



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**APTIV SERVICES HONDURAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21741214 MARÍA CELESTE PAREDES SÁNCHEZ**

**ASESOR: ING. REYNA VALLE**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA; JULIO, 2022**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Dedico este trabajo a mis padres, Roberto Paredes y María Elena Sánchez, que con todo su apoyo, amor y paciencia me motivan a seguir esforzándome en ser una mejor persona y dar lo mejor de mí. A mis hermanos, Alfonzo y Rocío Paredes, por las experiencias vividas juntos que han forjado a la persona que soy hoy en día.

Agradezco profundamente a mi padre, Roberto Paredes, todos mis logros a nivel personal y profesional se han debido a él, su apoyo y amor incondicional que me han permitido poder convertirme en la persona que soy hoy en día.

A mi madre, María Elena Sánchez, por todo el amor y paciencia que me ha tenido desde siempre y por sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida que me han motivado a seguir adelante y no rendirme ante las adversidades.

A mis hermanos, Alfonzo y Rocío Paredes, por cuidarme, apoyarme cuando necesito de su ayuda y agregarle diversión a mi vida.

A mis amigos, en especial a Delond Jiménez, Nayeli Barnica y Naomi López, que gracias a ellos me llevo los mejores recuerdos de mi vida universitaria y los mejores amigos que podría tener.

A todos los docentes de UNITEC con los que he tenido el privilegio de recibir clases a lo largo de mis estudios universitarios, cuyas enseñanzas dentro del salón de clase han contribuido y contribuirán en gran medida a mi desarrollo profesional.

Al ing. Omar Alvarado, mi supervisor de práctica, por su paciencia y disposición a enseñarme durante la práctica profesional.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Aptiv es una empresa internacional líder en seguridad, sistemas eléctricos, sistemas de conexión y electrificación en el sector automovilístico, en donde Aptiv Services Honduras se encarga específicamente de producir arneses para bolsas de aire y antenas de radio. La práctica profesional se desempeñó en el departamento de ingeniería Flujo 5, encargado de realizar mejoras en la producción y atender reclamos de clientes. Se realizaron actividades principalmente en dos áreas: FAKRA y SRS, que consistieron principalmente en mejoras de mantenimiento preventivo, análisis de causantes de scrap en líneas de producción y diseño CAD 3D de piezas mecánicas.

En FAKRA, se tomaron tiempos en las líneas de producción manuales y automáticas con el fin de establecer nuevas metas de producción; se elaboraron manuales de mantenimiento preventivo y del sistema de visión de las máquinas automáticas con el fin de servir como material de apoyo para los técnicos del área. Se modificaron piezas de maquinaria de las líneas de producción manuales para hacer más eficiente el proceso y reducir errores causados por el operario en el proceso. Y por último, se identificaron causantes de producción de scrap en las líneas automáticas.

En SRS, se realizó un estudio de las máquinas automáticas más contribuyentes de scrap con el propósito de identificar las estaciones más productoras de scrap y los factores que lo causan, para posteriormente sugerir acciones puntuales para reducirlo. En esta área se modificaron piezas de la máquina trenzadora de cable según las necesidades y mejoras implementadas por los ingenieros del departamento.

Palabras claves: arneses, FAKRA, SRS, mantenimiento preventivo, sistema de visión, scrap.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	2
II.	Generalidades de la Empresa .....	3
2.1	Descripción de la Empresa.....	3
2.2	Descripción del Departamento o Unidad.....	3
2.3	Objetivos de Puesto.....	4
2.3.1	Objetivo General.....	4
2.3.2	Objetivos específicos.....	4
III.	Marco Teórico.....	5
3.1	Industria Automotriz.....	5
3.2	HSC.....	7
3.2.1	Cable Coaxial.....	7
3.2.2	Conectores FAKRA .....	11
3.3	SRS.....	13
3.4	Máquinas automáticas.....	14
IV.	Desarrollo.....	17
4.1	Descripción del Trabajo Desarrollado.....	17
4.1.1	Semana 1: Abril 18 – 22.....	17
4.1.2	Semana 2: Abril 25 – 29.....	18
4.1.3	Semana 3: Mayo 2 – 6.....	19
4.1.4	Semana 4: Mayo 9 – 13 .....	23
4.1.6	Semana 6: Mayo 23 – 27.....	29
4.1.7	Semana 7: Mayo 30 – Junio 3 .....	31

4.1.8	Semana 8: Junio 6 – 10.....	35
4.1.9	Semana 9: Junio 13 – 17.....	38
4.1.10	Semana 10: Junio 20 – 24.....	40
4.2	Cronograma de Actividades.....	43
V.	Conclusiones.....	44
VI.	Recomendaciones.....	45
	Bibliografía.....	46
	Anexos.....	50

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Logo de Aptiv .....	3
Ilustración 2 - Organigrama de Ingeniería Flujo 5.....	4
Ilustración 3 – Venta de automóviles por región.....	5
Ilustración 4 – Ganancia generadas por el sector manufacturero automotriz .....	6
Ilustración 5 - Actividad económica del sector maquilero en Honduras.....	6
Ilustración 6 - Partes de un cable coaxial .....	7
Ilustración 7 - a) Conector APC-7, b) Conector SMA, c) Conector BNC.....	10
Ilustración 8 - a) Conector TNC, b) Conector SMB, c) Conector MCX, d) Conector RCA, e) Conector QMA, f) Conector 7/6 DIN .....	10
Ilustración 9 - Código de colores del estándar FAKRA.....	12
Ilustración 10 - Tipo de conectores FAKRA.....	12
Ilustración 11 - Conectores tipo AK-2.....	14
Ilustración 12 - Conectores tipo ABX-5 .....	14
Ilustración 13 - Lambda 820 de Komax.....	15
Ilustración 14 - FAKRA SF M25017034 de Curti.....	16
Ilustración 15 - Manual de mantenimiento de la máquina automática H5-CURTI.....	19
Ilustración 16 – Formato de hoja de observación de línea 11 de Lead Prep (primera hoja).....	20
Ilustración 17 – Formato de hoja de observación de línea 11 de Lead Prep (segunda hoja).....	21
Ilustración 18 - Formato hoja de Excel para tiempos de línea 11 de Lead Prep.....	22
Ilustración 19 - Gráfica de tiempos en línea 11 de Lead Prep .....	22
Ilustración 20 – Gráfica de tiempos con trabajos redistribuidos en línea 11 de Lead Prep.....	23
Ilustración 21 - Sistema de visión de las máquinas H1 y H3 de KOMAX .....	24

Ilustración 22 - Sistema de visión de la máquina H5-CURTI.....	25
Ilustración 23 - Manual del sistema de visión de la máquina H5-CURTI.....	26
Ilustración 24 - Manual del sistema de visión de las máquinas H1 y H3 de KOMAX.....	26
Ilustración 25 - Formato para el registro de tiempos de la máquina H5-CURTI .....	27
Ilustración 26 - Formato de registro de tiempos muertos.....	28
Ilustración 27 - Registro de scrap según estación.....	28
Ilustración 28 - Tabla resumen de los tiempos de la máquina H5-CURTI según longitud de cable .....	29
Ilustración 29 – Máquina trenzadora original .....	30
Ilustración 30 - Máquina trenzadora modificada .....	30
Ilustración 31 - Placa de sujeción de trenzadoras antes y después de la modificación .....	31
Ilustración 32 - Máquina automática CMAP-130.....	32
Ilustración 33 - Carrito transportador de piezas.....	32
Ilustración 34 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 1).....	33
Ilustración 35 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 2).....	34
Ilustración 36 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 3).....	34
Ilustración 37 - Máquina automática SA-23.....	35
Ilustración 38 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 1).....	36
Ilustración 39 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 2).....	37
Ilustración 40 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 3).....	37
Ilustración 41 - Especificaciones del sensor inductivo a utilizar en la implementación de la mejora .....	38
Ilustración 42 - Locator antes y después de la modificación .....	39
Ilustración 43 - Tabla resumen de las estaciones que más producen scrap durante el turno .....	40

Ilustración 44 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 17 por problemas en la longitud del hilo de cobre .....	41
Ilustración 45 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 17 por problemas en el crimpado de terminal .....	42
Ilustración 46 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 24 por problemas en la longitud del hilo de cobre .....	42
Ilustración 47 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 24 por problemas en el crimpado de terminal .....	43
Ilustración 48 - Cronograma de actividades.....	43



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Clasificación de cables coaxiales según RG.....	9
---	---

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Checklist 1 de mantenimiento preventivo de la máquina automática H5-CURTI .....	50
Anexo 2 - Checklist 2 de mantenimiento preventivo de la máquina automática H5-CURTI .....	52
Anexo 3 - Planos de locator modificado.....	55

## LISTA DE SIGLAS

CPA	Garantía de posición del conector
EMI	Electromagnetic Interference (Interferencia electromagnética, en español)
GPS	Global Positioning System
HSC	High Speed Cable (Cable de alta velocidad, en español)
Mbps	Megabits per second (Megabits por segundo, en español)
RF	Radiofrecuencia
RG	Radiofrecuencia – Gobierno
SRS	Supplemental Restraint System (Sistema de retención suplementario, en español)
USB	Universal Serial Buss (Bus universal en serie, en español)

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo describe detalladamente las actividades realizadas en la práctica profesional en la empresa APTIV Services Honduras a lo largo de diez semanas en el departamento de ingeniería Flujo 5. Se realizaron actividades en las áreas de FAKRA y SRS como: elaboración de manuales de mantenimiento y sistema de visión para capacitación de técnicos, elaboración de checklists para los manuales preventivos bimensuales de máquinas automáticas, tomas de tiempos para redefinición de metas de producción, modificación de piezas de maquinaria y recolección de información para identificar causas de producción de scrap en máquina automáticas. Todas estas actividades fueron realizadas con el fin de mejorar los procesos y tiempos de producción, reducir la producción de scrap o desperdicios y aumentar la eficiencia durante la jornada de trabajo.

A continuación, se presenta de manera resumida el contenido de los capítulos del presente trabajo:

Capítulo II, se presenta la descripción de la empresa, el organigrama del departamento en donde se desempeñan las actividades de la práctica profesional y los objetivos del puesto.

Capítulo III, se describe el sector industrial en donde se desempeña la empresa y los conceptos necesarios acerca del producto y maquinaria utilizada en la planta.

Capítulo IV, se presentan todas las actividades desarrolladas a lo largo de las diez semanas de duración de la práctica profesional.

Capítulo V, se enumeran las conclusiones obtenidas acorde a los objetivos del presente trabajo.

Y Capítulo VII, se muestran las recomendaciones para la empresa y universidad según las experiencias vividas durante la práctica profesional.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta una breve descripción general de la empresa Aptiv, los productos que fabrica en Honduras, el departamento en donde se desempeñó la práctica profesional, y los objetivos generales y específicos del trabajo realizado.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

(Aptiv, 2022) expresa que es una empresa global líder en tecnología del sector automovilístico que ha estado vigente por más de 20 años. Se describe a sí misma como una empresa innovadora con experiencia y conocimiento para dar soluciones en seguridad avanzada, sistemas de conexión, distribución de sistemas eléctricos, conducción autónoma, conectividad de datos y electrificación. Su misión es mantener la posición como empresa líder en tecnología que innova en las tendencias disruptivas de las industrias de movilidad para hacer automóviles más seguros, ecológicos y conectados. Cuenta con 127 fábricas y 12 centros técnicos en 46 países alrededor del mundo. Aptiv Services Honduras opera en el país desde hace 15 años y se encuentra ubicada en Naco en Quimistán, Santa Bárbara. El logo de la empresa se muestra en la Ilustración 1.

