentación para profesionistas que apenas están adquiriendo experiencia y sobre todo los líderes que te guían a lo largo de la estancia dentro de la empresa, por lo que estoy sumamente agradecida con el equipo de trabajo de procesos y mantenimiento que me apoyaron a la realización de mi proyecto y sobre todo compartiendo sus conocimientos.

Índice

Agradecimientos	1
Resumen	8
1. Introducción	9
2. Descripción de la Empresa u Organización.....	10
2.1 Nombre de la empresa	10
2.2 Logo de la Empresa	10
2.3 Historia y Desarrollo	10
2.4 Antecedentes	12
2.5 Misión.....	14
2.6 Visión.	14
2.7 Valores	14
Profesionalismo	15
Perseverancia.....	15
2.8 Ubicación.....	16
2.9 Plantas Ericsson en México.....	16
Planta Tlaxcala.	17
2.10 Desempeño ambiental.....	18
Política de sustentabilidad	18
Política salud, seguridad y bienestar.....	18
Política de calidad.....	18
2.11 Área de trabajo del estudiante y puesto.....	19
2.12 Proceso de fabricación de antenas Ericsson	19
3. Problema para resolver.....	20
4. Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
5. Justificación	21
6. Marco Teórico.....	22
6.1 ¿Qué es una antena?	22
6.1.1 Tipos de antenas.....	22
6.1.2 Antena Isotrópica.	22
6.1.3 Antena Direccional.	22

6.1.4 Antena Omnidireccional.	22
6.2 ¿Qué es cobertura de red?.....	22
6.2.1 ¿Como funciona la cobertura de red?	23
6.2.2 Tipos de cobertura	23
6.2.3 2G (segunda generación).....	23
6.2.4 3G (tercera generación)	23
6.2.5 4G (cuarta generación)	23
6.2.6 5G (quinta generación).....	24
6.3 Toma de tiempos.....	24
6.3.1 Tiempos predeterminados.....	24
6.3.2 MTM.....	24
6.3.3 MOST	24
6.3.4 Al estudio de tiempos con cronómetro	24
6.3.5 Modo de vuelta a cero.....	25
6.3.6 Modo acumulativo (modo continuo).....	25
6.4 ¿Qué es un dipolo?	25
6.4.1 Tipos de dipolos	25
6.5 ¿Qué es un jig?	25
6.5.1 Tipos de jig.....	25
6.5.2 LB DIPOLO TOP LTZ 109 225.....	25
6.5.3 LB DIPOLO TOP LTZ 109 242.....	26
6.5.4 LB DIPOLO BOTTOM LTZ 109 236.....	26
6.5.5 LB DIPOLO BOTTOM LTZ 109 220	26
6.6 SEHO	26
6.6.1 ¿Qué es la máquina SEHO?.....	26
6.6.2 Procesos que realiza la maquina SEHO	26
6.7 Banda transportadora	27
6.7.1 Tipos de banda transportadora	27
6.7.2 Transportadores de gravedad	27
6.7.3 Transportadores de rodillos motorizados	27
6.7.4 Transportadores de cadena	27
6.7.5 Transportadores de banda	27
6.7.6 Transportadores de malla modular.....	28
7. Procedimiento y Descripción de las Actividades Realizadas	29
7.1 Análisis y medición de tiempos.....	29

7.1.2 Sistema de tiempos predeterminados	35
7.1.3 Análisis estadístico de ingeniería. (Muestras)	36
7.2 Creación de diagrama de sistema eléctrico.	37
7.3 Construcción de primer prototipo de la base del sistema electrónico.	39
7.4 Diseño de estación de banda.	40
7.5 Construcción de estación de banda.	42
7.6 Montaje de sistema eléctrico	44
7.7 Conexión de sistema banda a máquina.	46
7.8 Prueba 1.....	48
8. Resultados.....	49
Ergonómicamente	49
Tiempos	51
Costos.....	52
9. Conclusión	54
9.1 Recomendaciones.....	55
9.2 Experiencia personal profesional adquirida	55
10. Competencias desarrolladas	57
11. Fuentes de información	58
12. Anexos	60

Índice de Imágenes

Imagen 1. Logo de empresa Ericsson.....	10
Imagen 2. México 1930, robot telefónico de madera.....	14
Imagen 3. Ubicación de planta Ericsson (Google Maps).....	16
Imagen 4. Mapa de oficinas Ericsson en México.....	16
(Google Maps)	16
Imagen 5. Dirección de oficinas Ericsson en México.....	17
Imagen 6. Planta Ericsson Tlaxcala	17
Imagen 7. Organigrama de ingeniería en procesos y mantenimiento.....	19
Imagen 8. Lay out de estación SEHO	29
Imagen 9. Estación de trabajo SEHO 2.....	33
Imagen 10. Operador haciendo la operación de impulsar Jig.....	33
Imagen 11. Dimensiones y diseño de jig (Sebastian Stettner).....	34
Imagen 13. Grafica de tiempo promedio por día.	37
Imagen 14. Sistema eléctrico de Botonera/Manipulador	37
Imagen 15. Sistema eléctrico de control.....	38
Imagen 16. Sistema eléctrico de control.....	38
Imagen 17. Armado de control manual y botonera.....	39
Imagen 18. Controlador.	39
Imagen 19. Botonera.....	40
Imagen 20. Dibujo banda transportadora vista isométrica.....	40
Imagen 21. Dibujo de banda transportadora vista frontal.	41
Imagen 22. Dibujo de banda transportadora vista izquierda.....	41
Imagen 23. Dibujo de banda transportadora vista superior.	42
Imagen 24. Perfil de aluminio de la cinta transportadora.....	43
Imagen 25. Motor.....	43
Imagen 26. Cinta transportadora.....	44
Imagen 27. Maqueta de control eléctrico.....	44
Imagen 28. Maqueta de control eléctrico.....	45
Imagen 29. Instalación de mecanismo principal de flecha, motor y cinta.....	45
Imagen 31. Tablero de maquina (señales de PLC)	46
Imagen 32. Bajada para alimentación de motor trifásico	47
Imagen 33. Pistón y sensor de entrada.....	48

Imagen 34. Cinta transportadora en estación SEHO 2.....	48
Imagen 35. Antes de modificación de estación de trabajo.....	53
Imagen 36. Estación de trabajo modificada.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Dipolos por Jig.	29
Tabla 2. Operaciones para LB Dipolo individual.....	29
Tabla 3. Hombre-máquina	30
Tabla 4. Diagrama de proceso bimanual.....	31
Tabla 5 Toma de tiempos	32
Tabla 6. Tabla de cálculo de MODAPS.....	36
Tabla 7. Análisis de introducir jigs al día.	36
Tabla 8. Análisis de producción de dipolos diario.....	36
Tabla 9. Análisis de desperdicio de tiempo al día.....	36
Tabla 10. Comparación de tiempos predeterminados el antes- actual.	49
Tabla 11. Tabla de calculo de MODAPS modificado	50
Tabla 12. Tiempo ciclo por jig antes-actual	51
Tabla 13. Diagrama de proceso bimanual después de la instalación de cinta transportadora. ..	52
Tabla 14. Costos de la instalación de la cinta transportadora.....	52

Resumen

El proyecto automatización de flujo de proceso en el área de preensamble tiene como objetivo el reducir tiempos ciclos de la estación de trabajo que se encuentra en la máquina de ola selectiva ya que actualmente es un cuello de botella en el área, de igual manera se debe reducir los riesgos ergonómicos en el operario. La propuesta fue instalar una cinta transportadora en la estación de trabajo para poder tener una estación automatizada reduciendo el desgaste ergonómico del operario y reduciendo el tiempo ciclo de entrada del proceso. Para poder lograr la instalación el proyecto se dividió en fases que fueron:

Análisis y medición de tiempos. La primera parte consistió en tomar tiempos de las operaciones de la estación para identificar las actividades innecesarias por medio de herramientas industriales como lo fueron diagrama hombre-maquina, diagrama bimanual. De igual manera se hizo el estudio ergonómico al operario fue por medio de un estudio de tiempos predeterminados MOST, análisis de sus operaciones con ayuda de estudios de ingeniería industrial.

Creación de diagrama eléctrico. En esta fase del proyecto se elaboró todo el sistema eléctrico que se iba a requerir para la instalación de la cinta transportadora con ayuda de técnicos electromecánicos y de igual manera los componentes que se iban a requerir para la adaptación de la cinta a la estación de trabajo.

Diseño y construcción de la cinta transportadora. En esta fase del proyecto se realizó el diseño de la banda transportadora tomando en cuenta las dimensiones de la estación del área de trabajo, de igual manera saber con qué materiales se contaban en resguardo de mantenimiento para comenzar a construir la estación de la cinta transportadora.

Montaje y conexión. Esta fue la última fase del proyecto en donde se instaló el sistema electrónico en la maquina SEHO, se adaptó la cinta transportadora en la estación de trabajo y la conexión eléctrica para la alimentación del motor.

El instalar la cinta transportadora en la estación de trabajo en la máquina de ola selectiva se vieron resultados favorables para la ergonomía del operario, la reducción de tiempo ciclo de la producción y el avance tecnológico adquirirá que la empresa. Este proyecto debe tener un monitoreo para implementar la mejora continua.

1. Introducción

El proyecto de instalación de una cinta transportadora en el área de preensamble tiene como objetivo mejorar la eficiencia y la productividad en el proceso de montaje previo en la línea de producción. Esta iniciativa busca optimizar el flujo de materiales y componentes, reduciendo tiempos de espera y minimizando la intervención manual, lo que a su vez contribuirá a una mayor organización y control en el área de trabajo. La implementación de la cinta transportadora permitirá automatizar el transporte de piezas entre las diferentes estaciones de trabajo, facilitando un proceso más ágil y seguro.

El proyecto surge por el cuello de botella que se genera en la estación de trabajo de la máquina de ola selectiva en el área de preensamble de la empresa ya que el tiempo ciclo de la entrada del producto es alta por lo que se busca reducirlo y de igual manera mejorar la estación de trabajo de forma ergonómica por los riesgos de salud que se pueden presentar a largo plazo.

La instalación de la cinta transportadora se llevará a cabo mediante un análisis detallado de los requerimientos técnicos y operativos del área de preensamble, asegurando que el sistema se adapte de manera efectiva a las necesidades específicas de la producción.

Este proyecto no solo impactará positivamente en los tiempos de ensamblaje, sino que también mejorará la ergonomía del entorno laboral y reducirá el riesgo de errores humanos, garantizando una mayor calidad en el producto final. Además, la integración de esta tecnología está alineada con las estrategias de modernización y optimización de procesos dentro de la empresa, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos a largo plazo.

2. Descripción de la Empresa u Organización

2.1 Nombre de la empresa

Ericsson Antenna Technology México SA de CV. Carretera A Mena Km. 7 Col. Ciudad Industrial Xiconhtencatl, Tetla De La Solidaridad, Tlaxcala.

2.2 Logo de la Empresa



Imagen 1. Logo de empresa Ericsson.

2.3 Historia y Desarrollo

1876: Lars Magnus Ericsson abre un taller mecánico.

En 1876, Lars Magnus Ericsson abrió un pequeño taller mecánico en el centro de Estocolmo, que se convirtió en una de las empresas de tecnología de la información y las comunicaciones líderes en el mundo. En 1880 lanzó el primer teléfono de pared y entregó la primera centralita.

1904: Global desde el principio (casi)

En 1904, Ericsson decidió solicitar una concesión telefónica en México. Las autoridades mexicanas concedieron una licencia al año siguiente y a Ericsson se le permitió convertirse en operador. Esta fue sólo una de las primeras inversiones internacionales de Ericsson. Ya antes de México, Ericsson había abierto operaciones en muchos países europeos.

1923: el interruptor 500

¡Un sistema de conmutación telefónica capaz de manejar 500 líneas! La primera estación de conmutación Ericsson 500 se puso en funcionamiento en 1923. Ocho años más tarde, Ericsson

había entregado alrededor de 100 estaciones con un total de más de 350.000 líneas. Las ventas continuaron aumentando durante varias décadas. En 1974, cuando las ventas finalmente empezaron a disminuir, había 4,8 millones de líneas que utilizaban el conmutador 500 en funcionamiento en estaciones telefónicas públicas. Además: lea sobre los efectos del accidente de Krueger en Ericsson y aprenda sobre LM City.

1956: Despierta la telefonía móvil

El primer teléfono móvil de Ericsson, diseñado en 1956, pesaba 40 kilos como un adolescente y tenía aproximadamente el tamaño de una maleta. Quizás no sea realmente “móvil”. Y nunca estuvo destinado a ser un éxito de ventas, ya que la red que se construyó para respaldarlo no podía soportar más de 100 suscriptores. (En 1987, Ericsson lanzaría su primer teléfono móvil de mano real, el HotLine Pocket).

1976: el interruptor AXE

Los días de los conmutadores analógicos estaban llegando a su fin. Nuevos sistemas electrónicos y digitales los reemplazarían, y por eso Ericsson construyó el sistema de conmutación AX, como una empresa conjunta con la sueca PTT Televerket. AX fue revolucionario en varios sentidos, particularmente a través de su avanzada arquitectura de sistema modular, y Ericsson prosperaría con él durante muchas décadas.

1991: GSM lo cambia todo

Después del NMT (1G) llegó el GSM (2G), lo que permitió un uso aún más generalizado de la telefonía móvil. El 1 de julio de 1991, se introdujo el nuevo estándar europeo GSM en muchos países europeos, y se realizaron llamadas GSM en Alemania, Finlandia, Dinamarca y Suecia a través de sistemas Ericsson.

2001: Se crea Sony Ericsson

Desde sus inicios en 1876, Ericsson se ha dedicado activamente a la fabricación de teléfonos y redes. En octubre de 2001, la división de teléfonos móviles de Ericsson se fusionó con la empresa japonesa de electrónica doméstica Sony y formó Sony Ericsson. La competencia se había vuelto mucho más dura en el sector de la telefonía móvil y Ericsson ya no podía confiar únicamente en su propia experiencia técnica.

2010: llega 4G

En diciembre de 2009, Ericsson lanzó la primera red comercial 4G del mundo en colaboración con TeliaSonera (anteriormente PTT Televerket sueca). La red se basó en el nuevo estándar para sistemas de telecomunicaciones móviles: LTE, Long Term Evolution.

2024: ¡Internet de las cosas y más!

Desde hace mucho tiempo, Ericsson se dedica a promover el 5G, permitiendo el Internet de las cosas. Actualmente, Ericsson también participa en el desarrollo de 6G, anticipando que brindará una experiencia de “realidad extendida” que involucrará todos nuestros sentidos.

2.4 Antecedentes

Telefonaktiebolaget LM Ericsson, comúnmente conocida como Ericsson, es una compañía multinacional sueca dedicada a ofrecer soluciones de telecomunicaciones y transformación digital.