En Honduras, Aptiv fabrica sistemas de retención suplementarios (SRS, en inglés) de bolsas de aire de diferentes generaciones, y cables de alta velocidad (HSC, en inglés) para antenas coaxiales, conectores USB y FAKRA utilizados en sistemas GPS y de cámaras. Entre sus clientes se encuentran Ford, General Motors y Tesla.



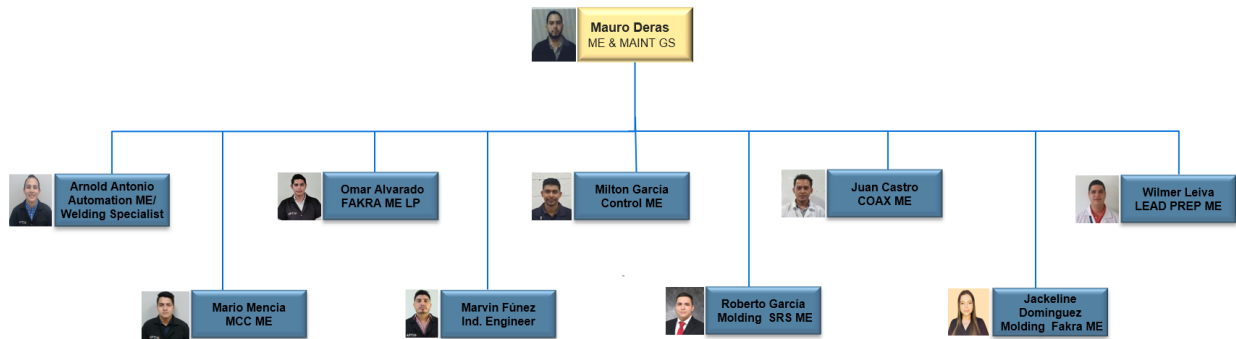
**Ilustración 1 - Logo de Aptiv**

Fuente: (Aptiv, 2022)

### 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

La práctica profesional se realizó en el departamento de Ingeniería Flujo 5. Según (Aptiv Services Honduras, 2022a), este departamento se encarga que los productos se entreguen en tiempo y

forma a los clientes según sus especificaciones y siguiendo métodos de fabricación que cumplan con estándares de calidad. Los ingenieros de esta unidad también son los responsables de desarrollar proyectos de mejora con el fin de reducir tiempos muertos, cumplir metas de producción, aumentar la producción y reducir desperdicios para lograr una eficiencia igual o mayor de 85%. Actualmente, el equipo que conforma este departamento se encuentra en el organigrama de la Ilustración 2.



**Ilustración 2 - Organigrama de Ingeniería Flujo 5**

Fuente: (Aptiv Services Honduras, 2022b)

## 2.3 OBJETIVOS DE PUESTO

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar la eficiencia de las máquinas automáticas y líneas de producción manuales del área de FAKRA y SRS por medio de la implementación de mejoras de producción y mantenimiento preventivo y correctivo.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

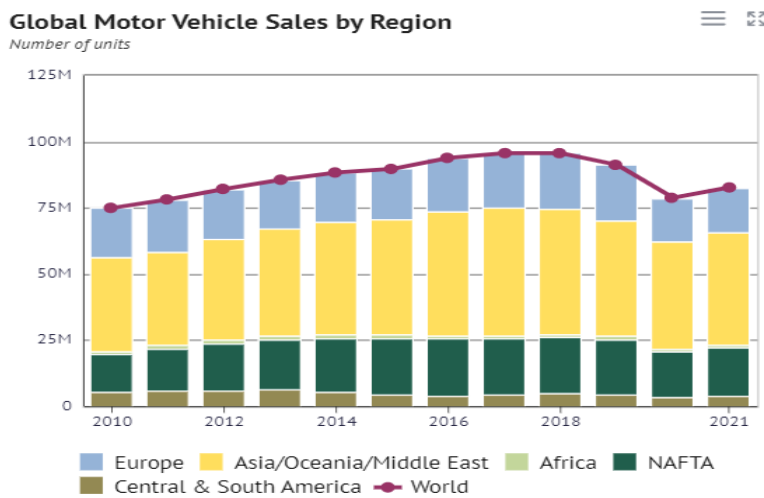
1. Elaborar manuales de mantenimiento y de sistemas de visión de las máquinas automáticas del área FAKRA para el entrenamiento de personal técnico.
2. Establecer nuevas metas de producción mediante la toma de tiempo de los procesos en líneas de producción automáticas en el área FAKRA.
3. Identificar los mayores contribuyentes de scrap en las máquinas automáticas del área de SRS y FAKRA.

### III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se contextualiza el rubro industrial donde se desempeña Aptiv y el valor que la empresa le agrega a éste. De la misma manera, se abordan conceptos necesarios, para el desarrollo de la práctica profesional, referentes a la maquinaria industrial utilizada y productos fabricados por Aptiv.

#### 3.1 INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

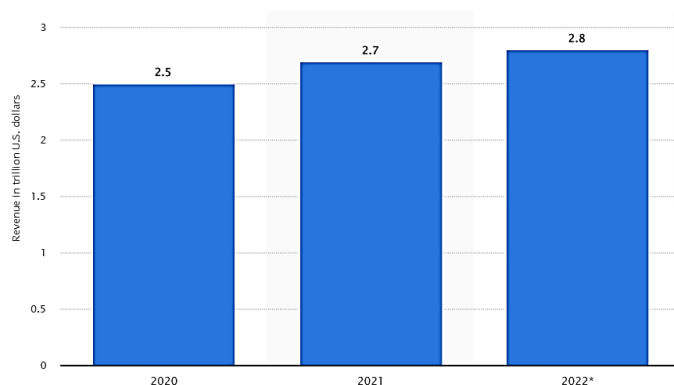
Basurto Alvarez (2013) menciona que el inicio de la industria automotriz se remonta a finales del siglo XIX, formalizándose en el siglo XX y convirtiéndose en un sector económico importante a nivel global a la llegada del siglo XXI. Para inicios del siglo XXI los países líderes en la producción de automóviles eran Japón, Estados Unidos, China, Corea, Francia, Alemania, México, España, Canadá y Brasil. Actualmente, la industria automotriz es uno de los sectores económicos que generan más ingresos a nivel global, esta industria envuelve empresas que se dedican al diseño, manufactura y venta de vehículos. El sector automotriz generó aproximadamente 2.7 billones de dólares estadounidenses en 2021, vendiendo menos de 80 millones de unidades después de haber llegado a vender más de 90 millones de unidades en 2017 (véase Ilustración 3), esta disminución está ligada a la escasez de microchips surgida a partir de la pandemia de coronavirus (Carlier, 2021).



**Ilustración 3 – Venta de automóviles por región**

Fuente: (Knoema, 2022)

Según la Ilustración 4, está proyectado que la industria genere 2.8 billones de dólares estadounidenses en 2022 y siga aumentando hasta llegar a generar ganancias de aproximadamente 9 billones de dólares estadounidenses para el 2030.



**Ilustración 4 – Ganancia generadas por el sector manufacturero automotriz**

Fuente: (Carrier, 2022)

La industria automotriz tiene una fuerte presencia en Centroamérica debido al bajo coste de mano de obra de la región. Esta industria está centrada en la manufactura de arneses y accesorios para vehículos de pasajeros, siendo en Honduras y Nicaragua los países en donde más se producen. Honduras aloja fábricas como Lear, Empire Electronics y Aptiv Services Honduras que suministran equipo eléctrico automotriz a empresas como Ford, General Motors, Chrysler, Kia, Tesla, Hyundai, BMW, entre otros clientes (The Central American Group, 2022). Como se puede observar en la Ilustración 5, la fabricación de arneses y piezas para automóviles representan una parte muy importante para la economía hondureña.

**Cuadro No.4 Valor Bruto de Producción de la Industria de Bienes para Transformación y Actividades Conexas según Actividad Económica**  
(En millones de lempiras corrientes)

Descripción	2018 <sup>o</sup>	2019 <sup>o</sup>	2020 <sup>o</sup>	Variación Relativa			Participación			Contribución		
				18/17	19/18	20/19	2018	2019	2020	2018	2019	2020
<b>PRODUCCIÓN TOTAL</b>	<b>164,276.1</b>	<b>178,493.4</b>	<b>140,057.9</b>	<b>8.8</b>	<b>8.7</b>	<b>-21.5</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>8.8</b>	<b>8.7</b>	<b>-21.5</b>
<b>Industrias de Bienes para Transformación</b>	<b>140,450.4</b>	<b>153,040.4</b>	<b>114,858.8</b>	<b>7.8</b>	<b>9.0</b>	<b>-24.9</b>	<b>85.5</b>	<b>85.7</b>	<b>82.0</b>	<b>6.7</b>	<b>7.7</b>	<b>-21.4</b>
Fabricación de productos textiles y prendas de vestir	123,185.6	135,554.9	97,888.3	7.8	10.0	-27.8	75.0	75.9	69.9	5.9	7.5	-21.1
Fabricación de arneses y piezas para automóviles	17,264.7	17,485.6	16,970.5	7.4	1.3	-2.9	10.5	9.8	12.1	0.8	0.1	-0.3
<b>Otras Industrias</b>	<b>13,467.3</b>	<b>14,268.3</b>	<b>14,447.3</b>	<b>20.4</b>	<b>5.9</b>	<b>1.3</b>	<b>8.2</b>	<b>8.0</b>	<b>10.3</b>	<b>1.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>
<b>Actividades Conexas (Servicios)</b>	<b>10,358.5</b>	<b>11,184.7</b>	<b>10,751.7</b>	<b>9.7</b>	<b>8.0</b>	<b>-3.9</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>	<b>7.7</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.2</b>
Comercio	5,544.4	6,016.7	5,754.5	12.3	8.5	-4.4	3.4	3.4	4.1	0.4	0.3	-0.1
Servicios prestados a las empresas	4,814.1	5,167.9	4,997.2	7.0	7.4	-3.3	2.9	2.9	3.6	0.2	0.2	-0.1
dc: Servicios de Call Center	2,559.7	2,782.0	2,840.8	12.6	8.7	2.1	1.6	1.6	2.0	0.2	0.1	0.0

**Ilustración 5 - Actividad económica del sector maquilero en Honduras**

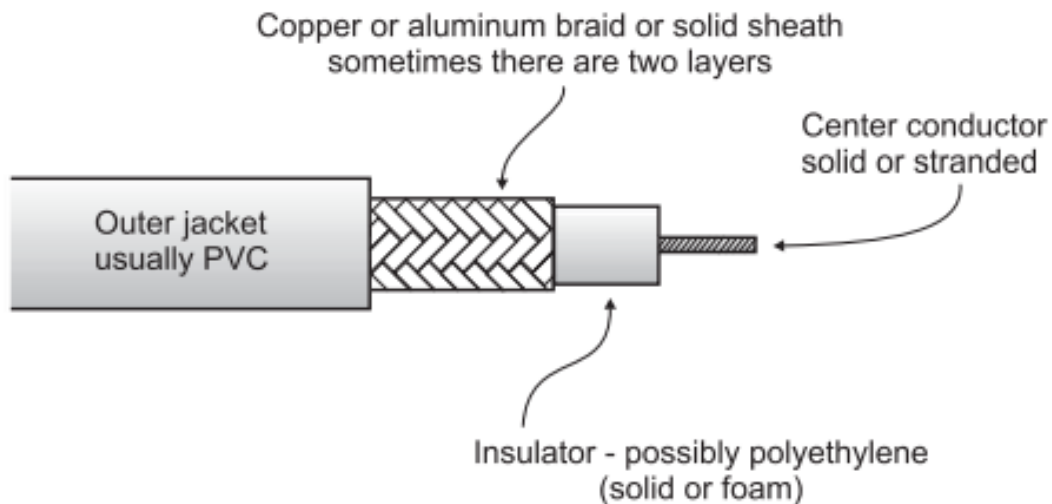
Fuente: (Banco Central de Honduras, 2020)

## 3.2 HSC

La industria de la telecomunicación está en constante cambio con el aumento de nuevas tecnologías que introducen nuevos retos en la capa de transmisión de datos, en donde cada vez se requieren medios de transmisión más rentables y fiables en el transporte de datos. La alta velocidad y un medio eficiente de transmisión beneficia a los campos de la ingeniería e instrumentación industrial (Ogudo et al., 2019). Los cables de alta velocidad se utilizan en la industria para transmitir señales electrónicas cuyas aplicaciones van desde centro de datos hasta productos automotrices e instrumentos médicos. Los dos criterios básicos que un cable de buena calidad debe cumplir son un factor bajo de disipación y constante dieléctrico. (Zhan et al., 2017).

### 3.2.1 CABLE COAXIAL

Los cables coaxiales o cables coax son cables eléctricos utilizados para transmitir señales de radiofrecuencia o RF desde un punto a otro, es decir desde un emisor a receptor. Este tipo de cables se encuentran comúnmente para conectar antenas satelitales en domicilios, negocios y en la industria automotriz, en dispositivos como teléfonos, radios, televisores y ordenadores, debido a que son de alta duración y fácil de instalar (RS Components Ltd., 2022).



**Ilustración 6 - Partes de un cable coaxial**

Fuente: (Crisp, 2002)



Los cables coaxiales tienen un cable interior de cobre que es el conductor primario el cual está cubierto por una capa de aislamiento y una cubierta de hilos trenzados. La cubierta de hilos trenzados actúa como una capa protectora que reduce las interferencias externas que se pueden producir durante la transmisión de datos. Estos hilos trenzados, a su vez están cubiertos por una capa protectora, llamada jacket (Potluri & Nawaz, 2011). En resumen, un cable coaxial consta de cuatro partes: el conductor central o primario el cual es fabricado usualmente de cobre y en este se transmite la información; la capa de aislamiento que cubre el cable de cobre es llamado dieléctricos o plástico insulador; luego el insulador está cubierto por hilos de cobre o aluminio trenzados que ayudan a formar una capa protectora contra EMI; por último, una capa externa o insulador externo de plástico que envuelve los hilos trenzados para proteger el cable de daños causados por agentes externos (Crisp, 2002).

(RS Components Ltd., 2022) expresa que los cables coaxiales ofrecen la ventaja de que son más baratos en comparación con otros en el mercado, tiene buena resistencia a EMI, es fácil de instalar y conectar, y tiene una velocidad de transmisión de hasta 10 Mbps. A su vez, comenta que su principal desventaja es que, si falla algún cable coaxial, puede ocasionar que una red entera falle también, por lo que es importante utilizar dispositivos de protección o utilizar ciertas topologías de red para evitar esto. A nivel automotriz, los tipos de cables coaxiales que se utilizan dependen de los parámetros necesarios en las aplicaciones; debido a que este tipo de cable tiene buena resistencia a la interferencia y robustez, se ha hecho muy popular en aplicaciones en la industria automotriz. Se utilizan para sistemas de cámara digital en vehículos ya que los cables coaxiales permiten transmitir señales de video y energía eléctrica en un solo cable (Arpe & Ensley, 2022).

Existen dos tipos de cables coaxiales: los que tienen impedancia de 75 Ohm, utilizados principalmente para transmisión de señales de video, y los que cuentan con una impedancia de 50 Ohm, usados para conexiones de dispositivos inalámbricos. Los dispositivos inalámbricos industriales están estandarizados para que operen a una carga de 50 Ohm es por eso que los cables coaxiales utilizados como antenas están diseñados para tener una impedancia de 50 Ohm (Kaufman, 2010). Los cables coaxiales también se pueden clasificar según su calibre, el cual se refiere al grosor del cable que es según su guía de radio o RG (por sus siglas en inglés); cuanto más alto sea el número de RG, menor es el radio del conductor central o primario del cable. En la

Tabla 1, se encuentran los tipos de cables coaxiales que se encuentran en el mercado según su RG.

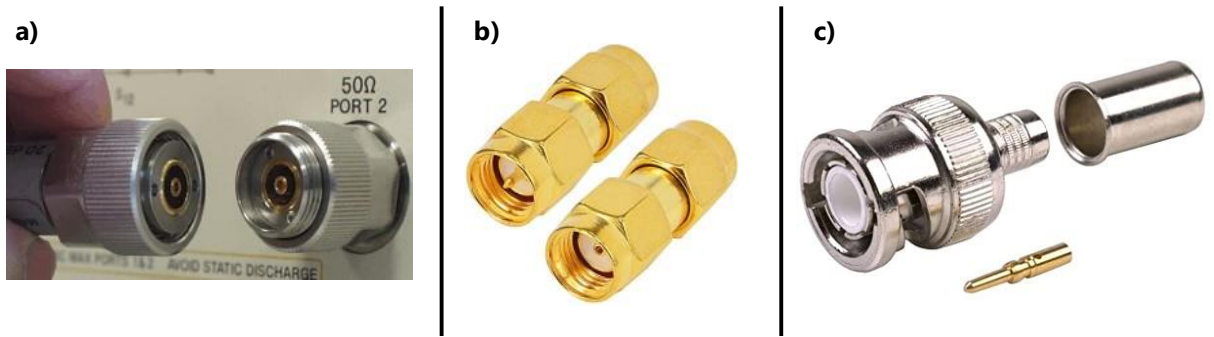
**Tabla 1 - Clasificación de cables coaxiales según RG**

<b>Tipo de cable</b>	<b>Tamaño del diámetro (mm)</b>
RG-58	4.95
RG-59	6.15
RG-6	6.90
RG-62	6.15
RG-11	10.30
RG-12	14.10
RG-213	10.30

Fuente: (RS Components Ltd., 2022)

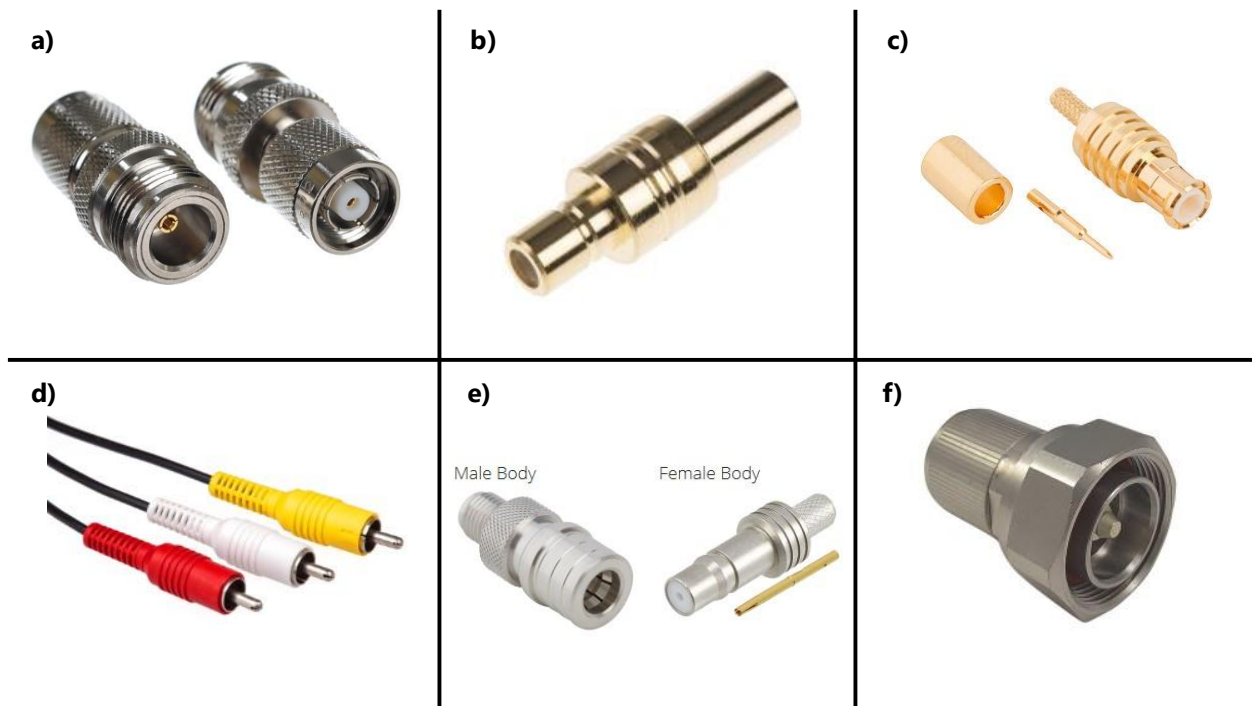
Los conectores en los cables coaxiales sirven para conectarlos a los dispositivos; estos conectores pueden ser macho o hembra, en donde el macho tiene un pin en el centro y el conector hembra tiene un orificio en el centro para receptor el pin. Estos pueden dividirse de la siguiente manera: BNC, TNC, SMB, 7/6 DIN, QMA, MCX, RCA, SMA, APC-7 y N.

El conector tipo APC-7, también llamado Amphenol de 7mm; en este tipo de conector no existe macho o hembra porque posee una rosca que le permite acoplarse al otro conector. Posee un coeficiente de reflexión baja en comparación con su repetibilidad que es alta para frecuencias de hasta 18 GHz. El conector tipo SMA es de 3.5 mm de radio y es comúnmente utilizado en conectores de microondas; puede ser usado con frecuencias desde 18 GHz hasta 26.5 GHz dependiendo de su calidad. El conector tipo BNC, también llamado Bayonet Neil-Concelman es ampliamente usado para conexiones de hasta 2 GHz, arriba de ese valor, su estructura empieza a irradiar señales; es usado en radios, televisión y dispositivos que requieran señales de video (Scott & Frobenius, 2008).