La compañía fue fundada en 1876 por Lars Magnus Ericsson, originalmente como un taller de reparación de equipos de telegrafía. Actualmente opera en 180 países siendo uno de los mayores proveedores de infraestructura para las redes 4G y 5G y cuenta con más de 60.000 patentes.

En 1905, Ericsson ganó una concesión para operar la red telefónica en la Ciudad de México y zonas periféricas. Cuatro años más tarde, una filial de Ericsson, Mexeric, se hizo cargo de estas operaciones.

Después de que ITT comprara la empresa competidora mexicana en 1925, las dos empresas lucharon duramente para convertirse en el operador de telecomunicaciones líder, y preferiblemente el único, en México.

Tras la aparición de ITT como propietario importante de Ericsson a raíz de la cuestionable transacción comercial realizada por Ivar Kreuger, las dos empresas iniciaron negociaciones en 1932 sobre su relación. Un resultado fue que Ericsson se convirtió en copropietario de mexicana. La complicada situación de propiedad, la necesidad de interconectar las redes y las exigencias de expansión hicieron necesaria la fusión de los dos operadores telefónicos mexicanos. Sin embargo, esa solución tendría que esperar hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

El industrial sueco Axel Wenner-Gren fue quien encontró la solución. Wenner-Gren vivía en México y tenía mucho capital después de haber vendido acciones de la empresa sueca de productos forestales SCA. Las negociaciones entre él, Ericsson y Mexeric dieron como resultado

la firma de un nuevo acuerdo entre las partes en 1947 que creó una nueva empresa. Se llamó Teléfonos de México S A y se llamó Telmex.

Al año siguiente, los activos y pasivos de Mexerics fueron absorbidos por Telmex. La participación de Wenner-Gren en la nueva empresa era de poco más del 51 por ciento y la de Mexeric de poco menos del 49 por ciento. Wenner-Gren luego compró la participación de Mexeric en mexicana. En el tercer y último paso se compró toda mexicana. Todas las operaciones de la red ahora se consolidaron en una sola empresa y las dos redes anteriormente independientes se interconectaron.

Después de un tiempo, los dueños no estuvieron de acuerdo sobre el futuro de Telmex. En 1953, Ericsson compró Axel Wenner-Gren y se llegó a un acuerdo en el que Ericsson e ITT poseerían cada uno la mitad del capital social de Telmex.

A fines de la década de 1950, la red nacional de Telmex tenía alrededor de 400.000 suscriptores. El gobierno mexicano en ese momento estaba ansioso por continuar ampliando la red telefónica. Por tanto, se impuso un impuesto telefónico a los suscriptores existentes para financiar parcialmente la expansión.

Dado que el gobierno asumía un papel activo en la industria, se consideró mejor transferir Telmex a intereses mexicanos. Esto también ocurrió. Un grupo de empresarios mexicanos compró las acciones de Ericsson e ITT. Se mantuvo la dirección, encabezada por el hábil presidente Gunnar Backman, ya que los nuevos propietarios mexicanos querían continuidad. Finalmente, Telmex pasó a manos del Estado.

Junto con la adquisición de Telmex por parte de intereses mexicanos, Ericsson decidió invertir en manufactura en México. En un principio, en 1958, se estableció una empresa manufacturera e industrial con ITT, pero Ericsson dejó la empresa en 1964, cuando se adquirió una empresa manufacturera mexicana. Esta empresa recibió el nombre de Teleindustria Ericsson (TIM).

El lanzamiento del sistema AX fue el comienzo de un período exitoso para-TIM en los años 1980. La red de Telmex se digitalizó en una etapa temprana y el sistema AX de Ericsson fue superior al sistema correspondiente de ITT. TIM también exportó con éxito sistemas AX a Ecuador, Costa Rica, El Salvador y Panamá.

En 1989 se instaló en México el primer sistema de telefonía móvil AMPS con Ericsson como proveedor. Cuando se liberalizó el mercado de telecomunicaciones fijas e inalámbricas en México en 1997, el número de suscriptores aumentó rápidamente.

A principios de siglo, Ericsson tenía una participación de mercado del 55 por ciento en llamadas locales y del 90 por ciento en llamadas de larga distancia. La cuota de mercado en telefonía móvil fue del 64 por ciento. El número de empleados de Ericsson en el país era de 1.200.

Aunque en México existen teléfonos desde hace mucho tiempo, la gran mayoría de la población aún no cuenta con teléfono propio. En México, el país en crecimiento actual (donde Ericsson pronto podrá celebrar 100 años de operaciones en el país), existen importantes oportunidades para aumentar las ventas en el futuro.



Imagen 2. México 1930, robot telefónico de madera.

2.5 Misión.

Guiados por nuestro propósito, podemos desempeñar un papel aún más importante en el mundo. Nuestro propósito es crear conexiones que hagan posible lo inimaginable. Es por eso que existimos. Todos los días utilizamos nuestra creatividad, experiencia y tecnología para desarrollar innovaciones increíbles y resolver algunos de los mayores desafíos del mundo. Todos los días conectamos a personas, empresas y sociedades para crear nuevas oportunidades que antes parecían imposibles.

2.6 Visión.

Nuestra visión es un mundo donde la conectividad ilimitada mejore vidas, redefina los negocios y sea pionero en un futuro sostenible: este es el nuevo y emocionante mundo que ayudaremos a crear en la próxima década y más allá. Porque si bien la tecnología móvil ya ha cambiado mucho, sabemos que ni siquiera está cerca de alcanzar su máximo potencial

2.7 Valores

Un Ericsson. Sólo es posible juntos. Todo esto sólo sucede con nosotros y por nosotros, como individuos y como colegas de Ericsson.

Profesionalismo

- Entregamos con altos estándares de excelencia y nos responsabilizamos mutuamente por el resultado.
- Tenemos las necesidades de nuestros clientes en el centro de cada decisión que tomamos.
- Generamos confianza cumpliendo nuestras promesas y demostrando liderazgo intelectual

Perseverancia

- Nos desafiamos continuamente a estar a la vanguardia de la innovación.
- Afrontamos los desafíos más complejos del mundo adoptando coraje, pasión y determinación.
- Siempre estamos comprometidos a largo plazo y cumplimos nuestros compromisos con determinación y resiliencia.

Respeto

- Creemos que las perspectivas y habilidades únicas y diferentes crean mejores resultados.
- Defendemos la inclusión, la diversidad y promovemos la colaboración
- Nos escuchamos y nos preocupamos genuinamente unos por otros con empatía y autenticidad

Integridad

- Nos enorgullecemos de tomar decisiones transparentes, honestas e intransigentes.
- Demostramos prácticas éticas, responsables y sostenibles en todo lo que hacemos.
- Ganamos por nuestros propios méritos y tenemos tolerancia cero ante el comportamiento poco ético.

2.8 Ubicación

Ericsson Antenna Technology México SA de CV. Carretera A Mena Km. 7 Col. Ciudad Industrial Xiconhtencatl, Tetla De La Solidaridad, Tlaxcala.

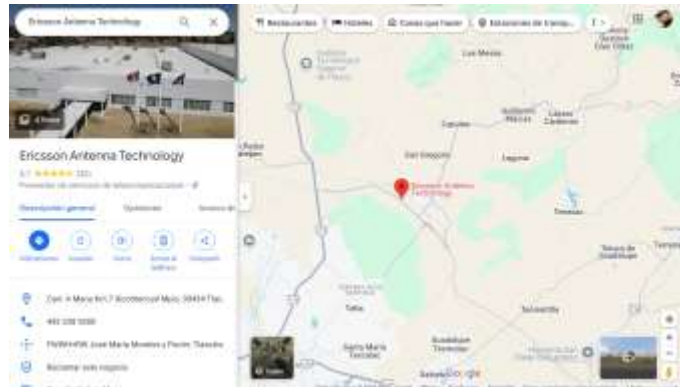


Imagen 3. Ubicación de planta Ericsson (Google Maps)

2.9 Plantas Ericsson en México

Como empresa, estamos en un viaje de gran evolución y cambio, en el que la claridad de propósito es clave. A nivel mundial, la sociedad enfrenta una década de grandes desafíos y una inmensa disrupción tecnológica, tal vez más de lo que jamás hayamos conocido, y es en este contexto que ser una empresa impulsada por valores y con un propósito será más importante y diferenciadora que nunca.

Este es el próximo capítulo de la historia de nuestra empresa en el que daremos forma a un futuro mejor y más brillante

Cuenta con una planta manufacturera en Tlaxcala y 4 oficinas que se encuentran en Ciudad de Mexico, Queretaro y Guadalajara.



Imagen 4. Mapa de oficinas Ericsson en México (Google Maps)

NUESTRAS OFICINAS

Mexico City – Corporativo Neuchâtel

Av. Río San Joaquín 498, piso 4
Amp Granada, Miguel Hidalgo,
11529 Mexico D.F.
Phone: +52 442 238 5300

Queretaro

Campus Corporativo Empresarial, Av.
5 de Febrero Núm. 1351, Edificio
Sequoia y Gran Formato
Zona Industrial Benito Juárez,
Santiago de Querétaro
76120, Querétaro
Phone: +52 55 442 238 5300

Guadalajara

Carretera El Verde
El Castillo 2000 Int.B
45690 El Salto Jalisco

Tlaxcala (Ericsson Antenna Tech)

Carr. A Mena Km 7 Cd. Industrial
Xicohtencatl Tetla de la Solidaridad
Postal 90434
Tlaxcala

Imagen 5. Dirección de oficinas Ericsson en México.

Planta Tlaxcala.

Consciente del papel crucial que desempeñarían las antenas en el desarrollo de la red 5G, Ericsson adquirió en 2019 la división de antenas y filtros de la alemana Kathrein. Esta operación incluyó una fábrica en Tlaxcala, México, que se ha convertido en una de las más importantes de la compañía a nivel internacional, abasteciendo a Estados Unidos, Canadá y Suramérica.

Dentro de esta fábrica de 36,936 metros cuadrados, las mujeres, en su mayoría madres solteras, son las protagonistas en la producción de las antenas de telecomunicaciones de Ericsson. La compañía decidió que fueran ellas quienes lideraran la planta debido a sus habilidades y atención a los detalles requeridos en el proceso de fabricación de estas infraestructuras.



Imagen 6. Planta Ericsson Tlaxcala

2.10 Desempeño ambiental

Política de sustentabilidad

Ericsson se esfuerza por desarrollar, vender y entregar hardware, software, servicios y soluciones con un excelente desempeño de sustentabilidad y contribuye al desarrollo sostenible de la sociedad. Sobre la base de la investigación de Ericsson, la tecnología de la información y la comunicación (TIC) contribuye a los pilares del desarrollo sostenible:

- Prosperidad económica
- Equidad social y
- Mejora del desempeño ambiental

Política salud, seguridad y bienestar

Es de suma importancia para Ericsson proporcionar un entorno de trabajo que promueva y salvaguarde la salud, seguridad y bienestar de los empleados y de cualquier persona que se vea afectada por las actividades de la empresa. Ericsson aspira a lograr cero muertes, lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, y considera que las lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo son prevenibles. Además, Ericsson se compromete a crear una cultura positiva de salud y bienestar. Ericsson cumple con los requisitos aplicables de los clientes y otros requisitos de salud y seguridad que se extienden más allá del cumplimiento legal, incluso cuando estos requisitos exceden la legislación local.

Política de calidad

Ericsson integra la calidad a través de la excelencia operativa en todas las áreas de negocio y en alineación con nuestra dirección estratégica. Ericsson está comprometido con la calidad en el trabajo diario mientras se esfuerza por cumplir con los requisitos de los clientes, accionistas y empleados en la implementación de hardware, software, servicios y soluciones.

El compromiso de Ericsson en la calidad se demuestra a través de:

- Proporcionar hardware, software, servicios y soluciones que satisfagan las expectativas y requisitos del cliente durante todo el ciclo de vida mediante la operación de procesos efectivos y eficientes alineados con nuestra visión y estrategias.
- Establecer sistemáticamente objetivos de calidad, revisar el desempeño y mejorar las operaciones en función de los resultados del desempeño.

2.11 Área de trabajo del estudiante y puesto

Área: Ingeniería en procesos.

La empresa Ericsson cuenta con departamentos administrativos y producción. Por el perfil académico que tengo, el área en donde me encuentro es Ingeniería de Procesos, en esta área donde se realizan distintas actividades de mejora continua para poder facilitarles sus actividades a los colaboradores de producción y de igual manera darle mantenimiento a las máquinas que se utilizan para la producción de las antenas.

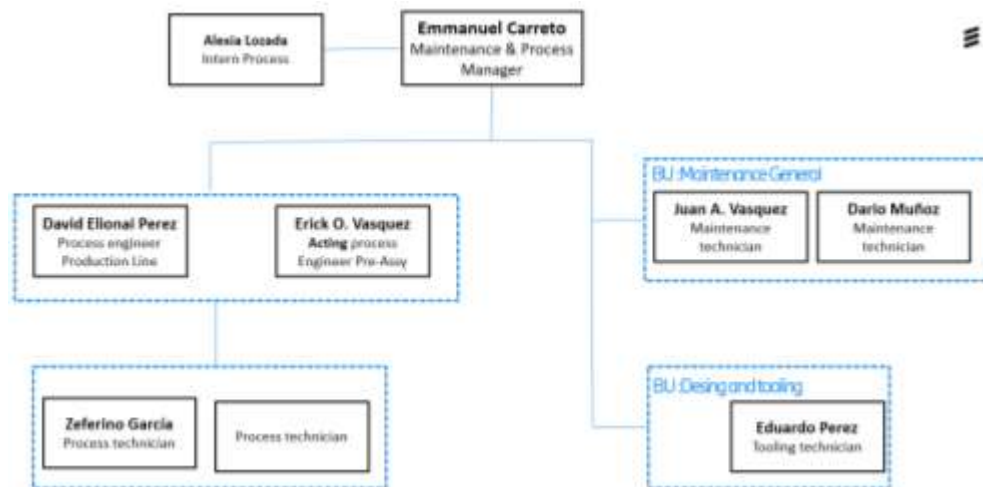


Imagen 7. Organigrama de ingeniería en procesos y mantenimiento.

En la imagen 7 se muestra el diagrama de roles del departamento de procesos.

2.12 Proceso de fabricación de antenas Ericsson

Ericsson planta Tlaxcala se dedica a fabricar antenas en serie de telecomunicaciones 5G, en ella se elaboran sus subensambles que se necesitaran para su producción como lo son EBs, Phase Shifter, corte de cables, dipolos y ramificaciones los demás materiales como lo son conectores, radomos, platos reflectores y shield son comprados a proveedores.

Ericsson tiene distintas áreas que elaboran los materiales ya mencionados una de las áreas mas demandadas es SEHO, esta cuenta con 2 máquinas SEHO y 8 robots ABB. Las maquinas SEHO producen dipolos y los ABB producen Phase Shifter, el proceso de ensamble de los componentes es a través de soldadura con estaño.