**Ilustración 7 - a) Conector APC-7, b) Conector SMA, c) Conector BNC**

Fuente: Elaborado por autor



**Ilustración 8 - a) Conector TNC, b) Conector SMB, c) Conector MCX, d) Conector RCA, e) Conector QMA, f) Conector 7/6 DIN**

Fuente: Elaborado por autor

El conector tipo TNC, también llamado conector enroscado Neill-Concelman, es un conector pequeño que opera hasta 12 GHz y es usado en conexiones de antenas y celulares. El conector tipo SMB, cuyo nombre proviene de subminiatura versión B, es de los más populares dentro de las conexiones de radiofrecuencias en dispositivos a nivel industrial y de telecomunicaciones. El conector tipo MCX (micro coaxial) operan hasta 6 GHz en aplicaciones inalámbricas, GPS y

teléfonos celulares. El conector RCA es de los más utilizados para transmisión de datos de video y audio. El conector QMA cuenta con protector en aplicaciones electrónicas y mecanismos de encaje, son muy utilizados en entornos industriales y de telecomunicaciones. Por último, el conector 7/6 DIN es utilizado en circunstancias que requieran de un conector resistente al agua que sean robustos y de larga duración, es muy utilizado para sistemas de telecomunicación de distribución (RS Components Ltd., 2022).

### 3.2.2 CONECTORES FAKRA

Cardona (2019) expresa que cada año las nuevas generaciones de automóviles que salen al mercado tienen cada vez más una mayor cantidad de tecnología de telecomunicaciones con entradas y salidas de información que requieren una mayor capacidad de transmisión y conectividad a internet para celulares y demás dispositivos móviles. Diseñar vehículos con estas características es cada vez más desafiante para los fabricantes ya que deben de incluir requisitos particulares de la industria automotriz, como reducción de emisiones, protección y resistencia en accidentes, con el muy cambiante mundo móvil. Con el propósito de mantener costos de interconexión de RF baratos sin afectar la capacidad de transmisión, así como proporcionar un nivel óptimo de rendimiento mecánico y eléctrico, la industria automotriz ha instituido un grupo de conectores de RF asequibles de buen rendimiento basados en el estándar FAKRA.

Los conectores FAKRA son conectores de grado automotriz que funcionan hasta 6 Hz, suelen tener una carcasa de material plástico que utiliza un bloqueo que hace un ruido de clic que indica que la conexión está establecida. Los colores de la carcasa obedecen a un código de colores según el estándar FAKRA que indica la aplicación del conector según la norma USCAR (véase Ilustración 9). Pueden ser rectos, conocidos como 180 grados, y de 90 grados, y pueden ser de un solo conector, dobles, triples y hasta cuádruple (véase Ilustración 10) (Rosenberger, 2022). Entre sus aplicaciones se encuentra: sistema de navegación GPS, conexiones RF via bluetooth\WLAN, televisión, antena de radio, sensores para detección, evaluación y reacción, y comunicación móvil.

<b>Coding Standard</b>							
	A	B	C	D	E	F	G
Pre/Suffix	0-xxxxxxx-1	0-xxxxxxx-2	0-xxxxxxx-3	0-xxxxxxx-4	0-xxxxxxx-5	0-xxxxxxx-6	0-xxxxxxx-7
Color	Jet Black	Cream	Signal Blue	Claret Violet	Leaf Green	Nut Brown	Blue Grey
USCAR Application	Radio w/ Phantom Supply	Radio w/ Phantom Supply	GPS	GSM	TV (UHF / SDARS Terrestrial (XM))	TV (VHF / SDARS Terrestrial (Sirius))	SDARS Terrestrial (Interoperable)
<b>Coding Standard</b>							
	H	I	K	L	M	N	Z
Pre/Suffix	0-xxxxxxx-8	0-xxxxxxx-9	1-xxxxxxx-X	1-xxxxxxx-X	1-xxxxxxx-X	1-xxxxxxx-X	1-xxxxxxx-X
Color	Heather Violet	Beige	Curry	Carmine Red	Pastel Orange	Pastel Green	Water Blue
USCAR Application	GPS Telematics and Navigation	Bluetooth Controlled Parking Heating	SDARS Satellite	Not Defined	Not Defined	Not Defined	Neutral (Fits all)

**Ilustración 9 - Código de colores del estándar FAKRA**

Fuente: (Mouser Electronics, 2020)



**Ilustración 10 - Tipo de conectores FAKRA**

Fuente: Elaborado por autor

### 3.3 SRS

El sistema de retención suplementario o bolsas de aire, es un sistema conformado por dispositivos de seguridad encontrados en automóviles cuyo objetivo es proteger al conductor y pasajeros del automóvil aplicando una fuerza de retención menos que la que el cuerpo experimentaría naturalmente en caso de impacto directo con el parabrisas, el marco y el volante del automóvil (Tchamdjeu et al., 2019). Los SRS necesitan un sistema de monitoreo incorporado debido a que estos no pueden ser probados porque funcionan una sola vez; utilizar un sistema de monitoreo y componentes de la bolsa de aire colocados en una misma unidad, mejora la confiabilidad del sistema. Las bolsas de aire utilizan un módulo generador de gas que es expulsado de manera explosiva durante un choque, por ello se debe tener especial cuidado de no desmantelar ni manipular el sistema (Subramanian et al., 2017).

En APTIV Services Honduras, se fabrican dos familias de SRS: ABX-5 y AK-2 (véase Ilustración 11 y 12). Altamirano (2021) menciona que la familia AK-2 es un conector tipo squib, llamado generador de gas, cuyo mecanismo permite generar presión de aire a una alta velocidad en un espacio pequeño. Los AK-2 fueron adoptados como infladores de bolsas de aire estándar en el mercado europeo y norteamericano. Se pueden encontrar en configuración de 180 y 90 grados, y su diseño permite reducir riesgos de terminal doblada y es aprueba de golpes. También tiene un bloqueo CPA que proporciona un acoplamiento de un solo paso evitando que se desbloquee prematuramente haciéndolo más confiable.

La familia de conectores ABX es de tipo squib que ofrece ventajas de reducción de costos en la producción del sistema SRS, fácil acoplamiento, tiene detectores de cortocircuitos y su diseño obedece a un código que evita que piezas de un modelo puedan ser ensambladas erróneamente con las de otro, ofreciendo así un factor de seguridad.



**Ilustración 11 - Conectores tipo AK-2**

Fuente: (Aptiv, 2022)



**Ilustración 12 - Conectores tipo ABX-5**

Fuente: (Aptiv, 2022)

### **3.4 MÁQUINAS AUTOMÁTICAS**

La máquina automática Lambda 820 es una plataforma diseñada para el procesamiento automático de cables coaxiales diseñada por Komax, cuya sede está en Alemania. Esta máquina, cuyos módulos o estaciones son diseñadas dependiendo de las necesidades del cliente, permite

procesar grandes volúmenes de cables en los sectores automotriz, aeroespacial e industrial. La máquina está equipada por diferentes estaciones para los procesos de corte, inserción de conectores, crimpado y comprobación. Está diseñada para que sea operada por una sola persona mediante el control de diferentes parámetros de dimensiones y posiciones. Cuenta con un panel de control de pantalla táctil con un software intuitivo para monitorear la operación y estado de la máquina (Komax, 2022).



**Ilustración 13 - Lambda 820 de Komax**

Fuente: Elaborado por autor

La máquina automática FAKRA SF M25017034 de Curti S.p.A. es una máquina automática diseñada específicamente para el procesamiento de cables coaxiales en Aptiv. Está diseñada para procesar dos tipos de cables: RG-58 y RG-174 desde 0.5 m hasta 8 m. Cuenta con diferentes estaciones para cada proceso del cable, en donde este es alimentado de manera automática gracias a un sistema de pallets y tornillos sin fin, y descargado por una banda transportadora (Curti S.p.A., 2021).





**Ilustración 14 - FAKRA SF M25017034 de Curti**

Fuente: Elaborado por autor

## IV. DESARROLLO

En este capítulo se presentan los objetivos y el desarrollo de las diferentes actividades realizadas en la práctica profesional a lo largo de diez semanas.

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

#### 4.1.1 SEMANA 1: ABRIL 18 – 22

##### 4.1.1.1 *Objetivos*

1. Conocer la planta y los diferentes productos que se fabrican en Aptiv.
2. Familiarizarse con el entorno de trabajo y las líneas de producción en el área de FAKRA.

##### 4.1.1.2 *Descripción de las Actividades*

Durante el primer día, se recorrieron las distintas áreas de producción que posee la planta. Entre estas se encuentran:

- Moldeo: en donde se fabrican la mayoría de los componentes plásticos utilizados en el ensamble de conectores para SRS, HSC y USB. Es un área totalmente automatizada.
- Corte: es una de las áreas más importantes de la planta debido a que aquí se prepara el cable que es suministrado a las líneas de producción manuales de SRS y HSC.
- SRS: en esta área se fabrica SRS de bolsas de aire de distintas generaciones según las especificaciones de los clientes. El área posee líneas de producción manuales, semiautomáticas y totalmente automáticas que realizan tareas de trenzado de cable, soldadura de terminales, inserción de SMB y conectores para obtener el producto final.
- USB: como su nombre lo indica, aquí se fabrica cables con conectores tipo USB. Posee líneas de producción automáticas y manuales.
- FAKRA: aquí se fabrican las antenas coaxiales con conectores FAKRA. Tiene líneas de producción manuales, semiautomáticas y automáticas.
- Almacén: es el área encargada de suministrar materiales a toda la planta.

Los cuatro días restantes de la semana se utilizaron para conocer a más profundidad el proceso de producción y la maquinaria industrial de las diferentes sub-áreas que conforman FAKRA, ya

que en esta área es en donde se desempeñan la mayoría de las actividades realizadas durante la práctica profesional. FAKRA se subdivide en las siguientes cuatro áreas:

- Lead Prep: es donde se preparan las puntas del cable coaxial mediante inserción de ferrule y SMB, y crimpado de terminal y ferrule, culminando con una prueba eléctrica para corroborar continuidad. Esta sub-área posee líneas de producción manuales y semiautomáticas.
- HSCA FAKRA Full Auto: es la sub-área más nueva y es la contraparte totalmente automatizada de Lead Prep. Está conformada por tres líneas de producción, donde dos máquinas automáticas son del fabricante alemán KOMAX y la otra es del fabricante italiano CURTI. A diferencia de Lead Prep, esta área no necesita que el cable coaxial sea previamente preparado en el área de Corte debido a que las máquinas automáticas incluyen el proceso de desforre de puntas.
- BOP: aquí se ensamblan los conectores FAKRA con las piezas plásticas fabricadas en el área de Moldeo, también se fabrican los conectores SMB utilizados en Full Auto y Lead Prep. La sub-área tiene solamente líneas de producción manuales y automáticas.
- Ensamble: es una sub-área totalmente manual en donde se ensamblan los conectores FAKRA a los cables coaxiales preparados, se realizan pruebas eléctricas y de fuerza, y posteriormente se empaca el producto final.