De ahí pasan a línea en donde se hace el montaje y ensamble donde la operación es realizada por operadoras que también soldan con estaño pasa pruebas de sintonización y finalmente son empacadas.

3. Problema para resolver

Planta Ericsson cuenta áreas donde se elaboran subensambles que llevan las antenas, una de ellas es el área SEHO en donde se elaboran dipolos y cambiadores de fase, esta área cuenta con 2 SEHO y 8 robots ABB. La máquina que tienen más demanda de producción es la máquina de ola selectiva ya que el dipolo que produce lleva aproximadamente 16-18 dipolos dependiendo el modelo de antena que se esté produciendo por lo que es un área de oportunidad para mejorar y facilitar el proceso a los operarios que se encuentran en esa estación de trabajo.

El proceso de fabricación de los dipolos es cargar, entrada, flux, precalentado, soldadura y descarga, teniendo un tiempo ciclo de 2 min x jig. La entrada es una operación inadecuada ya que el sistema con el que entra es una mesa con rodillos el cual para que el jig entre a la máquina debe de ser impulsado por el operario, teniendo en cuenta que diariamente produce 6,612 dipolos e introduce 1,102 jigs esto distribuido en las 9.5 horas laborales.

Por lo tanto, eliminar esa operación por medio de una cinta transportadora bajaría el tiempo ciclo y la fatiga que presenta el operario al realizar esa operación constantemente ya que por un largo tiempo puede presentar una contracción muscular.

4. Objetivos

Objetivo General

Mejorar la estación del área de preensamble por medio de una cinta transportadora para aumentar la eficiencia operativa, reducir tiempos de ciclo, minimizar errores y mejorar la calidad del preensamble.

Objetivos Específicos

- Control de tiempo en abastecimiento a máquina
- Reducción de desgaste ergonómico en el operador

5. Justificación

El presente proyecto se justifica bajo el incremento de producción en el área de preensamble SEHO de la empresa Ericsson Antenna Technology México SA de CV el cual actualmente se encuentra definido como el cuello de botella. Este desarrollo nos ayudara a mejorar la capacidad instalada en la máquina, optimizar tiempos y cubriendo la necesidad del cliente. Al igual de reducir riesgos de salud al operario encargado de realizar el abastecimiento de la máquina ya que esto reduce la fatiga y el estrés relacionado con tareas físicas repetitivas y reduciendo el ausentismo debido a problemas de salud relacionados con el trabajo físico intensivo.

6. Marco Teórico

6.1 ¿Qué es una antena?

Según el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés), la Antena se define como un dispositivo que forma parte de un sistema transmisor (Tx) o receptor (Rx) diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas (OEM). Aunque las antenas presentan formas muy diversas, todas se caracterizan por ser una región de transición de onda guiada a onda radiada al espacio libre. (Luna, AAA).

6.1.1 Tipos de antenas

Los diferentes tipos de antenas que se emplean con mayor frecuencia son: antenas de hilo (dipolo, monopolo, espira circular o cuadrada y hélice), antenas de apertura (bocina, piramidal), antenas impresas o micro-tiras. (Luna, AAA).

6.1.2 Antena Isotrópica.

Es una antena ficticia, no realizable físicamente, que radia con la misma intensidad en todas las direcciones del espacio. Aunque no existe ninguna antena con esas características, es muy utilizada como antena de referencia. (Luna, AAA).

6.1.3 Antena Direccional.

Esta es una antena que concentra la mayor parte de su radiación en una dirección particular. Ejemplos de estas antenas son las cornetas, los reflectores, las logarítmico-periódicas y las Yagi. (Luna, AAA).

6.1.4 Antena Omnidireccional.

Esta es una antena que radia uniformemente en un plano. Ejemplos de estas antenas son los monopolos y dipolos. (Luna, AAA).

6.2 ¿Qué es cobertura de red?

La cobertura, en lo que respecta a la telefonía móvil, se trata del área geográfica en la que podemos disponer del servicio de un proveedor móvil, en concreto exterior o interior, y de voz (llamadas) o datos móviles (capacidad de Internet en un dispositivo móvil). En función de los

servicios de telecomunicaciones o infraestructuras establecidas se puede optar a uno u otro tipo de cobertura, por ejemplo, las conocidas como 2G (segunda generación), 3G (tercera generación), 4G (cuarta generación) o, especialmente, 5G (quinta generación), la cual permite una velocidad de hasta 20 Gbps (o Gigabytes por segundo).(Mas Móvil, 2024).

6.2.1 ¿Como funciona la cobertura de red?

Las antenas de cobertura móvil utilizan el principio de la radiación electromagnética para enviar y recibir señales. Cuando un dispositivo móvil, como un teléfono, envía una señal, la antena de la estación base recibe la información y la transmite a través de la red. (Hinforcom, 2022).

6.2.2 Tipos de cobertura

En función de los servicios de telecomunicaciones o infraestructuras establecidas se puede optar a uno u otro tipo de cobertura. (Mas Móvil, 2024).

6.2.3 2G (segunda generación).

En la década de los 90 los teléfonos pasaron de analógicos a digitales. La velocidad de datos pasó de 56 kbit/s hasta 114kbit/s permitiendo los famosos SMS, bajo un protocolo conocido como GSM (Global System for Mobile) y posteriormente GPRS (General Packet Radio Service), una extensión superior de GSM. (Suma Móvil, 2024).

6.2.4 3G (tercera generación)

Es modificada la potencia de las antenas, aumentando así las conexiones al igual que es mejorada la calidad de voz y la velocidad de conexión llega hasta los 2048 kbit/s (2 megabits). Se permite la descarga de aplicaciones de audio, imágenes y vídeo en tiempo real. (Suma Móvil, 2024).

6.2.5 4G (cuarta generación)

Representa la cuarta generación y permite la navegación de hasta 20 megabits por segundo. Admite ver películas y partidos de fútbol en tiempo real. El avance tecnológico y la variedad de dispositivos de esta generación ha aumentado significativamente el tiempo de uso de estos dispositivos. (Suma Móvil, 2024).

6.2.6 5G (quinta generación)

Permite una velocidad de hasta 20 Gbps (o Gigabytes por segundo). (Mas Móvil, 2024).

6.3 Toma de tiempos

Un estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo que se utiliza para poder establecer y definir el ritmo al que puede trabajar cualquier persona en una tarea específica, tomando en cuenta las condiciones de esta misma tarea y el espacio en el que la llevara a cabo. (Sandalwood, 2021).

6.3.1 Tiempos predeterminados

Los tiempos predeterminados, son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados de forma precisa con los procedimientos ordinarios para estudio de tiempos con cronómetro. (Rico, 2005).

6.3.2 MTM

El método de medición de tiempo MTM (Maynard, Stegemerten y Schwab, 1948) proporciona valores de tiempo de los movimientos fundamentales de alcanzar, mover, girar, agarrar, posicionar, desenganchar y soltar. (Niebel, 2009).

6.3.3 MOST

Una prolongación de MTM, llamada Técnica Secuencial de Operación Maynard (MOST, Maynard Operation Sequence Technique), es un sistema simplificado que desarrolló Zandin (1980), que se aplicó por primera vez en Saab-Scania en Suecia en 1967. Con MOST los analistas pueden establecer estándares al menos cinco veces más rápido que con MTM-1, con poco o ningún sacrificio de exactitud. (Niebel, 2009).

6.3.4 Al estudio de tiempos con cronómetro

El cronómetro manual (mecánico) proporciona una exactitud y facilidad de lectura razonable (para ciclos de 0.03 minutos y más). La mayoría de los relojes de representación numérica o de lectura directa, comúnmente conocidos como relojes digitales, utiliza cristales de cuarzo que proporcionan una exactitud de ± 0.00005 . (Rico, 2005).

6.3.5 Modo de vuelta a cero

El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento. (Rico, 2005).

6.3.6 Modo acumulativo (modo continuo)

El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último. (Rico, 2005).

6.4 ¿Qué es un dipolo?

Es una pequeña antena que recibe y transmite señal o radio de frecuencia.

6.4.1 Tipos de dipolos

La empresa fabrica sus propios dipolos de acuerdo con el modelo de antena que se vaya a producir algunos de ellos son:

- Dipolos de alta
- Dipolos combinados
- Dipolo individual

6.5 ¿Qué es un jig?

Dispositivo de sujeción de piezas que sostiene, apoya y ubica la pieza de trabajo y guía la herramienta de corte para una operación específica. Las plantillas generalmente están equipadas con casquillos de acero endurecido para guiar. Una plantilla o JIG es un tipo de herramienta que se utiliza para controlar la ubicación y/o el movimiento de otra herramienta. (Yamazen, 2022).

6.5.1 Tipos de jig

En la empresa se utilizan jigs de acuerdo con el tipo de dipolo que se producirá. Alguno de los jigs que utiliza la maquina SEHO 2 son:

6.5.2 LB DIPOLO TOP LTZ 109 225

Jig para antena KRE1012487, para los componentes RFK201360R1A y RFK201425R1A con capacidad para 6 dipolos.

6.5.3 LB DIPOLO TOP LTZ 109 242

Jig para antena KRE1012487, para los componentes RFK201233R1D y RFK201236R1D con capacidad para 6 dipolos.

6.5.4 LB DIPOLO BOTTOM LTZ 109 236

Jig para antena KRE1012487R1D, para los componentes RFK201233R1D y RFK201236R1D con capacidad para 6 dipolos.

6.5.5 LB DIPOLO BOTTOM LTZ 109 220

Jig para antena KRE1012586, para los componentes RFK201501R1A con capacidad para 6 dipolos.

6.6 SEHO

El área SEHO es donde se realizan subensambles como lo son dipolos, radiadores y Phase Shifters que van integrados en la antena cada uno con su respectiva función.

6.6.1 ¿Qué es la máquina SEHO?

La Seho PowerWave ha sido diseñada para series medianas y grandes, y es ideal para aplicaciones sin plomo ya que esta alimentada con un sistema de túnel de nitrógeno que permite tener un ambiente controlado para crear soldaduras limpias y robustas. A su vez esto permite que puedan ser soldados, con el mismo sistema, los diseños SMD aportando la misma fiabilidad que las PCBs con diseños convencionales, gracias también, a la geometría de las boquillas de soldadura y a la zona de precalentamiento flexible. (Bizintek, 2022).

6.6.2 Procesos que realiza la máquina SEHO

Primero se humedece con un fundente todo el módulo, después se precalienta y finalmente se guía mediante una ola de soldadura individual o doble, y allí se humedece con la soldadura. Para ello, las máquinas de soldadura por ola utilizan un tanque que contiene una cantidad de soldadura fundida. Los componentes se insertan sobre el PCB y éste atraviesa una “cascada” de soldadura. La soldadura impregna las zonas metálicas expuestas de la placa creando una conexión eléctrica de máxima calidad. El proceso es más rápido y permite crear un producto de calidad superior que si los componentes fueran soldados manualmente. (Bizintek, 2022).

6.7 Banda transportadora

Una banda transportadora es un instrumento que sirve la transporta o movilizar materiales, bien sea de grandes cantidades o a granel por medio de una cinta continua. Está compuesta por dos o más bidones que mueven un plano (transportador) para proveer el transporte de distintos materiales y productos. (GSL, 2021).

6.7.1 Tipos de banda transportadora

6.7.2 Transportadores de gravedad

Están especialmente indicados en aquellos casos en que no es necesario mover la mercancía por medio de algún tipo de accionamiento y/o que, por las características del recorrido, el producto puede moverse por el propio empuje de los bultos que le preceden o por la propia inclinación de algún tramo de la línea de transporte. (Codimar, 2021).

6.7.3 Transportadores de rodillos motorizados

Son una buena solución para el transporte de mercancía de muy distinta índole y que, por exigencia de la cadena de transporte, es necesario que los bultos se muevan a una velocidad más o menos constante. (Codimar, 2021).

6.7.4 Transportadores de cadena

Consisten en dos o más ramales que portan una cadena generalmente de grandes dimensiones sobre la que se apoya la carga normalmente depositada sobre pallets o cajas especiales. Utilizados principalmente para el transporte de cargas muy pesadas, de grandes dimensiones o que están sometidas a elevadas temperaturas, se caracterizan por tener una relación calidad/durabilidad muy elevada y con un mínimo mantenimiento. (Codimar, 2021).

6.7.5 Transportadores de banda

En los que se realiza el transporte del producto, apoyado sobre una banda transportadora. Estos transportadores pueden fabricarse con bandas de caucho, de PVC o incluso de malla metálica. Constan de una cabeza motriz en la que va incorporado el tambor accionado y otra cabeza tensora que es la integrada por un tambor de reenvío con el que generalmente podemos proceder a la alineación de la banda en su movimiento. (Codimar, 2021).

6.7.6 Transportadores de malla modular

Permite el cambio en la dirección del flujo de transporte, además del drenaje de líquidos por lo que, una de sus principales características es que se pueden limpiar fácilmente. (Codimar, 2021).

7. Procedimiento y Descripción de las Actividades Realizadas

7.1 Análisis y medición de tiempos.

El actual proceso se realizan distintas operaciones para poder llevar a cabo el proceso de LB Dipolo individual en la máquina de ola selectiva como se muestra en la tabla 2 y cada uno de los jigs que ingresa contiene 6 dipolos.

LB Dipolo individual	
Cantidad de piezas por JIG	6
Modelo de radiador	-

Tabla 1. Dipolos por Jig.

Al día se ingresan 116 jigs por hora esto va a varía de acuerdo con la orden de producción que se realice al día y el tipo de antena que se vaya a producir, por lo ya mencionado el muestreo de tiempos para el presente trabajo lo realice al dipolo que más se elabora que es el LB Dipolo Individual. Las operaciones que realiza la estación en donde se soldán los dipolos se muestra en la tabla 2 donde se observa que la entrada de jig tiene un tiempo de 14.99 segundos y es la operación que buscamos disminuir el tiempo y el esfuerzo.

Preensamble (min) (jig)	Lado Top					
	Carga (Seg) x JIG	Entrada (seg) x JIG	Flux (seg) x JIG	Precalentamiento (seg) x JIG	Soldadura (seg) x JIG	Descarga - salida (seg) x JIG
2.25	26	13.45	39	10	30	27

Tabla 2. Operaciones para LB Dipolo individual.

La estación del área de trabajo es como se muestra en la imagen 8, un operador realiza las operaciones de entrada y el segundo operador se encarga de la descarga del jig y a un lado se encuentra la máquina de ola selectiva.



Imagen 8. Lay out de estación SEHO

Se realizó un diagrama de hombre máquina de ola selectiva en donde se identificaron las operaciones que realiza la máquina y los operarios en las 2 estaciones de trabajo, cada uno con su respectivo tiempo teniendo un tiempo ciclo de producción por jig (6 dipolos) de 2.25 min. Como se muestra en la tabla 3. Donde la entrada del jig tiene un tiempo de 39.06 segundos, el proceso de la máquina 79 segundos y la salida 27 segundos, de estas 3 fases la que consume más tiempo es la entrada ya que el proceso de la máquina no se puede modificar porque es el tiempo programado para la soldadura de los dipolos, por lo que en la entrada hay factores que podemos modificar o eliminar para disminuir el tiempo y la fatiga del operario.

Hombre-máquina	
Entrada (Carga)	Tiempo
Posicionar JIG en mesa	4.54
Tomar pieza de caja	2.65
Colocar piezas en JIG	12.4
Cerrar y asegurar JIG	6.02
Inspeccionar correcto ensamble de piezas en JIG	5.85
Colocar JIG en banda de máquina SEHO	4.6
Impulsar JIG	3
Proceso de máquina SEHO	
Flux	39
Pre calentamiento	10
Soldadura	30
Salida (Descarga)	
Tomar JIG de la máquina	4.6
Colocar JIG en mesa de trabajo	2.82
Sacar piezas del JIG y enviar JIG a la siguiente posición	3.83
Inspeccionar piezas	2.16
Colocar piezas OK en caja de WIP (work in process)	13.38

Tabla 3. Hombre-máquina

Después se hizo un diagrama de procesos bimanual solo de la primera estación que es la entrada del jig para poder identificar los movimientos inefficientes de la estación para eliminar los retrasos y fatiga del operario como se muestra en la tabla 4. Teniendo un tiempo ciclo de entrada del jig de 39.7 segundos.

Operación: Soldadura de dipolos	Parte:	-	Resumen	Mano derecha	Mano izquierda
Nombre y número de operario	A.M #1		Tiempo efectivo	36.7	36.7

Analista: A.L.M	Fecha :	8/16/2024	Tiempo no efectivo		3	3
Metodo:	Prese nte	Propue sto	Tiempo ciclo		39.7	
Descripcion Mano Derecha	Simbo lo	Tiempo	Tiem po	Simbo lo	Descrpcion Mano Izquierda	
Tomar jig	RE	2	2	RE	Tomar jig	
Colocarlo en la mesa	RL	1.25	1.25	RL	Colocarlo en la mesa	
Abrir jig	PP	1	1	PP	Abrir jig	
Colocarlo a un costado tapa	RL	0.29	0.29	RL	Colocar a un costado base	
Tomar dipolo de caja	G	2.65	2.65	G	Tomar dipolo de caja	
Colocar dipolo en jig	A	12.4	12.4	A	Colocar dipolo en jig	
Tomar tapa	G	1	1	H	Sostener jig	
Asegurar jig	PP	5.02	5.02	PP	Asegurar jig	
Levantar jig vertical	U	5.85	5.85	I	Inspeccionar	
Tomar y levantar jig	G	0.64	0.64	G	Levantar jig	
Colocarlo en mesa de rodillo	RL	4.6	4.6	RL	Colocarlo en mesa de rodillos	
Impulsa jig a maquina	P	3	3	P	Impulsar jig a maquina	

Tabla 4. Diagrama de proceso bimanual

Después de tener identificados los tiempos y movimientos no efectivos que son el impulsar el jig a la máquina nos enfocamos solo en esa operación para comenzar a realizar la toma de tiempos que de acuerdo Niebel como nuestro tiempo ciclo es menor a 0.10 min el numero recomendado de observaciones es de 200 ciclos, por lo que se distribuyó durante 1 semana.

Posteriormente se tomaron 105 muestras diarias distribuidas en 3 horas distintas 9 am, 12 pm y 3 pm durante 1 semana teniendo en total 600 muestras con un promedio de 6. 4 segundos como se muestra en la tabla 5.

Tabla de toma de tiempos (seg)															
No.	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5		
	9 am	12 pm	3 pm	9 am	12 pm	3 pm	9 am	12 pm	3 pm	9 am	12 pm	3 pm	9 am	12 pm	3 pm
1	6.9	6.7	5.5	7.2	7	6.7	6.6	6	5.6	7.1	6	5.6	7	6.8	6.3
2	5.9	6.2	5.7	5.6	7	6.7	6.9	7.1	6.2	5.5	7.1	5.6	5.5	6.2	5.6
3	6.6	6.2	5.6	6	6.6	6.1	6.9	6.6	5.6	6.3	7.3	6	6.8	5.6	6.9
4	6.6	6.7	6.7	6.5	6.9	6.4	7.2	7.3	7.2	6.8	5.5	6.7	6.9	6.7	6
5	7	5.9	6.9	7	6.4	6.7	6.1	7.2	6.7	6.6	6.5	6.3	6.6	7.1	6.3
6	5.8	6.6	5.9	6.4	6.8	7	6.8	7.2	6.8	6.5	6.3	6.5	5.6	6.1	5.9
7	6.6	6.1	6.8	5.6	7.3	6.2	5.5	7.1	5.6	6	6.1	7	6.4	6.5	6.9
8	6.7	7.2	6.9	7.3	6.2	6.8	6.1	7	6.6	7.1	6.7	6.9	6.8	6	6.7
9	6.2	5.6	5.7	6.3	5.5	5.9	5.7	6.2	7	6.6	7.3	5.7	5.5	6	6.1
10	6.1	5.6	5.7	6.9	5.6	7.1	7.3	5.5	6.8	6.2	5.5	7	5.6	5.8	5.7

11	6.4	6	6.4	6.3	6.5	6.5	5.6	5.9	6.1	5.9	5.8	7.1	5.5	5.6	6.1
12	5.7	6.7	5.6	6.8	5.6	6.6	5.8	6.7	6.2	5.7	6.6	6.4	5.9	6.3	6
13	6.3	6.2	6.4	6.3	6.2	6.3	6.4	5.6	7.2	5.5	6.5	7.2	5.9	5.8	6.1
14	6.3	5.7	7.3	6.8	6.4	6	6	7.1	6.7	6.2	6.9	6	5.9	6.1	6.6
15	5.9	6.7	6.6	6.2	5.5	5.8	6.6	6.5	6.9	6.9	6.2	5.8	6.4	6.2	5.5
16	6.1	6.8	5.5	7.1	6.7	6.2	7.3	5.9	6.2	5.9	6	6.7	5.6	6	5.8
17	5.7	5.9	6	6	6	7.1	7.1	6.8	6.9	5.7	6.3	6.2	6.6	6.8	7.3
18	6.6	6.4	5.9	5.8	7.2	7	7.3	6.2	6.2	7.1	6.7	5.6	7.2	5.9	6.8
19	7.2	5.7	6.8	7.2	5.7	5.6	6.4	6.2	6.3	6.3	7	6.5	6	6.9	7.3
20	6.1	6.4	7.2	6	6.7	5.9	7.2	7.2	7.2	5.5	6.4	6.1	5.6	6.7	6.4
21	5.6	6.5	5.5	6.5	6.6	6.2	7.2	7.3	6.9	6.4	6.3	6	5.9	5.7	5.6
22	6.7	6.9	5.8	7	7.3	6.3	7.1	6.3	7.3	6.8	6.5	6.4	7.1	6.9	5.7
23	7	5.5	6.2	6.9	5.7	6	5.9	6.7	5.9	5.7	7	6.2	6.8	6.8	7.1
24	5.6	7.1	6.2	6.7	5.6	6.6	5.7	6.9	5.9	6.3	7	5.6	6.8	5.7	7.2
25	6.6	6.4	6.6	6.3	5.7	7	6.2	5.6	6.6	5.9	6.5	5.5	6	7.1	5.7
26	7.1	6.3	6.7	6	6.1	6.5	7.1	5.9	6.2	6.6	6.5	6	6.1	6.6	6.5
27	7.1	6	7.2	6.7	6.2	6.6	6.9	6.2	6	6.5	5.8	5.6	7	5.5	6.4
28	5.7	5.9	7.1	6.6	6.3	6.5	6.4	5.5	7.2	5.7	6.7	6	6	6.1	6
29	6.9	6.7	6.7	6.2	5.8	6	6.8	6.7	5.8	6	5.7	5.9	7.2	7.1	6.1
30	6.5	6.3	5.6	6.9	6.8	6.7	7.2	5.5	6.4	6.3	6	6.2	6.7	7.1	6.5
31	6	6.1	5.8	6.8	6.1	6.9	7	6.5	5.9	5.8	6.1	6.8	6.4	6.7	6.5
32	7.1	6.8	6.6	6	6.1	5.9	6	6.6	7	7	5.9	6.6	6.7	6.4	7.1
33	6.8	6.7	7.2	7	6.4	5.8	7.3	5.6	6.2	5.5	6	6.3	6.9	7.2	6.7
34	7	5.9	7.3	6.1	6.2	5.7	6.6	7.1	6.4	5.9	6.8	7.3	7.1	6.3	7.1
35	5.9	7	6.8	5.8	6.5	6.5	6.6	7.3	5.9	6.7	5.5	6.6	6.7	6.8	7
36	5.8	6.9	5.7	5.6	6.2	6.3	5.5	6.3	6	5.9	7	5.7	7	6.9	5.9
37	6.6	6.4	6.7	5.8	5.5	7.2	6.7	6.7	6.7	6.3	5.9	5.8	5.6	5.8	7.1
38	5.6	6.7	6.2	7.3	5.8	6.9	5.5	5.8	6.3	6.6	6.5	7.2	6.5	6.9	5.8
39	5.9	7	7.3	7.3	6.8	6.3	7.1	6.2	5.5	6.6	5.6	5.7	5.6	5.9	5.7
40	6	5.7	6.9	7.3	7	5.9	6.6	5.8	6.5	6.9	6.5	5.7	7.2	6.4	7.3
$\bar{x}$	6.4	6.4	6.4	6.5	6.3	6.4	6.6	6.4	6.4	6.3	6.4	6.3	6.4	6.4	6.4

Tabla 5 Toma de tiempos

La propuesta que se dio fue instalar una cinta transportadora en la mesa de trabajo de la estación 1 ya que como se menciona la operación innecesaria que se identifico es el impulsar el jig para que entre a la maquina por lo que esta operación podría ser automática sin la necesidad de que el operario la realice y que solo tenga la responsabilidad de colocar el jig en la cinta y así disminuir la fatiga del operario y disminuir lesiones musculares a largo plazo.

En la imagen 9 se muestra como está actualmente la estación el área SEHO y que se debe de impulsar el jig por medio de un sistema de rodillos.



Imagen 9. Estación de trabajo SEHO 2

En la imagen 10 se observa como el operario impulsa el jig para que esté entre a la máquina y espera para observar que entro de manera correcta a la máquina.



Imagen 10. Operador haciendo la operación de impulsar Jig.

Posteriormente se realizó un estudio ergonómico ya que realizar una operación repetitivamente y por 9.5 horas diarias genera fatiga al operador y a largo plazo un daño muscular. Primeramente, se consideró el peso del jig y sus dimensiones como se muestra en la imagen 11, es de tamaño considerable para el operador teniendo un peso de 4 kg sin considerar los dipolos y al incluir los dipolos en la operación tiene un peso de 4.5 kg.



Imagen 11. Dimensiones y diseño de jig (Sebastian Stettner)

Los diseños de los jig son elaborados por alemanes y se fabrican con materiales resistentes al calor ya que deben ser introducidos a la maquina donde primeramente precalienta el producto y posteriormente soldar. Sus dimensiones son de 50 cm x 35 cm.

De acuerdo con estudio del trabajo los movimientos de dedos, muñecas, antebrazos y brazos superiores, que comúnmente se conocen con el nombre de movimientos de hombros o de cuarta clase, requieren considerablemente más tiempo para una distancia determinada que las tres clases descritas con anterioridad. Los movimientos de cuarta clase se utilizan para realizar movimientos de transporte de partes que no se pueden alcanzar con sólo estirar el brazo. Con el fin de reducir la carga estática de los movimientos de los hombros, las herramientas deben diseñarse de tal manera que el codo no tenga que elevarse mientras se lleva a cabo el trabajo (Niebel, 2009).

De acuerdo con (W. Niebel 2009) el peso que puede cargar un hombre haciendo resistencia de levantamiento de brazos es de 63.05 kg y haciendo un análisis de la carga que realizan durante las 9.5 horas laborales es de 6,612 kg durante la jornada laboral.

De acuerdo con (W. Niebel 2009) y los análisis anteriormente realizados están dentro de lo establecido ya que la carga de un jig es de 4.5 kg y lo cargan durante 7.81 segundos, pero al reducir segundos de la carga sería de gran beneficio para la salud del operario.

7.1.2 Sistema de tiempos predeterminados

Para poder tener un análisis ergonómico sobre la operación que realizan los operarios aplique un sistema de tiempos predeterminados para saber los movimientos básicos por medio de un MOST. En la tabla 6 se muestra un total de 259 TMU que es equivalente a 9.24 segundos, 0.15 min y 0.0259 horas.

Formato de Arreglos MODAPS					
Arreglo Modular de Tiempos Estandar Predeterminados Estudio de Tiempos					
Estudio No.: 1			Parte No.: 1		
Pagina:1 de 1			Descripcion: Dipolos		
Fecha: 26/08/24			Cliente: -		
Analista: Alexia Lozada Mejia			Operacion No.: 1		
Departamento: Ingenieria			Descripcion: Soldadura de dipolos		
Seccion: SEHO			Maquina: SEHO 2		
Operador: -			Descripcion: Maquina de soldadura		
No .	Descripcion del Elemento	S y U	Arreglo modular	Frecuencia	Subtotal
1	Agarrar jig	S	A0B0G1A1B0A0	1	2
		U			
2	Tomar y quitar tapa de jig y colocarla en la mesa	S	A0B0G3A1P1A0	1	5
		U			
3	Girar y agarrar dipolos	S	A0B0G3A1P1A1	1	6
		U			
4	Regresar a posicion de trabajo y dejar dipolos en jig	S	A1B0G0A1P1A0	1	3
		U			
5	Colocar dipolos en jig haciendo presion	S	A1B0G3A1P6A0	6	66
		U			
6	Tomar tapa de jig y asegurarla	S	A1B0G3A1P6A0	1	11
		U			
7	Voltear jig a forma horizontal y girar hacia maquina	S	A1B0G3A1P6A0	1	11
		U			
8	Dejar jig en banda e impulsarlo hacia la maquina	S	A1B0G3A1P6A0	1	11
		U			

Total	115
Seg.	4.14
Min.	0.069
Hrs.	0.0115

Tabla 6. Tabla de cálculo de MODAPS

7.1.3 Análisis estadístico de ingeniería. (Muestras)

De acuerdo con lo recopilado en la operación al introducir el jig a la máquina el tiempo promedio es de 6.4 segundos, esto en producción diaria es un desperdicio de movimiento ya que el trabajador hace el esfuerzo de introducir el jig a la maquina por la disposición insuficiente de la estación de trabajo.