#### 4.1.2 SEMANA 2: ABRIL 25 – 29

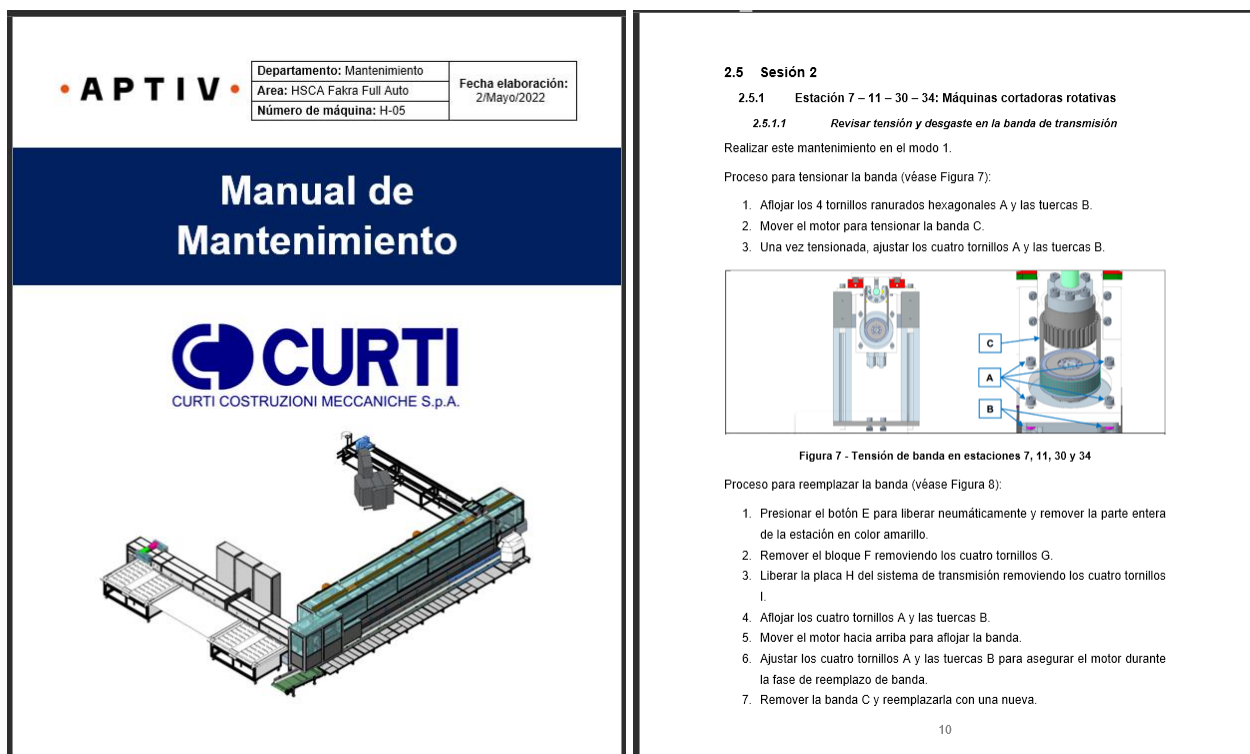
##### 4.1.2.1 *Objetivos*

1. Leer el manual de mantenimiento original de la máquina automática H5-CURTI.
2. Elaborar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina automática H5-CURTI.

##### 4.1.2.2 *Descripción de las Actividades*

Cuando se adquirió la máquina automática H5-CURTI (donde, H5 indica el número de la máquina y CURTI es el fabricante) del área HSCA FAKRA Full Auto, el fabricante extendió a Aptiv un manual de instrucciones de uso y mantenimiento en inglés. Debido a que los técnicos del área no saben

inglés, se necesitó realizar un manual que contuviera la información traducida de mantenimiento preventivo y correctivo del manual entregado por CURTI, a su vez, también se requirió agregar nuevos procedimientos que el manual original no contempla. Para esto último, se discutió con los técnicos de mantenimiento acerca de los problemas más comunes que presenta la máquina, que tan frecuente las estaciones más críticas necesitan mantenimiento y los repuestos más consumibles. Al obtener esta información, se redactó un manual de mantenimiento detallado (véase Ilustración 15) para prevenir y corregir averías previstas por el fabricante y las experimentadas por los técnicos.



**Ilustración 15 - Manual de mantenimiento de la máquina automática H5-CURTI**

Fuente: Elaborada por autor

#### 4.1.3 SEMANA 3: MAYO 2 – 6

##### 4.1.3.1 Objetivos

1. Medir el tiempo de producción de las líneas manuales de Lead Prep.

2. Redefinir nuevas metas de producción para las líneas de producción manuales de Lead Prep.

#### 4.1.3.2 Descripción de las Actividades

Uno de los objetivos del departamento de Ingeniería Flujo 5 es optimizar la eficiencia de producción mediante la implementación de proyectos de mejora o asegurándose que las horas de trabajo se aprovechen al máximo posible. Las líneas manuales Lead Prep presentaron la situación que cumplían su meta de producción una o dos horas antes de que terminara el turno, razón por la que se requirió aumentar la meta de producción. Para esto, se tomaron tiempos de dos maneras: en una hoja de observación (véase Ilustración 16) y en un formato de hoja de Excel. En la hoja de observación se tomó el tiempo de cada una de las acciones que realiza el operador para completar un ciclo de trabajo. Este formato se llenó por cada estación.

**APTIV**

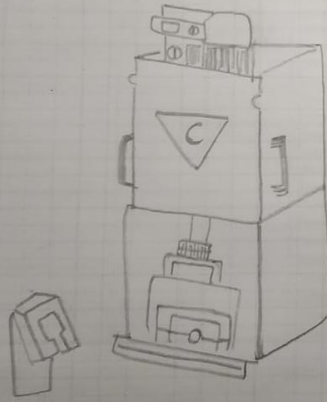
**Hoja de Observación**

Fecha: 11/05/22  
 Nombre Línea: LP11 Estación #: 7-Outer Press Nombre del Proceso: Crimpado de ferrule - Extremo 2

Demanda del Cliente	Numero de Turnos	Tiempo Disponible/Turno	OE	Takt Time	Factory Cycle Time

**Dibujo del Proceso**

Inventario en Proceso: Caminaraes con objetos en manos  
 Seguridad: Caminaraes con manos vacias/ retornos  
 Calidad:   
 Critico p/ producto:



**Elementos de Trabajo o Movimientos Ciclicos**

- 1) Insertar el SMB
- 2) Posicionar el ferrule
- 3) Crimpar ferrule
- 4) Pasar extremo 1 crimpado por Fatura.

**Elementos de Trabajo o Movimientos No Ciclicos**

- 1) Tomar el manajo de cables
- 2) Pasar los cables crimpados al operador de la siguiente Estacion.

**Fuentes de Variacion**

**Ilustración 16 – Formato de hoja de observación de línea 11 de Lead Prep (primera hoja)**

Fuente: Elaborado por autor

La primera hoja del formato de observación consiste en tres secciones: la primera ubicada en el lateral izquierdo en donde se dibujó la estación a la que se está tomando el tiempo; la segunda, ubicada en el lateral derecho superior en donde se detallaron todas las acciones cíclicas o repetitivas que realiza el operador; y la tercera, ubicada en el lateral derecho inferior, en donde se detallaron las acciones no cíclicas. En la segunda hoja del formato (véase Ilustración 17), se describieron más a detalle los trabajos cíclicos y no cíclicos junto con diez muestras de tiempo en segundos de cada uno.

Fecha: 11/05/22  
 Nombre Línea: LPT1  
 Estación #: 7 Outer Press  
 Nombre del Proceso: Crimpado de Ferrule-Extremo 2

Tiempo Total del Trabajo Cíclico		Punto de Inicio	Punto Final	Fluctuación										Tiempo Mas Bajo Repetido			
Insertar SMB		Insertar SMB Posicionar Ferrule		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1.9	2.7		
ID Tarea	Elementos de Trabajo Cíclicos	Punto de Inicio	Punto Final	Min. Max. Fluctuación										Tiempo Mas Bajo Repetido	Ajuste	Tiempo Ajustado	
1	Insertar SMB	Insertar SMB	Posicionar Ferrule	3.58	4.16	4.05	4.1	3.39	3.94	3.92	3.2	2.94	3.3	7.4	2.9	0.89	3.63
2	Posicionar Ferrule	Posicionar Ferrule	Crimpar Ferrule	0.98	0.69	0.65	0.75	0.63	0.77	0.96	0.96	0.71	0.91	0.5	0.5	0.291	0.757
3	Crimpar el Ferrule	Crimpar Ferrule	Repar por Fxtorca	3.45	3.82	3.61	3.92	4.21	3.75	3.67	3.6	2.2	2.69	2.0	2.2	1.259	3.459
4	Repar por Fxtorca	Repar por Fxtorca	Insertar SMB	1.41	1.33	1.65	1.21	1.36	1.3	1.2	1.07	1.11	1.10	2.0	1.1	0.923	1.523
				Total													
ID Tarea	Trabajo No-Cíclicos	Punto de Inicio	Punto Final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fluctuación	Tiempo Mas Bajo Repetido	Frecuencia	Segundos por pieza
1	Ajugar cables de Estacion anterior	Ajugar cables	Passar cables	4.83	5.09	6.1	4.61	4.89	5.2	4.95	4.81	5.03	5.14	1.5	4.6	0.955	5.065
2	Repar cables a la siguiente Estacion	Passar Cable	Ajugar cables	4.69	2.23	1.74	1.92	1.5	1.4	1.25	1.38	1.61	1.54	12.7	1.5	3.677	15.14