Al día se introducen 116 jig por hora y se laboran 9.5 horas equivalen a 1,102 jigs por día y haciendo un análisis los tiempos de desperdicio en esa operación al día son 7, 603.8 segundos que equivalen a 117. 5 minutos y 1.95 horas.

JIGS	
HORA	DIA
116	1102

Tabla 7. Análisis de introducir jigs al día.

DIPOLOS	
HORA	DIA
696	6612

Tabla 8. Análisis de producción de dipolos diario.

DESPERDICIO DE TIEMPO AL DIA		
SEG	MIN	HRS
7052.8	117.5	1.95

Tabla 9. Análisis de desperdicio de tiempo al día.

De las 9.5 horas de operación el operador pasa 1.95 horas introduciendo el jig manualmente a la maquina por lo que se busca reducir el tiempo de la operación manual y automatizar la operación esa mesa de trabajo.

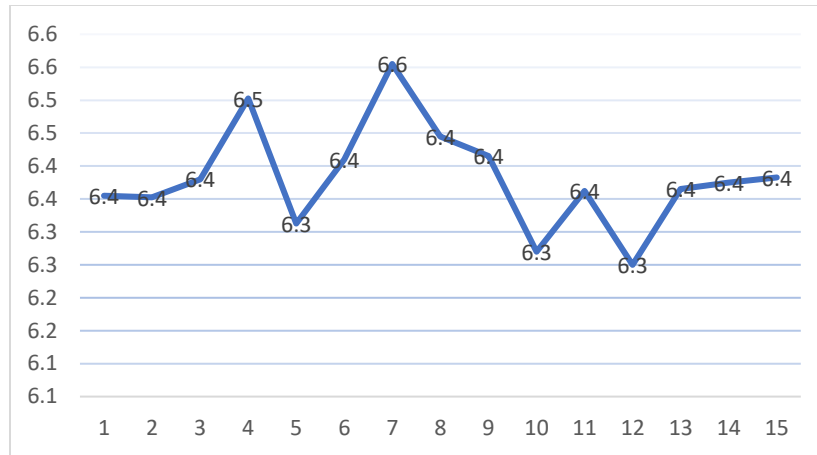


Imagen 13. Grafica de tiempo promedio por día.

En la gráfica que se muestra en la imagen 13 se observa que la tendencia está en el tiempo ciclo de 6.4 segundos de operación, en donde están representados el tiempo promedio de los 5 días que se tomaron tiempos en 3 horas distintas del día.

7.2 Creación de diagrama de sistema eléctrico.

La creación del sistema eléctrico se realizó basado en la lógica de operación de la banda transportadora (integración de PLC, sensores, etc.) con ayuda de los técnicos electromecánicos donde observamos las funciones que debe realizar la banda para darle un apoyo ergonómico al operador por medio del lenguaje Ladder.

La primera parte fue diseñar el sistema eléctrico de la botonera con un control básico de arranque y paro en donde accione los botones de comienzo, paro y la señal de salida de PLCA.

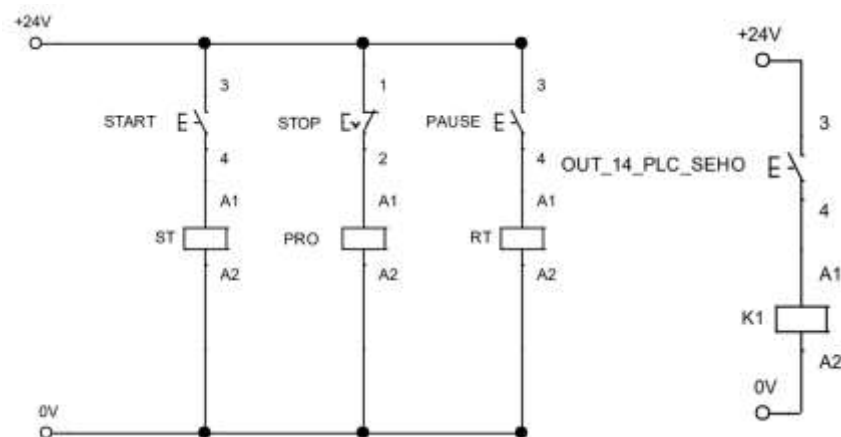


Imagen 14. Sistema eléctrico de Botonera/Manipulador.

La segunda parte del sistema eléctrico es el control que permitirá controlar los 2 actuadores (motor trifásico y el pistón (neumático)), en esta parte del sistema eléctrico es donde se encuentran los sensores que envían y reciben la información y procesa los controles de entrada y de salida para accionar la cinta transportadora.

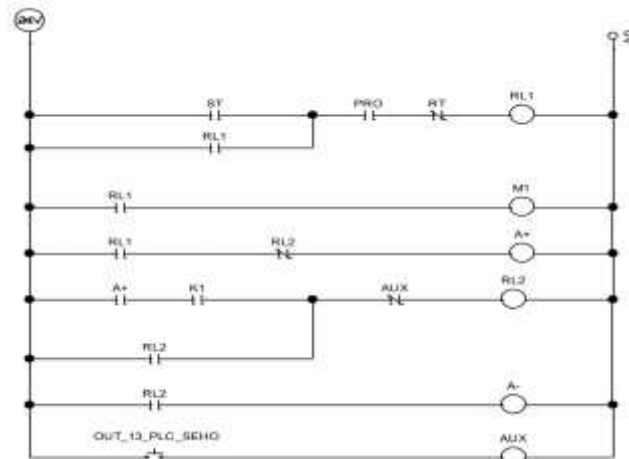


Imagen 15. Sistema eléctrico de control

La última parte del sistema eléctrico es la parte de la potencia que es en donde se dará señal para accionar el motor como se indica en la ilustración 6 donde el M1 nos representa el contactor que se activa con ayuda del controlador y los solenoides para poder activar las electroválvulas del pistón.

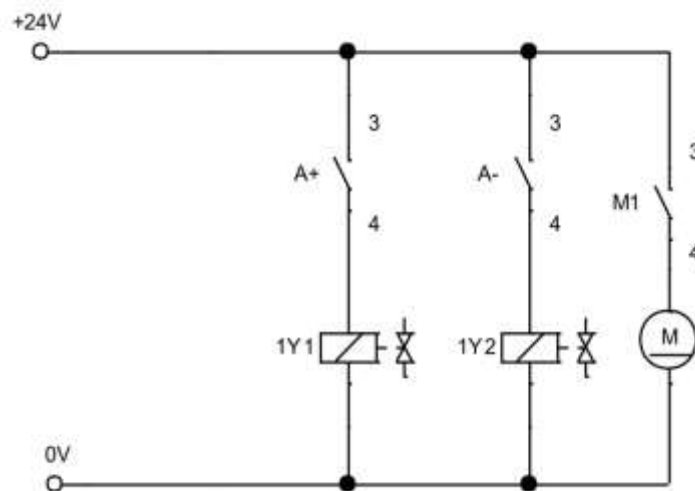


Imagen 16. Sistema eléctrico de control

7.3 Construcción de primer prototipo de la base del sistema electrónico.

El prototipo nos permitirá probar y validar ideas antes de producir una versión final, verifica que el diseño de la lógica electrónica cumpla con los requisitos y funciones especificadas, teniendo como base un circuito abierto y cerrado.

La primera parte fue hacer las conexiones del controlador hacia la botonera que de acuerdo con nuestro sistema de diagrama eléctrico nos accionara o detendrá la cinta transportadora, este será el paro de emergencia para cualquier situación inesperada que se presente durante la operación.

En la ilustración 8 se puede apreciar el control manual y la botonera respetando las conexiones del sistema eléctrico en donde el control mandará señales a la botonera para poder tener un paro de emergencias.



Imagen 17. Armado de control manual y botonera.

El controlador mantendrá ciertos parámetros dentro de valores establecidos o actuar en función de las señales que recibe de otros componentes del sistema que serán la botonera de emergencias.



Imagen 18. Controlador.



Imagen 19. Botonera

7.4 Diseño de estación de banda.

La banda será diseñada respecto a la operación de carga y descarga de la estación teniendo como antecedente un retorno ya automatizado en conjunto con un elevador. Una de las consideraciones que se tomaron en cuenta es que la estación de trabajo que se encuentra a lado de la máquina de ola selectiva es como se referencia en la imagen 9 donde se puede apreciar que cuenta con una banda con mecanismos de rodillos lo cual hace que el jig se deslice.

La implementación de la cinta transportadora ayudara a que el operario solo deje el jig en la cinta y esta realice la operación de introducir el jig a la maquina automáticamente dando oportunidad al operario a seguir con sus operaciones y eliminar ese tiempo muerto.

Las especificaciones para realizar el diseño de la banda son 1 m de largo, 0.087 m de ancho y sin considerar las medidas del motor 0.87 m. En la imagen 20 se muestra cómo es que quedara el diseño de la cinta transportadora generalmente.

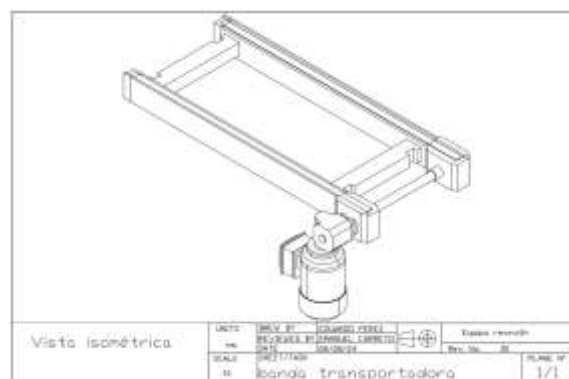


Imagen 20. Dibujo banda transportadora vista isométrica.

La cinta transportadora de manera frontal tiene las medidas de 1m de largo considerando el motor y 0.087 m de altura sin considerar el tamaño del motor solamente el grosor del perfil de aluminio como se muestra en la imagen 21.

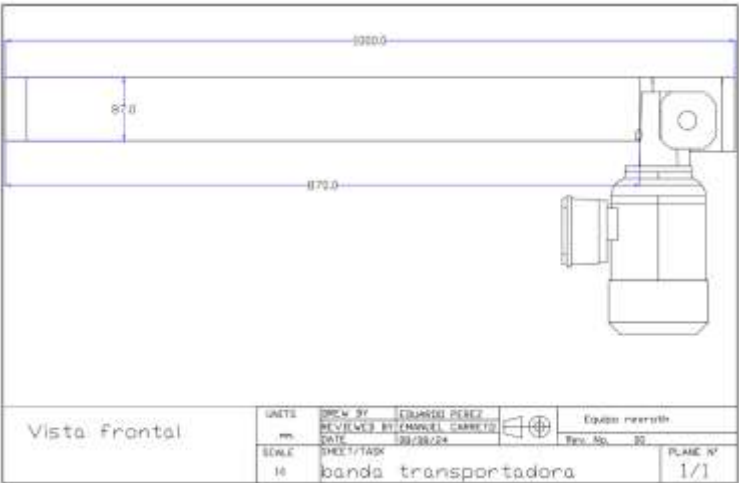


Imagen 21. Dibujo de banda transportadora vista frontal.

En la parte izquierda de la cinta se tomó en cuenta en ancho de la cinta que es de 0.39 m x 0.354 m de alto tomando en cuenta el tamaño del motor de 0.332 m como se muestra en la imagen 22.

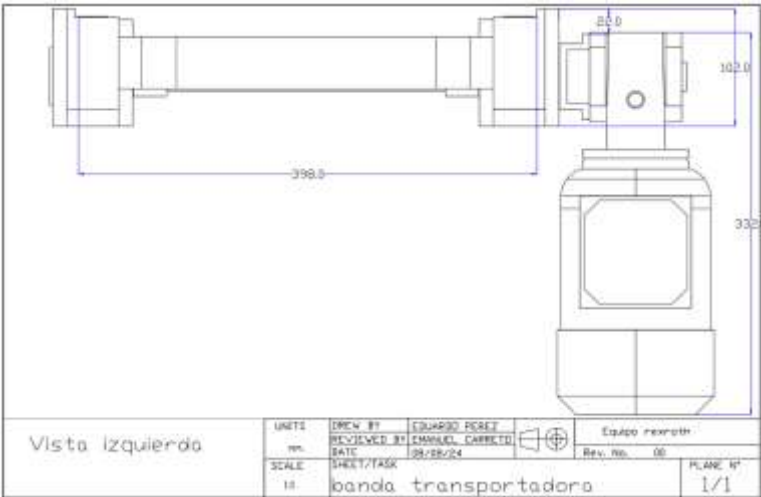


Imagen 22. Dibujo de banda transportadora vista izquierda.

En la parte superior de la cinta se debe tener una amplitud total de 0.415 m, entre cintas se debe tener 0.325 m de punto a punto por donde estará instalada la cinta sin considerar los perfiles ni el motor y de largo se debe tener 0.870 m esto sin considerar el eje principal del motor.

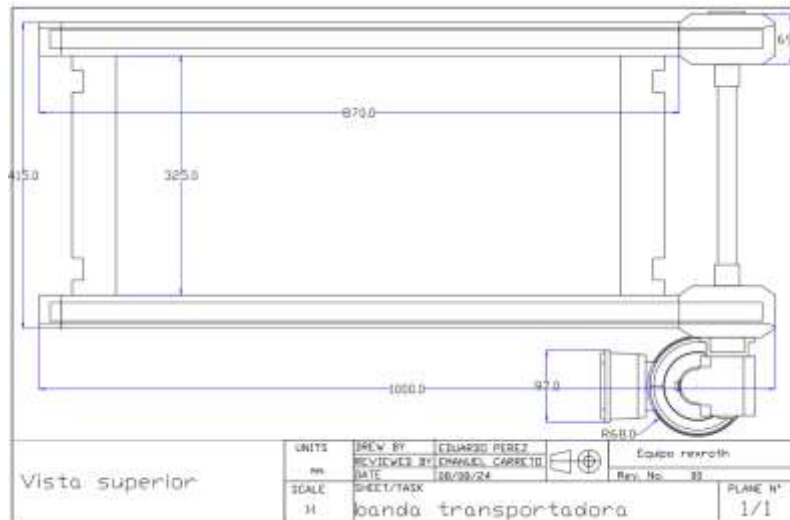


Imagen 23. Dibujo de banda transportadora vista superior.

7.5 Construcción de estación de banda.

Se construyó la estación basada en el diseño el cual tendrá que ser integrado en la operación actual, esto implica modificar el proceso de entrada. Los materiales que se necesitaron para la adaptación de la cinta en la estación fueron refacciones nuevas que se encontraban en resguardo de mantenimiento como el motor y los perfiles de la cinta se reutilizaron de refacciones de proyectos anteriores.

Los elementos neumáticos que se utilizaron para la cinta transportadora fueron:

- Caja de botones (botonera)
- Motor
- Cilindro de doble efecto
- Válvula 5/2 vías
- Caja de accionamiento (con sensor)
- Sensor

Y los materiales que se utilizaron para instalar la cinta en la estación de trabajo fueron:

- Perfiles
- Flecha
- Botonera de paro de emergencia

En la ilustración se puede observar los perfiles de la cinta transportadora que se utilizaron para la adaptación en la estación de trabajo.



Imagen 24. Perfil de aluminio de la cinta transportadora.

El motor es el que se muestra en la imagen 25 el cual estaba al resguardo de mantenimiento y este tiene la capacidad de 15 rev por min. Esto permitirá que la cinta transportadora se encuentre en constante trabajo durante las 9.5 horas de jornada laboral.



Imagen 25. Motor

La cinta transportadora de igual manera se encontraba al resguardo de ingeniería con las dimensiones anteriormente mencionadas en el diseño de la estación de la banda.



Imagen 26. Cinta transportadora

También se consideró tener un sistema de paro manual el cual ira adaptado en el lado derecho de la cinta transportadora y un sensor que detectara la entrada del jig a la máquina.

7.6 Montaje de sistema eléctrico

El montaje se colocó de manera estratégica en la nueva estación construida esto con la finalidad de evitar coaliciones con componentes o jigs que circulan en el proceso. En la imagen 27 y 28 se puede observar la maqueta del prototipo del sistema eléctrico y montarlo en el sistema de la máquina.

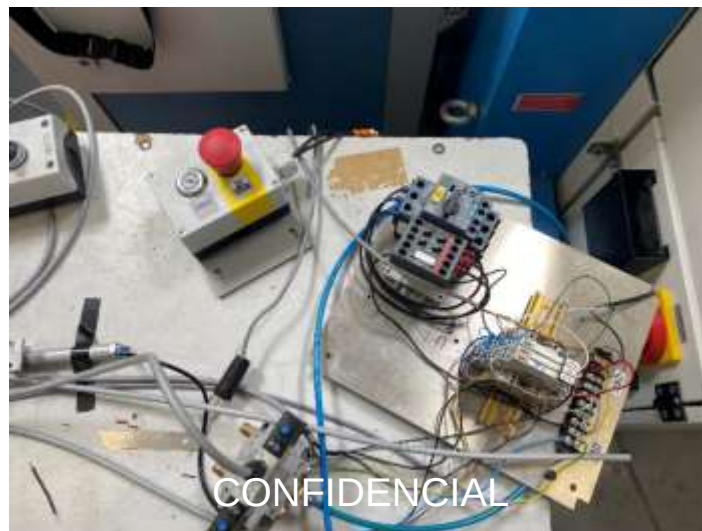


Imagen 27. Maqueta de control eléctrico

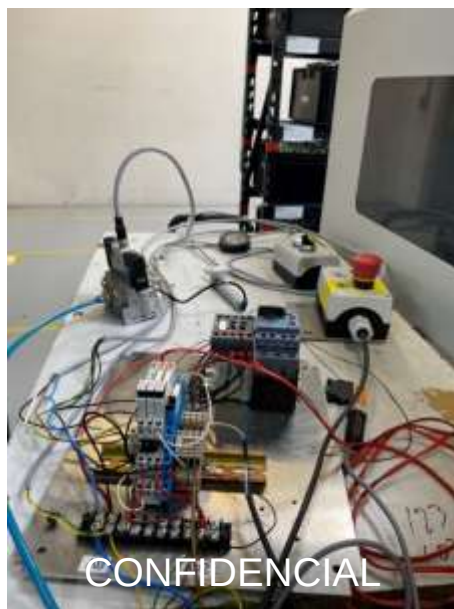


Imagen 28. Maqueta de control eléctrico.

Uno de los principales componentes que se integró en la banda transportadora fue la flecha ya que esta ayuda a que la cinta transportadora pueda ir sincronizada de los dos lados (derecho e izquierdo) y operen de una forma conjunta ya que por el tipo de cinta transportadora que estaba resguardada en el área de mantenimiento no tiene ese mecanismo. En la imagen 29 se puede apreciar cómo es que quedó instalado el motor, la flecha y la cinta en la estación con su respectiva guarda de seguridad y su botonera previamente explicada.



Imagen 29. Instalación de mecanismo principal de flecha, motor y cinta.

7.7 Conexión de sistema banda a máquina.

Se conectará al tablero eléctrico de la máquina con el fin de tener una conexión estable que no perjudique a la máquina. Como se muestra en la imagen 30 donde se puede apreciar al técnico de mantenimiento realizar las conexiones eléctricas a la cinta transportadora al tablero de la máquina de ola selectiva como se muestra en la imagen 31.



Imagen 30. Tablero de control eléctrico



Imagen 31. Tablero de maquina (señales de PLC)

En la imagen 32 se muestra cómo es que realizaron los técnicos de mantenimiento la alimentación para el motor trifásico.



Imagen 32. Bajada para alimentación de motor trifásico

7.8 Prueba 1

Al tener ya listo el montaje de la cinta transportadora se revisó la operación de la banda en cuanto a flujo, detección y posibles averías o fallas. Estuvo a prueba durante 1 semana para poder observar que el flujo fuera más eficiente que el anterior y en el sistema electrónico no hubo ninguna falla ya que el motor funciono de manera continua y correcta.

En la imagen 33 se muestra el pistón y los sensores de entrada el cual identificara cuando en la cinta transportadora se encuentra un jig y darle paso de entrada para el flux y después pasar a la siguiente operación que es el precalentado.



Imagen 33. Pistón y sensor de entrada.



Imagen 34. Cinta transportadora en estación SEHO 2.

8. Resultados

Ergonómicamente

Al instalar la cinta transportadora en la estación de la maquina SEHO 2 la semana que estuvo a prueba se observó que al eliminar la operación de empujar el jig para darle entrada a la maquina la producción tuvo un mejor desempeño y al operario tuvo menos fatiga, si no avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse. (W. Niebel 2009). Aunque la automatización ha reducido drásticamente las demandas de energía humana en el ambiente industrial de nuestros días, la fortaleza muscular aún es la parte esencial de muchas ocupaciones, en particular de aquellas que involucran el manejo manual de materiales (MMH) o el trabajo manual. (W. Niebel 2009).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, aunque la operación que realizaba el operario no era de gran esfuerzo realizarla durante las 9.5 horas de jornada laboral provoca fatiga al operario, reduciendo su energía y provoca que al término de la jornada laboral su producción ya no sea constante.

Al eliminar una operación al operario de acuerdo con el estudio de tiempos estándar predeterminados MOST anteriormente nos daba 259 TMU que corresponde a 9.32 segundos y al instalar la cinta transportadora se obtuvo 252 MTU que son igual a 9 segundos teniendo una diferencia de 7 MTU con 0.32 segundos de diferencia como se muestra en la siguiente tabla.

TIEMPOS PREDETERMINADOS (MOST)			
UNIDAD	ANTES	DESPUES	DIFERENCIA
TMU	259	252	7
Seg.	9.32	9	0.32

Tabla 10. Comparación de tiempos predeterminados el antes- actual.

Formato de Arreglos MOST	
Arreglo Modular de Tiempos Estandar Predeterminados Estudio de Tiempos	
Estudio No.: 1	Parte No.: 1
Pagina:1 de 1	Descripcion: Dipolos
Fecha: 26/08/24	Cliente: -
Analista: Alexia Lozada Mejia	Operacion No.: 1
Departamento: Ingenieria	Descripcion: Soldadura de dipolos

Seccion: SEHO		Maquina: SEHO 2			
Operador: -		Descripcion: Maquina de soldadura			
No.	Descripcion del Elemento	S y U	Arreglo modular	Frecuencia	Subtotal
1	Agarrar jig	S	A0B0G1A 1B0A0	1	2
		U			
2	Tomar y quitar tapa de jig y colocarla en la mesa	S	A0B0G3A 1P1A0	1	5
		U			
3	Girar y agarrar dipolos	S	A0B0G3A 1P1A1	1	6
		U			
4	Regresar a posicion de trabajo y dejar dipolos en jig	S	A1B0G0A 1P1A0	1	3
		U			
5	Colocar dipolos en jig haciendo presion	S	A1B0G3A 1P6A0	6	66
		U			
6	Tomar tapa de jig y asegurarla	S	A1B0G3A 1P6A0	1	11
		U			
8	Voltear jig a forma horizontal y girar hacia maquina	S	A1B0G3A 1P6A0	1	11
		U			
9	Dejar jig en banda	S	A1B0G1A 1P1A0	1	4
		U			
				Total	108
				Seg.	3.888
				Min.	0.0648
				Hrs.	0.0108

Tabla 11. Tabla de cálculo de MODAPS modificado

Ericsson lo que busca es priorizar la salud de los operadores hasta cierto punto el eliminar una operación de las actividades diarias del operario a largo plazo disminuirá el riesgo de presentar alguna lesión muscular y en cuanto a su producción es más eficiente, optimiza el flujo de trabajo igual que es una estrategia clave en la gestión de procesos de manufactura y se enmarca en metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma, que buscan reducir el desperdicio y aumentar la productividad.

Tiempos

En cuanto a tiempos el adaptar la cinta transportadora en la estación fue de beneficio en el tiempo ciclo de la producción de la máquina de ola selectiva como se comentó al inicio del reporte no se puede aumentar la producción en cuanto a la máquina, pero en la parte de operaciones del operario si ya que esto contribuirá para que él pueda apoyar en otras actividades dentro del área SEHO.

El tiempo ciclo de producción por jig (6 dipolos por jig) era de 2.25 min y actualmente es de 2.22 min por jig teniendo una diferencia de 3 segundos por jig.

TIEMPO CICLO POR JIG (min)	
ANTES	ACTUAL
2.25	2.22

Tabla 12. Tiempo ciclo por jig antes-actual

Actualmente solo se quedó la operación de colocar el jig en la banda transportadora con un tiempo de entre 2.64 a 4.4 segundos.

De acuerdo con el diagrama bimanual el tiempo ciclo de la primera estación era de 39.7 segundos y actualmente es de 36.7 segundos, reduciendo segundos de la primera fase de la producción de los dipolos.

Operación: Soldadura de dipolos	Parte:	-	Resumen		Mano derecha	Mano izquierda
Nombre y número de operario	A.M #1		Tiempo efectivo		36.7	36.7
Analista: A.L.M	Fecha :	8/16/2024	Tiempo no efectivo		0	0
Método:	Presente	Propuesto	Tiempo ciclo		36.7	
Bosquejo:						
Descripcion Mano Derecha	Simbo lo	Tiemp o	Tiem po	Simbo lo	Descrpcion Mano Izquierda	
Tomar jig	RE	2	2	RE	Tomar jig	
Colocar en la mesa	RL	1.25	1.25	RL	Colocar en la mesa	
Abrir jig	PP	1	1	PP	Abrir jig	

Colocarlo a un costado tapa	RL	0.29	0.29	RL	Colocar a un costado base
Tomar dipolo de caja	G	2.65	2.65	G	Tomar dipolo de caja
Colocar dipolo en jig	A	12.4	12.4	A	Colocar dipolo en jig
Tomar tapa	G	1	1	H	Sostener jig
Asegurar jig	PP	5.02	5.02	PP	Asegurar jig
Levantar jig vertical	U	5.85	5.85	I	Inspeccionar
Tomar y levantar jig	G	0.64	0.64	G	Levantar jig
Colocarlo en mesa de rodillo	RL	4.6	4.6	RL	Colocarlo en mesa de rodillos

Tabla 13. Diagrama de proceso bimanual después de la instalación de cinta transportadora.

Costos

El instalar una cinta transportadora a industrias productivas de proveedores externos son costosas por lo que el ahorro que tuvo la empresa al ser instalada por los técnicos de mantenimiento fue muy significativo ya que fue parte de sus actividades diarias sin pago de horas extras.

COSTOS DE BANDA TRANSPORTADORA		
ELEMENTOS	COSTO MERCADO	COSTO PROYECTO
MOTOR	\$ 60,000.00	\$ -
CINTA TRANSPORTADORA	\$ 40,000.00	\$ -
FLECHA	\$ 900.00	\$ 900.00
PISTON	\$ 2,699.00	\$ -
CONTROLADOR	\$ 6,000.00	\$ -
BOTONERA	\$ 501.00	\$ -
INSTALACION	\$ 90,000.00	\$ -
TOTAL	\$ 200,100.00	\$ 900.00
	AHORRO	\$ 199,200.00

Tabla 14. Costos de la instalación de la cinta transportadora.

Como se puede observar en la tabla 14 la empresa tuvo un ahorro de \$199,200 por la instalación de la cinta transportadora y esto hace que la planta vaya teniendo más avance tecnológico conforme van pasando los años.

Finalmente quedó instalada la cinta transportadora en la estación de trabajo de la máquina de ola selectiva y que actualmente está trabajando de manera eficiente y mostrando buenos resultados como se muestra en la imagen.



Imagen 35. Antes de modificación de estación de trabajo.

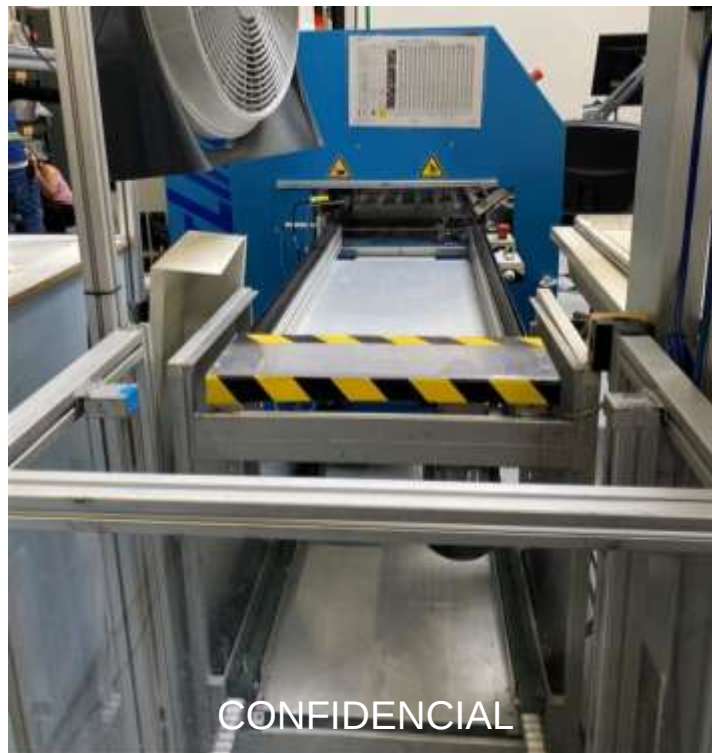


Imagen 36. Estación de trabajo modificada.