**Ilustración 17 – Formato de hoja de observación de línea 11 de Lead Prep (segunda hoja)**

Fuente: Elaborado por autor

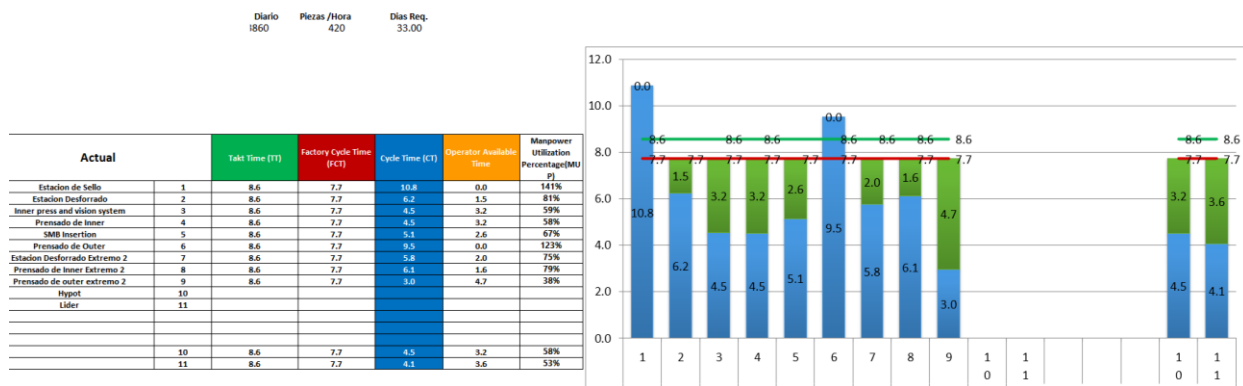
En el formato de Excel (véase Ilustración 18), se midió por estación el tiempo total que le toma al operador completar un ciclo de trabajo. A diferencia del formato anterior, se obtuvieron 30 muestras y no se tomó en cuenta las acciones individuales, sino el trabajo completo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Muestra	Estacion de Sello	Estacion Desforrado	Prensado de Inner	SMB Insertion	Prensado de Outer	Estacion Desforrado Extremo 2	Prensado de Inner Extremo 2	Prensado de outer extremo 2	Hypot	Lider
7											
8	1	8.13	5.77	4	4.44	4.75	7.9	4.9	4.1	1.7	3.9
9	2	9.66	5.93	4.41	4.93	4.46	8.3	3.2	5.4	1.9	3.9
10	3	10.97	5.81	3	4.35	4.48	9.4	3.6	5.7	2.6	3.6
11	4	9.64	5.61	3.5	5.25	4.50	9.3	6.3	6.1	2.0	3.4
12	5	12.01	5.73	3.5	5.21	4.86	8.5	4.7	5.8	2.4	3.5
13	6	11.47	5.75	4.47	5.14	5.94	10.0	3.8	5.3	3.1	3.4
14	7	14.14	6.4	4.33	3.88	4.80	7.2	3.6	7.1	2.3	3.5
15	8	12.15	6.4	5	4.87	6.49	14.1	7.3	5.8	2.2	3.7
16	9	11.09	5.74	3.73	3.56	4.49	12.2	4.7	7.1	2.8	3.3
17	10	11.52	5.73	4.98	4.11	4.49	8.5	5.2	5.8	2.6	4.9
18	11	9.5	5.2	3.09	2.77	4.50	7.1	4.1	6.1	2.3	4.1
19	12	9.82	5.78	3.23	3.81	4.00	9.6	5.2	6.2	2.2	3.4
20	13	9.45	4.98	3.29	4.19	4.00	9.1	7.9	6.2	2.3	5.7
21	14	9.3	5.2	4.54	3.82	4.60	9.7	4.7	4.2	2.2	5.5
22	15	9.5	6.58	3.79	4.95	4.76	8.1	4.5	5.8	3.1	5.5
23	16	10.11	5.4	3.22	4.12	4.95	8.8	5.3	6.7	3.1	3.9
24	17	9.98	5.85	4.91	2.08	4.15	8.4	4.8	6.7	2.1	3.1
25	18	9.34	5.78	4.78	3.21	4.38	8.3	4.7	5.8	2.9	5.0
26	19	11.2	6.35	3.77	4.54	5.70	7.4	4.8	8.5	2.6	5.1
27	20	9.45	5.94	3.78	4.28	4.34	10.7	5.7	4.3	2.6	4.9
28	21	9.38	5.84	3.97	4.95	4.00	9.4	7.1	6.6	2.2	3.1
29	22	9.56	5.67	3.95	3.92	4.21	8.1	7.2	4.7	2.3	5.3
30	23	10.18	6.29	3.77	3.52	4.96	15.2	5.7	5.1	2.5	3.6
31	24	11.89	6.12	4.48	4.95	4.50	11.2	7.9	4.2	2.9	3.6
32	25	10.25	5.18	4.68	3.2	4.47	7.9	5.2	4.6	2.3	4.5
33	26	9.6	5.11	4.2	4.87	3.1	4.87	7.4	4.8	2.4	3.3
34	27	9.72	5.16	4.1	3.78	3.80	8.8	5.7	5.7	2.7	3.6
35	28	9.59	6.09	4.95	3.92	4.95	8.4	4.8	5.8	2.8	3.5
36	29	9.8	5.99	3.52	3.3	6.5	6.6	5.5	4.7	3.0	3.9
37	30	9.62	5.17	4.92	7.2	4.39	7.4	5.4	5.0	2.6	4.5
38	AVE	10.84	6.23	4.53	4.51	5.14	9.52	5.75	6.32	2.97	4.07
39	Mínimo	8.1	5.6	3.0	3.6	4.46	7.15	3.20	4.06	1.72	3.3352
40	Máximo	14.14	6.4	5	5.25	6.49	14.08	7.32	7.07	3.06	4.90
41	Prs/hora 100%	332	578	795	798	701	378	626	588	1213	884
42	Prs Per/Hora 90%	296	520	715	718	631	340	569	529	1082	795
43	Nueva meta segun CB	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
44	Carga de Trabajo con meta real	131%	75%	55%	54%	62%	115%	69%	74%	36%	49%

**Ilustración 18 - Formato hoja de Excel para tiempos de línea 11 de Lead Prep**

Fuente: Elaborado por autor

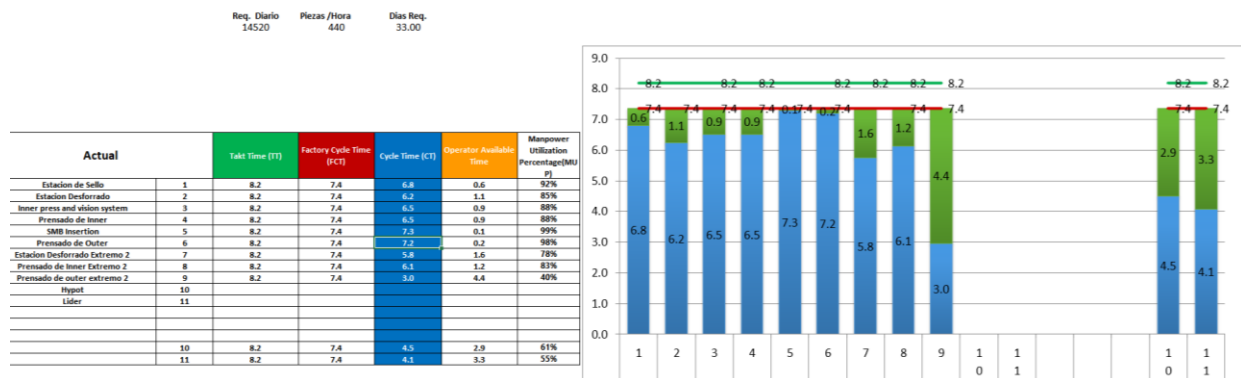
El formato de Excel calcula y grafica el tiempo promedio por cada estación. En la Ilustración 19, la línea roja (Factory Cycle Time) indica el valor máximo que debe durar el ciclo de trabajo según la meta asignada, el cual en este caso es de 420 piezas por hora. La línea verde (Takt Time) es el tiempo que el cliente cree que dura el ciclo de trabajo y este siempre debe de ser mayor que el Factory Cycle Time. La gráfica azul indica el tiempo real de ciclo por estación y la gráfica verde es el tiempo libre que tiene el operador. En este caso, la duración del ciclo en la estación 1 y 6 sobrepasaba lo permitido, por lo que se redistribuyó el trabajo entre las estaciones cercanas.



**Ilustración 19 - Gráfica de tiempos en línea 11 de Lead Prep**

Fuente: Elaborado por autor

Parte del trabajo de la estación 1 se asignó a la estación 2 y 3, ahora estas estaciones ayudan a poner sello; y parte del trabajo de la estación 6 se distribuyó a la estación 5, ahora esta estación ayuda a posicionar el ferrule para el crimpado. Con la nueva distribución (véase Ilustración 20) se pudo aumentar la meta a 440 piezas por hora manteniendo el ciclo de trabajo de las estaciones menor a lo nominal y aprovechando mejor el tiempo de otras estaciones.



**Ilustración 20 – Gráfica de tiempos con trabajos redistribuidos en línea 11 de Lead Prep**

Fuente: Elaborado por autor

#### 4.1.4 SEMANA 4: MAYO 9 – 13

##### 4.1.4.1 Objetivos

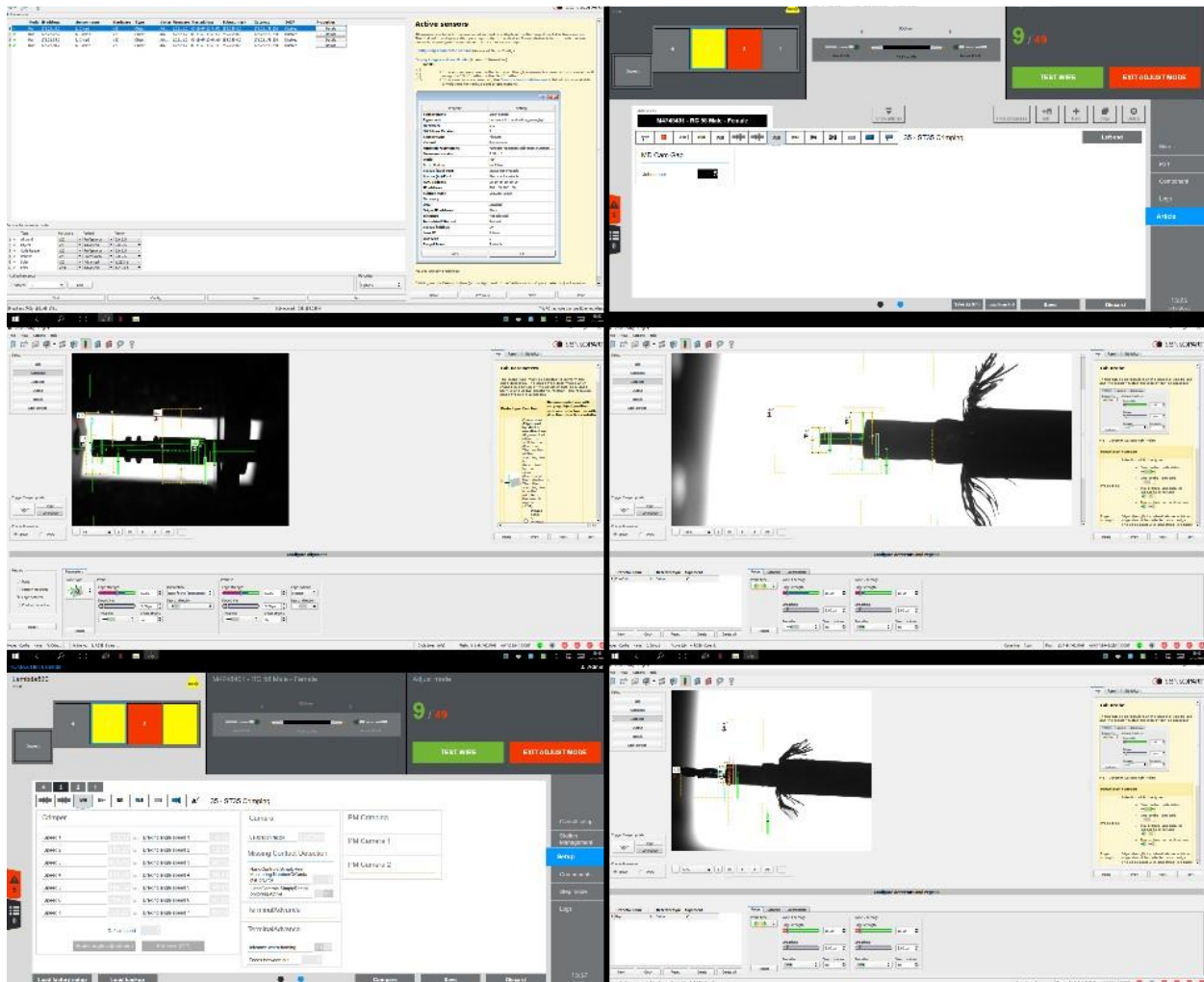
Elaborar un manual del sistema de visión utilizado en las máquinas automáticas del área HSCA FAKRA Full Auto.