9. Conclusión

La incorporación de una cinta transportadora en la estación de trabajo ha demostrado ser una solución eficaz para optimizar los procesos productivos, reduciendo tiempos de espera y mejorando la organización del flujo de materiales. Al automatizar el traslado de productos o componentes, se incrementa la eficiencia operativa, disminuyendo la necesidad de intervención manual y reduciendo la probabilidad de errores humanos. Esto también contribuye a mejorar la ergonomía en el puesto de trabajo, ya que se minimiza la carga física sobre los empleados, permitiéndoles centrarse en tareas de mayor valor agregado.

Además, la implementación de este sistema ha mostrado una mejora significativa en la seguridad laboral, al eliminar riesgos relacionados con la salud del operario a largo plazo. La mayor fluidez en la operación también permite una mejor gestión del tiempo, reduciendo los tiempos muertos y aumentando la productividad general de la estación de trabajo.

Sin embargo, es importante seguir realizando mantenimientos periódicos y capacitar al personal para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y maximizar sus beneficios a largo plazo. La inversión inicial se justifica por los beneficios a nivel de rendimiento, seguridad y competitividad que genera a la empresa.

En resumen, la implementación de la cinta transportadora ha tenido un impacto positivo en la optimización de los procesos productivos, la reducción de costos operativos y la mejora en la calidad de vida laboral. Esto posiciona a la empresa en una mejor situación para enfrentar los retos del mercado, manteniendo una ventaja competitiva a través de la innovación y la eficiencia.

9.1 Recomendaciones

Debemos de contribuir en la mejora continua y tener un monitoreo en el proyecto implementado ya que para que tenga mejores resultados tenemos que considerar las siguientes recomendaciones:

Mantenimiento preventivo regular: Para asegurar el funcionamiento continuo y eficiente de la cinta transportadora, se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo. Esto incluye la revisión periódica de los componentes clave, como las bandas, motores, poleas y sistemas de control, para prevenir fallos y reducir los tiempos de inactividad. El mantenimiento regular ayuda a alargar la vida útil del sistema y minimizar costos imprevistos por reparaciones urgentes.

Capacitación del personal: Es importante ofrecer una capacitación adecuada al personal para garantizar que entiendan cómo operar y mantener la cinta transportadora de manera segura y eficiente. Esto incluye formación sobre la operación de la máquina, manejo de emergencias, procedimientos de mantenimiento básico y la correcta supervisión del sistema para evitar accidentes o errores.

Monitoreo de la eficiencia del sistema: Tras la implementación, es recomendable monitorear regularmente el rendimiento de la cinta transportadora para detectar áreas de mejora.

Revisión de los beneficios a largo plazo: Realizar revisiones periódicas del impacto de la implementación de la cinta transportadora es esencial para asegurar que los objetivos iniciales se estén cumpliendo

9.2 Experiencia personal profesional adquirida

El tiempo que estuve de residente en la empresa Ericsson en el área de ingeniería en procesos adquirí experiencia profesional gracias a las actividades que me asignaba mi mánager, al tener un mánager que está a cargo de 2 áreas (mantenimiento y procesos) me ayudo para aprender distintas cosas para adquirir habilidades técnicas y operativas que permiten optimizar la eficiencia y la operatividad en diferentes tipos de industrias y empresas. Esta experiencia implica un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con el mantenimiento de equipos, la mejora continua de procesos y la gestión eficiente de recursos.

Una de las experiencias profesionales que adquirí fue la realización de mantenimientos preventivos y correctivos en equipos industriales, análisis de fallas y rediseño de procesos para mejorar la eficiencia de la producción, control de inventarios de repuestos y materiales necesarios para las operaciones, utilizar herramientas de ingeniería en cambios de modelo en la producción y en las actividades de mes con mes en el área de mantenimiento.

En el área de procesos aprendí a tener un pensamiento analítico para la optimización de los procesos por medio de la implantación de mejoras continuas en las estaciones de trabajo de los operarios en las diferentes áreas de producción de la empresa y la resolución de problemas de forma rápida.

El estarme relacionando día con día con ingenieros e intervenir en los problemas que surgen en la producción desarrolle el trabajo en equipo para colaborar con otros departamentos y sobre todo estar en relación con los colaboradores de la producción para tener sus puntos de vista y poder adaptarles una forma de trabajo más segura y fácil para ellos.

10. Competencias desarrolladas

En el área de procesos y mantenimiento, he desarrollado una serie de competencias clave que me han permitido optimizar la eficiencia operativa y asegurar el buen funcionamiento de los sistemas y equipos industriales. Estas competencias abarcan tanto habilidades técnicas como de gestión, y son fundamentales para garantizar la continuidad de los procesos productivos, la calidad del servicio y la seguridad en el entorno laboral.

Una de las principales competencias adquiridas es la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo. A través de la planificación y ejecución de programas de mantenimiento, he aprendido a diagnosticar fallos y realizar reparaciones en equipos y maquinaria industrial, minimizando tiempos de inactividad y reduciendo costos operativos. Además, he desarrollado habilidades en la calibración y ajuste de equipos, asegurando que todos los sistemas operen dentro de los parámetros establecidos para una producción eficiente.

La gestión de recursos y tiempos es otra competencia esencial que he desarrollado, especialmente en la programación y organización de tareas de mantenimiento. He aprendido a gestionar inventarios de repuestos, asegurando la disponibilidad de materiales necesarios sin generar sobrestock, y a coordinar equipos de trabajo para realizar intervenciones de manera eficiente y dentro de los plazos establecidos.

También he trabajado con sistemas automatizados para supervisar y controlar procesos industriales, mejorando la precisión y eficiencia operativa.

El pensamiento crítico y la resolución de problemas fue una de las competencias que igual adquirí en el área de procesos ya que día con día se presentan problemas por lo que adquieres la capacidad para analizar, evaluar y resolver problemas de manera efectiva. Tener creatividad e innovación para adaptarles una forma de trabajar más practica a los operarios y adquirir la habilidad para generar nuevas ideas y enfoques para resolver problemas o realizar tareas.

Las competencias desarrolladas en el área de procesos y mantenimiento me han permitido adquirir un enfoque integral que combina el diagnóstico técnico, la mejora continua y la gestión eficiente de recursos, lo que me capacita para afrontar los desafíos del mantenimiento industrial con eficacia y proactividad.

11. Fuentes de información

Bizintek (2022) *Soldadora por ola*. Recuperado de: [Soldadura por ola: Bizintek da un paso más en su producción - Bizintek](#)

Codimar (2021) *Tipos de Transportadores Industriales*. Recuperado de: <https://www.rodilloscodimar.com/tipos-de-transportadores-industriales/>

Ericsson (2024) *Follow the journey to 6G*. Recuperado de: [6G - Follow the journey to the next generation networks - Ericsson](#)

GSL (2021) *Banda transportadora*. Recuperado de: [Banda transportadora – Industrias GSL](#)

Gutierrez, A. (2023) *Las antenas de Ericsson que son fabricadas por mujeres en Tlaxcala*. Recuperado de: [Las antenas de Ericsson que son fabricadas por mujeres en Tlaxcala \(expansion.mx\)](#)

Hinforcom (2022) *Guía completa sobre antenas de cobertura móvil: ¿Cómo funcionan y por qué son importantes?* Recuperado de: [Guía sobre antenas de cobertura móvil ¿Cómo funcionan?](#)

Luna, A. () *Antenas*. Recuperado de: [Desde hace varios años los científicos y divulgadores hemos detectado que existe un preocupante desconocimiento, de la sociedad](#)

Mas Móvil (2024) *¿Qué es la Cobertura móvil?* Recuperado de: [¿Qué es la Cobertura Móvil? Mapa de cobertura | MASMOVIL](#)

Rico, L. (2005) *Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo*. Recuperado de: [Dialnet-TecnicasUtilizadasParaElEstudioDeTiempos-7291331 \(1\).pdf](#)

Sandalwood (2021) *Estudio de tiempos en la industria*. Recuperado de: [Estudio de tiempos en la industria.](#)

Suma Móvil (2024) *¿Qué es y cómo funciona un 2G/3G/4G?* Recuperado de: [¿Qué es y cómo funciona un 2G/3G/4G? - SUMA móvil - Colombia](#)

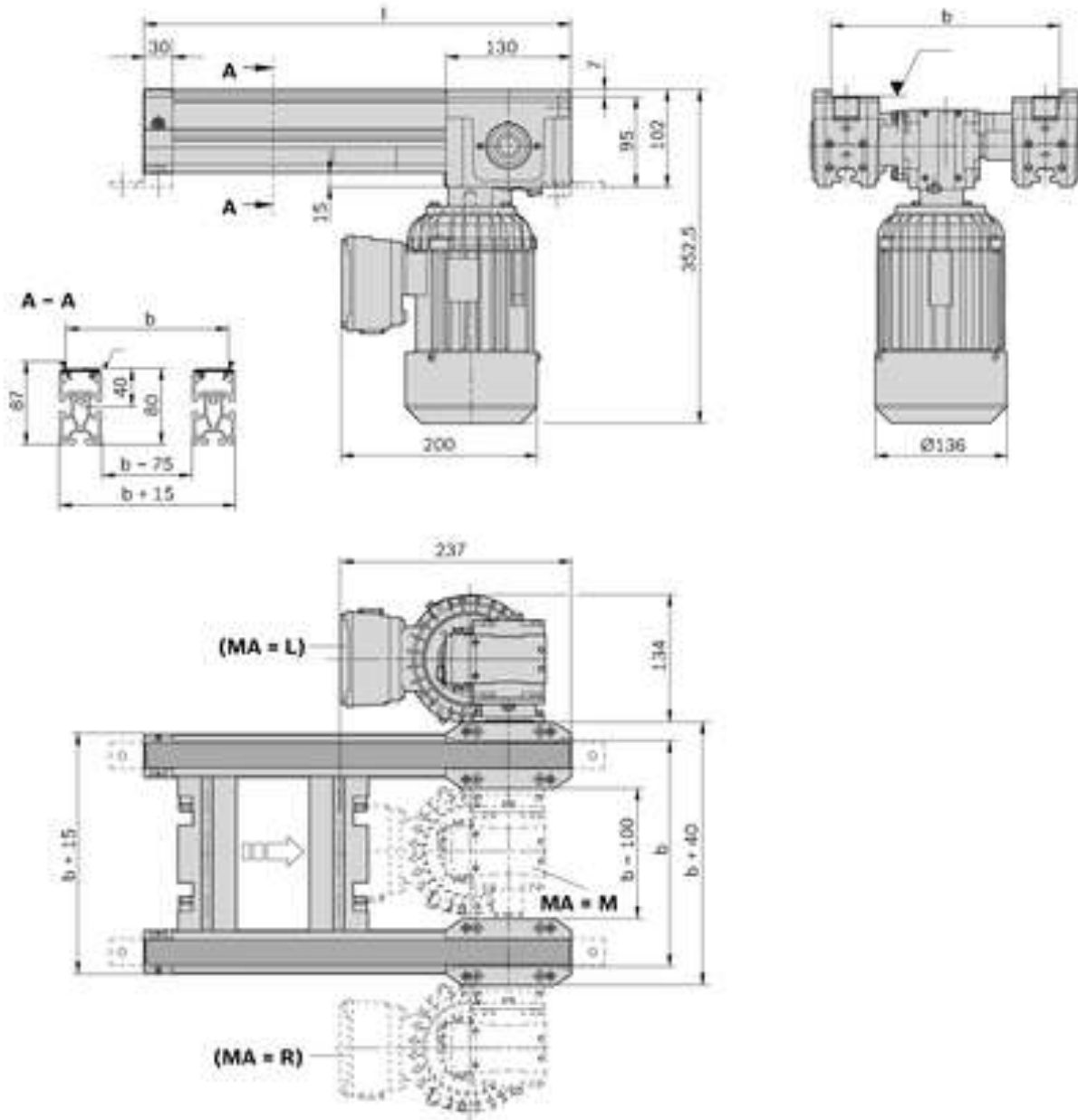
Tes América (2024) *¿Qué es una antena?* Recuperado de: [¿Qué es una Antena? - Tes America](#)

W, Niebel. (2009) *Ingeniería Industria. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Recuperado de: [Ingeniería-Industrial-Niebel 1.pdf](#)

Yamazen (2022) *Checking Fixtures para la industria automotriz en México*. Recuperado de: [Checking Fixtures para la industria automotriz en México](#)

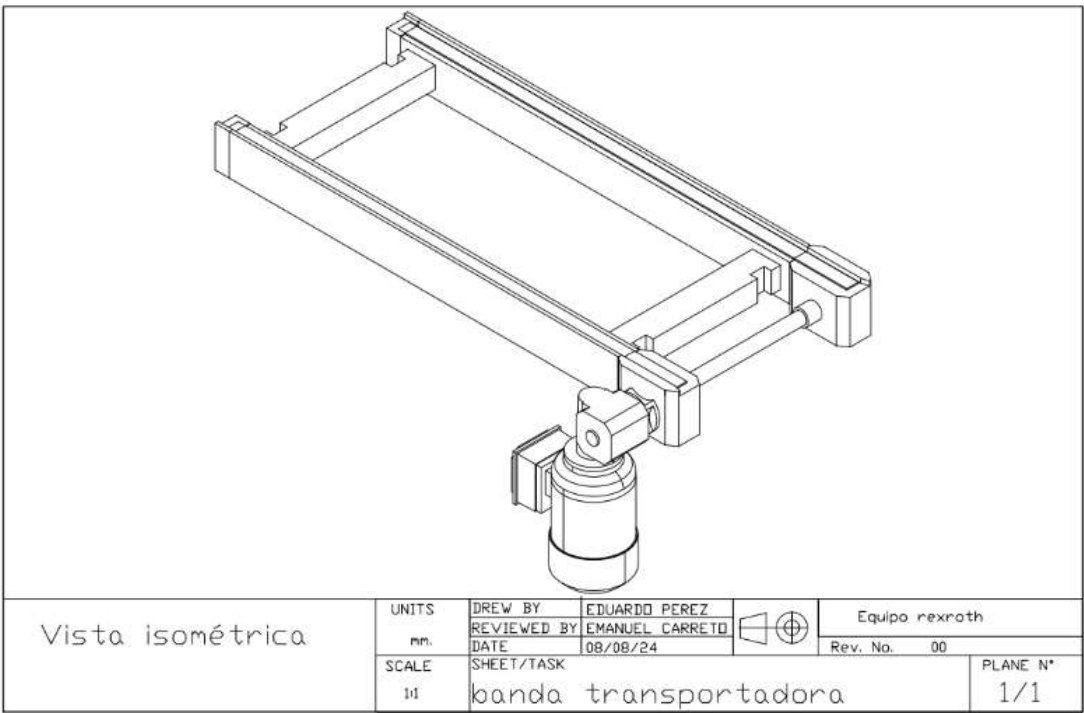
12. Anexos

Anexo A. Dibujo de motor (Solidworks).