##### 4.1.4.2 Descripción de las Actividades

Las tres máquinas automáticas del área de FAKRA utilizan el sistema de visión VISOR Vision Sensor de la marca Sensopart, el cual es esencial para el proceso de producción, ya que monitorea que todas las piezas vayan ensambladas, crimpadas o desferradas de la manera correcta, rechazando las piezas con defectos. El sistema de visión forma parte del proceso de calidad, por lo que es muy importante que los auditores y técnicos de mantenimiento sepan identificar cuando las cámaras están bien configuradas y que en caso de que no lo estén, sepan configurarlas de manera correcta. Por eso se elaboró un manual del sistema de visión como material de soporte en la capacitación de auditores y técnicos.



Para la redacción del manual se recibieron dos capacitaciones, una para el sistema de visión de la máquina automática H5-CURTI y otra para las máquinas automáticas H1 y H3 de KOMAX, porque a pesar de que tengan el mismo sistema, los parámetros de configuración no son los mismos. En las capacitaciones se trataron solo los aspectos importantes del software y de las cámaras; se explicó el trabajo que realizan cada una ellas según la estación, cómo funcionan sus detectores, sus parámetros de configuración y cuáles son las señales que se envían al PLC de la máquina. Una vez adquirida esta información, se tomaron capturas de pantalla del sistema de visión de ambas máquinas (véase Ilustración 21 y 22) y se redactaron los dos manuales (véase Ilustración 23 y 24) para la capacitación de los auditores y técnicos de mantenimiento del área.



**Ilustración 21 - Sistema de visión de las máquinas H1 y H3 de KOMAX**

Fuente: Elaborado por autor

**Configuring a connected sensor**

Make a sensor (or simulation) in the list and click on the "Config" button. The configuration program shows CURTI as a reference and any data entered in the sensor are integrated in the program file. When the crimping is activated, you may be required to enter a password. New data are automatically transmitted to the software.

Please refer to section "SENSOPART Software - SensorConfig".

**CRIMPING CHECK ST.17 - Recipe data**

Camera job - Copper contol + pattern matching	6	5
Camera job - Dielectric/Inner gap	5	

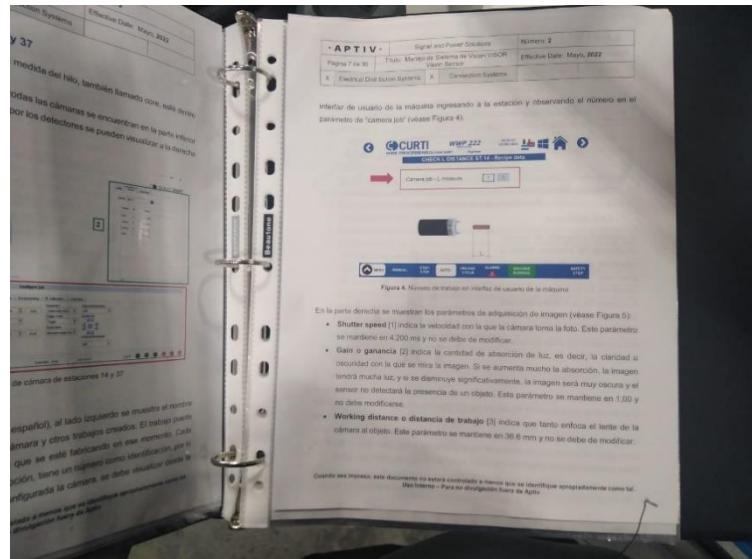
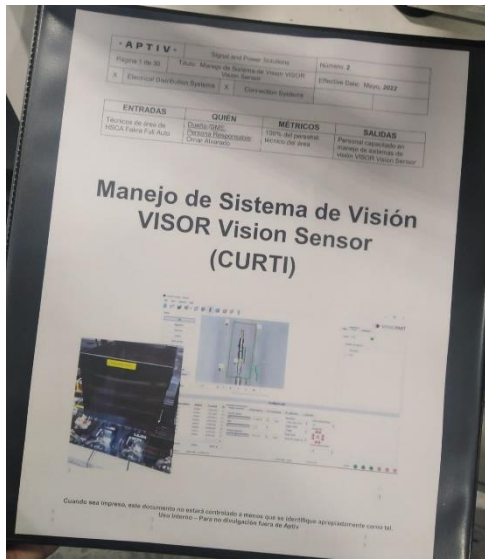
**CHECK L DISTANCE ST.14 - Status**

L Measure / Last length:	38	3.43
Braid Presence	0	

**MEASUREMENT TREND**

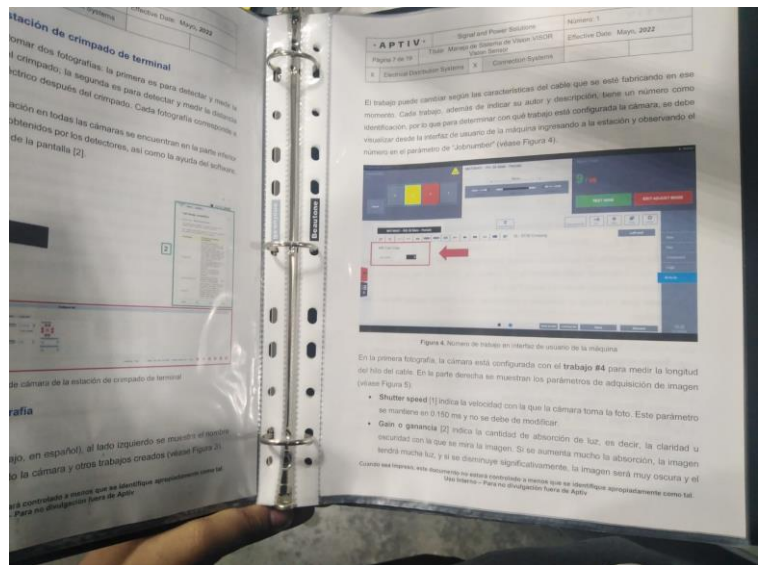
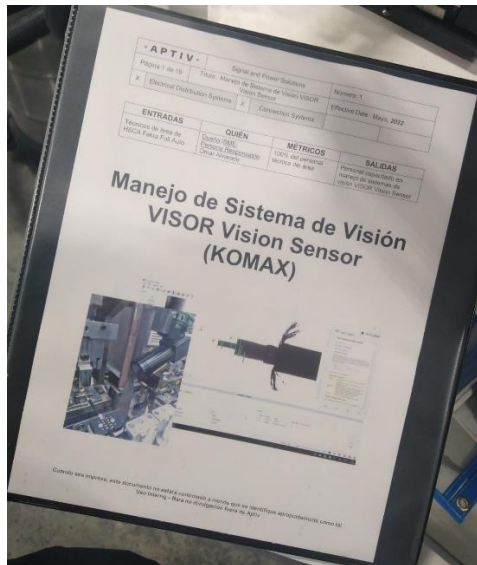
Ilustración 22 - Sistema de visión de la máquina H5-CURTI

Fuente: Elaborado por autor



**Ilustración 23 - Manual del sistema de visión de la máquina H5-CURTI**

Fuente: Elaborado por autor



**Ilustración 24 - Manual del sistema de visión de las máquinas H1 y H3 de KOMAX**

Fuente: Elaborado por autor

4.1.5 Semana 5: Mayo 16 – 20

### 4.1.5.1 Objetivos

1. Medir el tiempo de producción de la máquina automática H5-CURTI con diferentes longitudes de cable.

2. Redefinir nuevas metas de producción de la máquina automática H5-CURTI según la longitud del cable a producir.

#### 4.1.5.2 Descripción de las Actividades

Cuando se adquirió la máquina automática H5-CURTI, esta realizaba un promedio de 700 piezas producidas por hora, por lo que su meta se estableció a 655 piezas, Debido al desgaste que se ha producido en la máquina por el paso del tiempo, actualmente no es capaz de cumplir esa meta asignada cuando la longitud de cable producido supera los 5 metros. para definir nuevas metas se tomó el tiempo de producción de una hora para diferentes longitudes de cable.

Se utilizó un formato de hoja de Excel ya establecido por la empresa (véase Ilustración 25), que permite registrar a tiempo real la fecha y hora en la que se está tomando el tiempo, el total de piezas que produce tanto las piezas buenas como las piezas malas, permite el registro de los tiempos muertos (véase Ilustración 26) y del scrap (véase Ilustración 27), y a partir de esos datos ingresados, calcula la eficiencia de la máquina. Se tomó tiempo a longitudes de cable de 5564 mm, 1999 mm, 2019 mm, 3313 mm y 7639 mm.

Actual time										MQ2																
<b>APTIV</b>		project:	CURTI							project no.:	H	project leader:	M Granillo													
		supplier:								machine no.:	5	sales:	A Eggersdorfer													
		machine:	LAMBDA 820 H3	product:	RG 58 G&G				typ:	Female/ Female 600 mm																
		specification:	Aptiv S&F Cable Preparation				location:	Honduras			date:															
		participant:	Aptiv Honduras				participant supplier:	Komax																		
<b>machine scheduling time (TB) VDI 3423</b>																										
start:		23/5/2022 15:40		break 1	start		end		reason		period		00:00:00													
end:		23/5/2022 16:45		break 2	start		end		reason		period		00:00:00													
<b>01:05:21</b>																										
<b>level of utilization and technical availability (VDI 3423)</b>																										
<b>machine scheduling time (TB) 01:05:21</b>																										
period of utilization		00:59:09		technical downtime (TT):		00:06:11		Cause Part		00:00:00		operator:		00:00:00												
Level of utilization (NG)		90.53%		Technical availability (VT) (Time)										00:00:00												
				Ist: 90.53%		I.O.		Soll: 85.00%						0.00%												
<b>quality</b>																										
target cycle time (sec):		6.45		target parts/min:		9.30		target no. of parts		608																
actual cycle time (sec):		7.08		actual parts/min:		8.47		deviation:																		
good parts (w/o test pcs)		467		total parts		501		bad parts		34																
good parts (w/o test pcs)		check parts						machine conditioned		part conditioned																
		467		0						32		2														
20/5/2022 14:39				actual: 82.42%		N.I.O.		target: 90.00%		Ist: 6.39%		N.I.O.		Max: 2.00%												
<b>OEE</b>																										
target no. of parts		608		actual: 76.82%		nok		target: 85.00%		Total scrap:		6.79%														