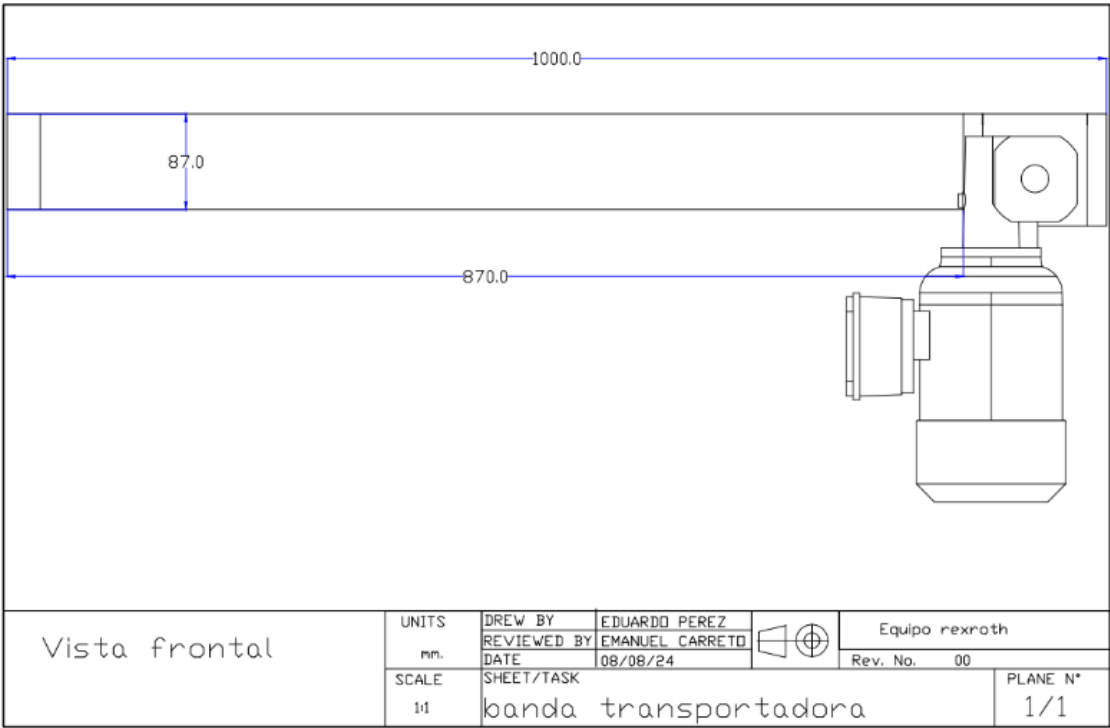


07044

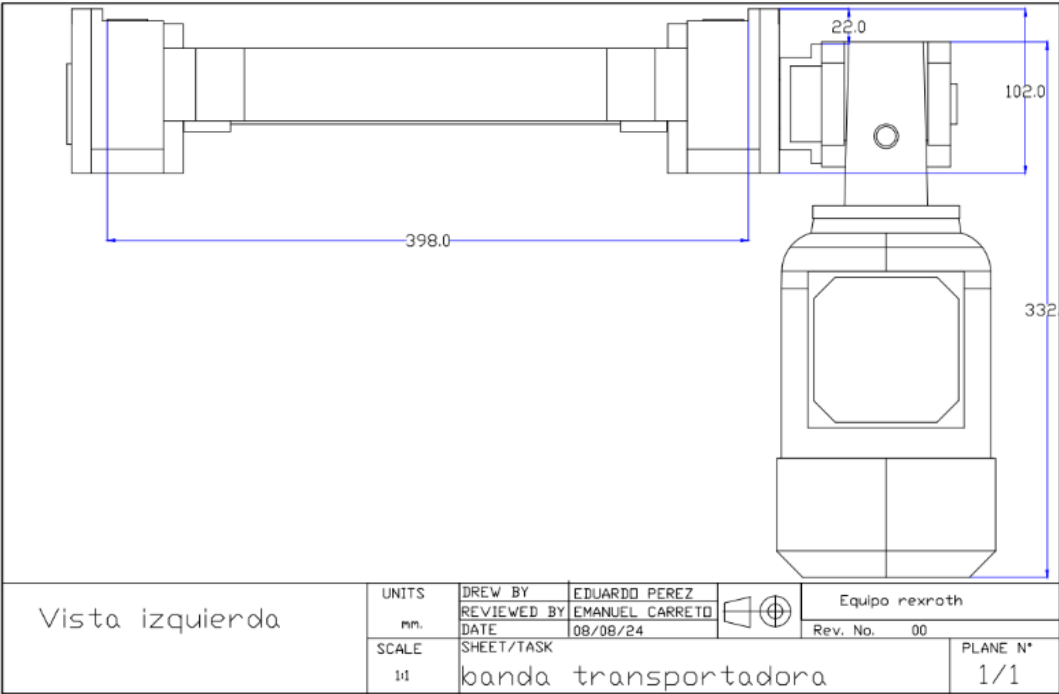
Anexo B. Dibujo de cinta transportadora (Solidworks).



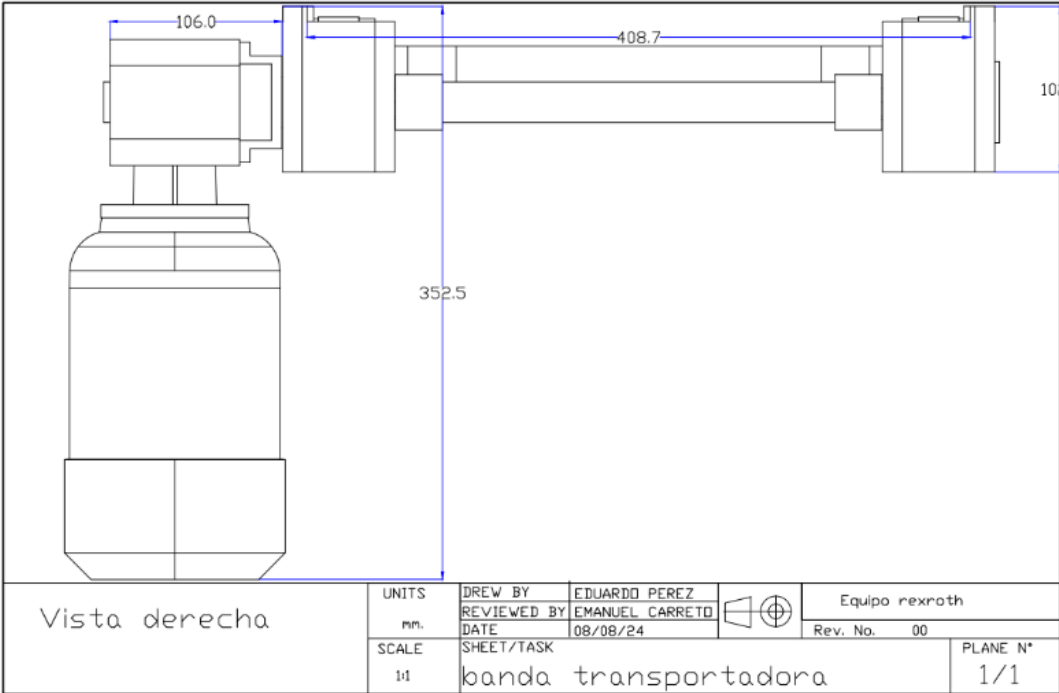
Anexo C. Dibujo de cinta transportadora (Solidworks).



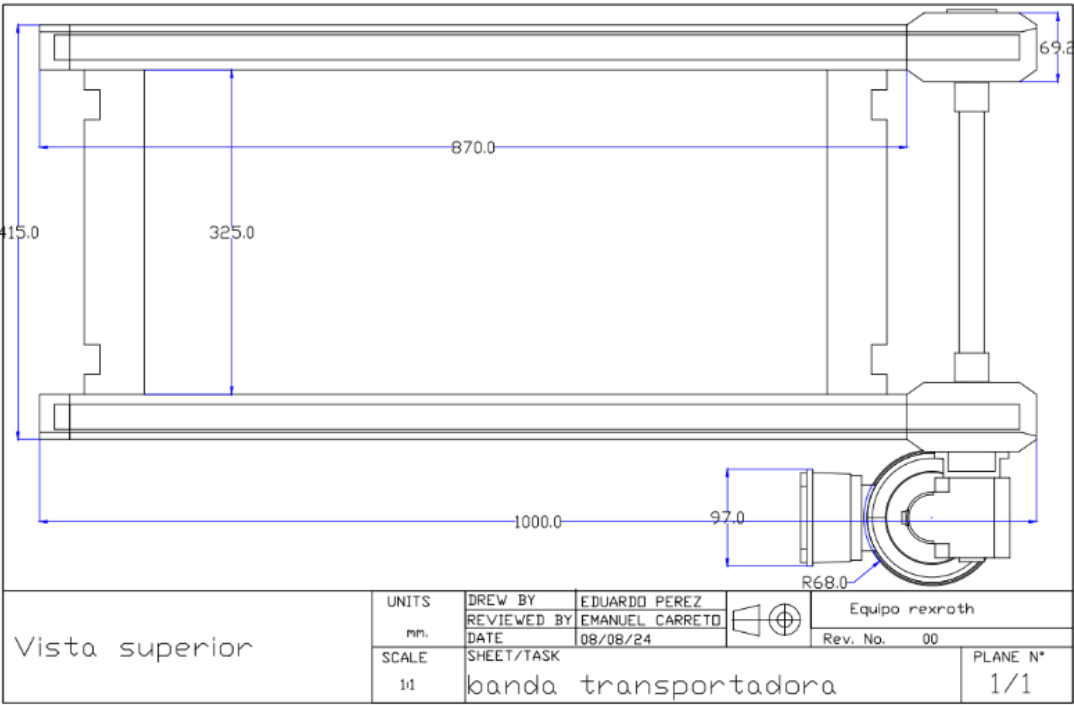
Anexo D. Dibujo de cinta transportadora (Solidworks).



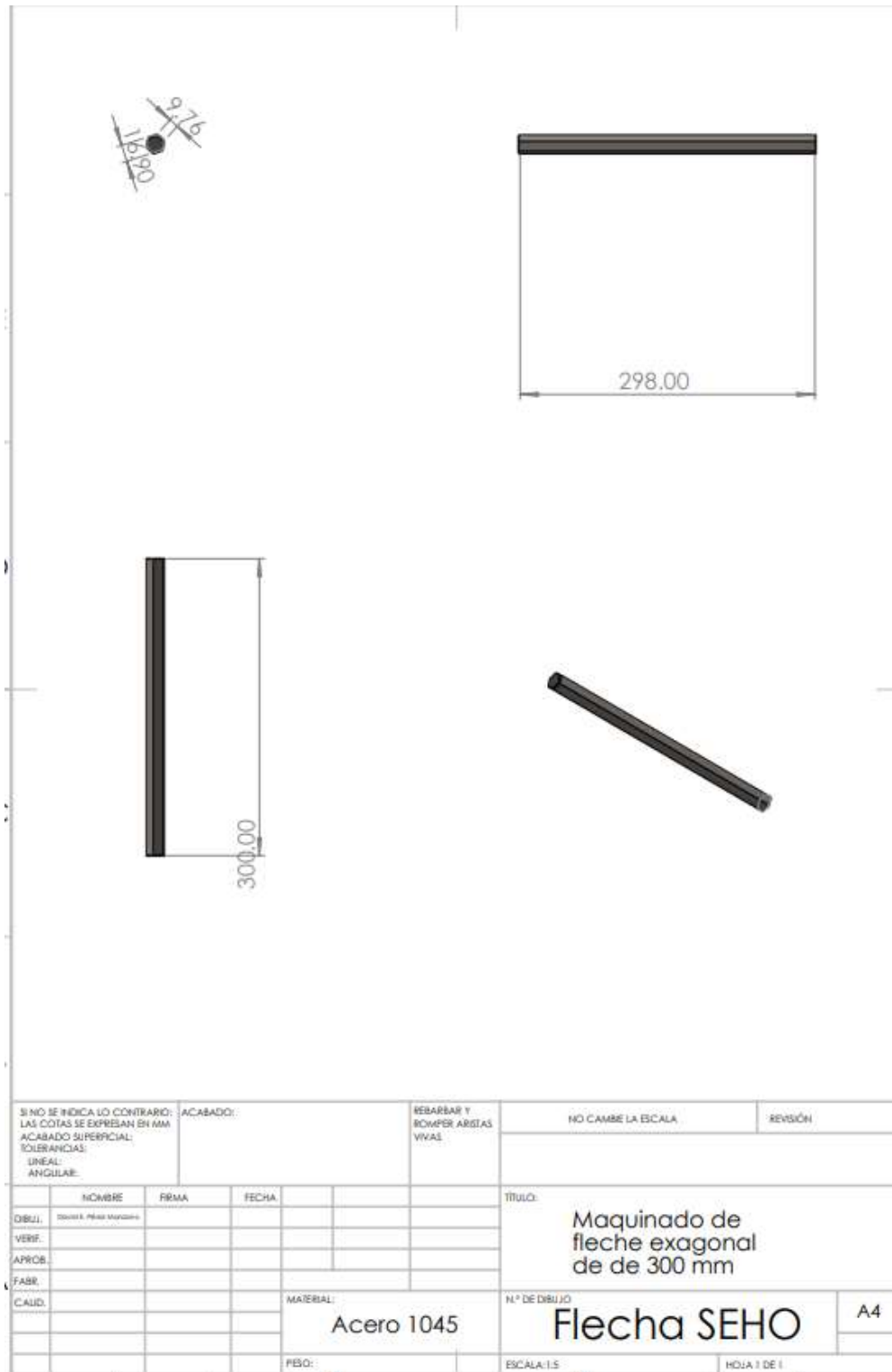
Anexo E. Dibujo de cinta transportadora (Solidworks).



Anexo F. Dibujo de cinta transportadora (Solidworks).



Anexo G. Dibujo de maquinado de flecha (Solidworks).



N° RFQ:		RFQ Data Sheet - Material / Services							
Reception Date:									
General Information:									
Technical Support:		E. Piloti							
Cost Center:		4300							
Accounting Record:									
Priority:		Regular							
Department:		Maintenance							
Currency:									
Technical Information Services:									
Item	Detailed Description	Part Numbers	Reference	Raw Material	Weight (gr)	Dimensions (mm)	OEM Spec	EAV promedio	
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Technical Information Materials / Spare Parts:									
Item	Detailed Description	Part Numbers	Reference	Raw Material	Weight (gr)	Dimensions (mm)	Drawing / Picture	EAV	
1	Maquinado de flecha exagonal de acero 1045 de 300 mm de largo					16.9 x 300		1	