Hint:  
LARGO = 7639 +/- 20mm  
Velocidad St.2 = 35%

**Ilustración 25 - Formato para el registro de tiempos de la máquina H5-CURTI**

Fuente: Elaborado por autor

Actual time		New line								
Project title: CURTI		Project number: H	Project manager: M Granillo							
Customer: APTIV		Machine number: 5	marketing employee: A.Eggersdorfer							
Machine: CURTI H5	Product: RG 58 G&G	Type:								
Spezification:		Place:	Date:							
Nr.	Station	Start	End	Duration min:sec	Mach.	Cause Part	Operator	Cause of error, stops	Measures	Others
1	St.2	23/5/2022 15:57	23/5/2022 15:58	00:00:49	x	0:00:49	0:00:00	Problema desconocido con estación, se tuvo que resetear		
2	St.2	23/5/2022 16:03	23/5/2022 16:06	00:03:33	x	0:03:33	0:00:00	Cambio de carrete		
3	St.2	23/5/2022 16:06	23/5/2022 16:08	00:01:23	x	0:01:23	0:00:00	Corte de cable por cambio de carrete		
4	St.38	23/5/2022 16:19	23/5/2022 16:24	00:04:47		0:00:00	0:00:00	Problema con la alimentación de terminal (el sensor)		
5	St.38	23/5/2022 16:24	23/5/2022 16:25	00:00:26	x	0:00:26	0:00:00	Mismo problema		
6				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
7				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
8				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
9				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
10				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
11				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
12				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
13				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
14				00:00:00		0:00:00	0:00:00			
15				00:00:00		0:00:00	0:00:00			

**Ilustración 26 - Formato de registro de tiempos muertos**

Fuente: Elaborado por autor

Regarding fo scrap of the individual stations						
Station	Total scrap	Machine scrap (Komax)	Material / Setting scrap (Aptiv)	Comments	Percentage % of total scrap	
St.01 - Lift up pallet	0	0	0		0%	
St.02 - Automatic cable feeding	2	0	2		6%	
St.14 - Stripping check	12	12	0		35%	
St.15 - Inner terminal crimping	0	0	0		0%	
St.17 - Crimping check	4	4	0		12%	
St.19 - Female outer terminal inserting	0	0	0		0%	
St.24 - Ferrula and outer crimping	3	3	0		9%	
St.26 - Male pin axial position check	0	0	0		0%	
St.29 - Ferrula inserting	0	0	0		0%	
St.39 - Crimping check	2	2	0		6%	
St.40 - Female outer terminal inserting	1	1	0		3%	
St.46 -Electrical check	2	2	0		6%	
<b>Sum</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>2</b>			

**Ilustración 27 - Registro de scrap según estación**

Fuente: Elaborado por autor

Posteriormente se realizó una tabla resumen (véase Ilustración 28) con la información relevante de los datos obtenidos en el formato de Excel. Se obtuvo el total de piezas no producidas dividiendo el tiempo muerto entre el tiempo de ciclo, luego este total se sumó con el total de

piezas producidas en una hora. A partir de ese total calculado, se establecieron las nuevas metas de producción en donde las longitudes menores a 5000 mm mantuvieron su meta de 655 piezas por hora, mientras que la meta para el cable de longitud 5564 mm se redujo a 590 piezas y el cable de longitud de 7639 mm se redujo a 480 piezas por hora.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Longitud del cable	Piezas buenas producidas	Piezas malas producidas	Total (1 hr)	Tiempo de ciclo (seg)	Tiempo muerto (seg)	Piezas no producidas	Total + piezas no producidas	Nueva meta
2	1999	475	124	599	5.23	90	17	616	655
3	2019	485	28	513	5.23	848	162	675	655
4	3314	527	55	582	5.23	610	117	699	655
5	5564	443	48	491	5.44	761	140	631	590
6	7639	467	34	501	6.45	346	54	555	480

**Ilustración 28 - Tabla resumen de los tiempos de la máquina H5-CURTI según longitud de cable**

Fuente: Elaborado por autor

#### 4.1.6 SEMANA 6: MAYO 23 – 27

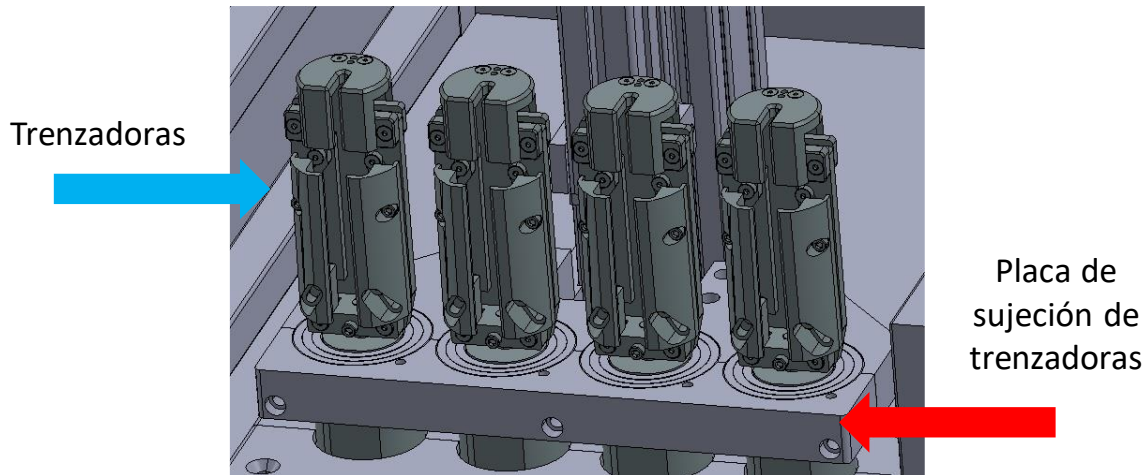
##### 4.1.6.1 *Objetivos*

1. Elaborar checklists de mantenimiento preventivo de la máquina automática H5-CURTI del área FAKRA.
2. Modificar en SolidWorks placas de sujeción de la máquina trenzadora del área SRS.

##### 4.1.6.2 *Descripción de las Actividades*

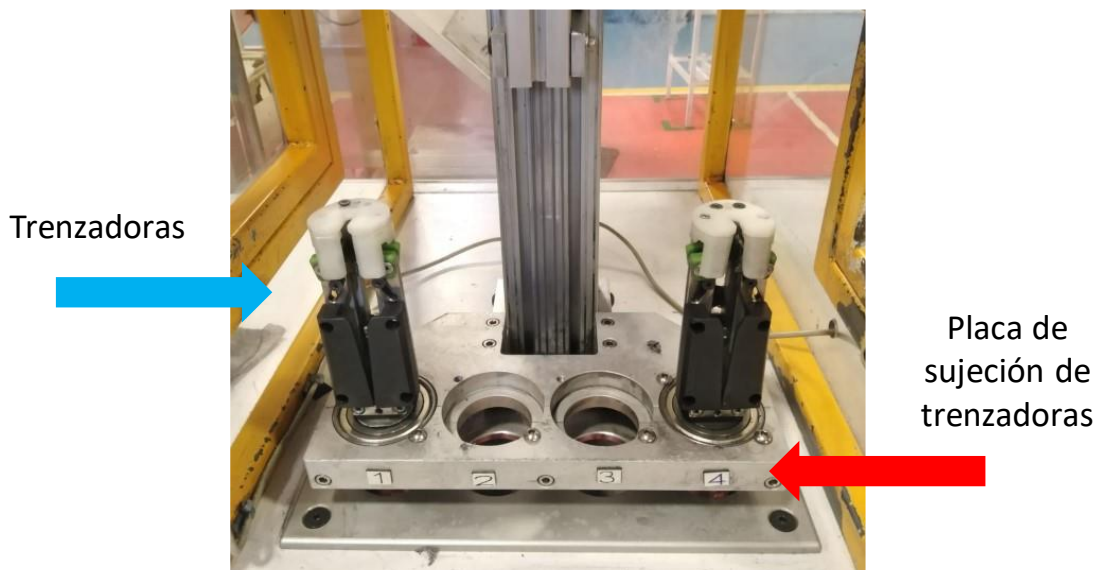
La primera actividad de la semana fue elaborar un checklist de mantenimiento para la máquina H5-CURTI. Luego de haber hecho el manual de mantenimiento, se hicieron dos checklists con las actividades resumidas a realizar por los técnicos. Se estableció que la máquina recibirá un mantenimiento bimensual, en donde cada mes se realizará el mantenimiento a unas estaciones y en el siguiente mes, a las estaciones restantes. Los checklist elaborados se pueden observar en el Anexo 1 y 2, las estaciones fueron agrupadas dependiendo de la dificultad y carga de trabajo a realizar en dos turnos, es decir 24 horas.

La segunda actividad de la semana fue realizar modificaciones a la placa de sujeción de las trenzadoras de la máquina utilizada para trenzar el cable SRS. La máquina originalmente tenía cuatro trenzadoras (véase Ilustración 29), pero actualmente solo se utilizan dos (véase Ilustración 30), dejando solamente las trenzadoras 1 y 4. Debido a esto, también se requirió modificar en SolidWorks la placa de sujeción para dejar solamente las dos cavidades de las trenzadoras restantes.



**Ilustración 29 – Máquina trenzadora original**

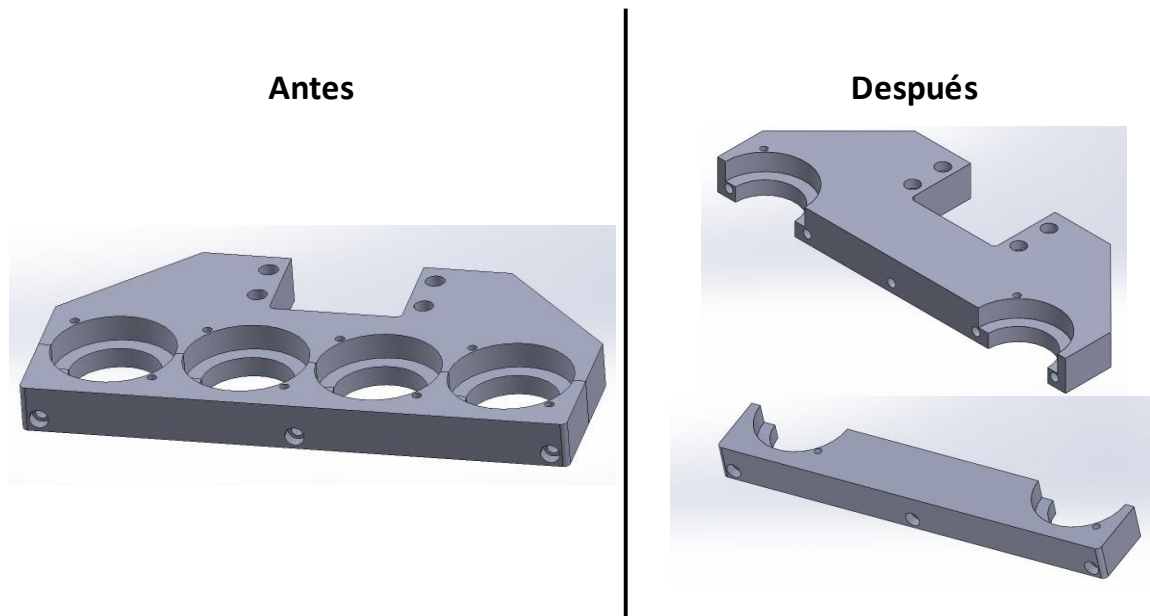
Fuente: Elaborado por autor



**Ilustración 30 - Máquina trenzadora modificada**

Fuente: Elaborado por autor

La placa de sujeción consta de dos partes (véase Ilustración 31) para facilitar el ensamble de las trenzadoras a esta; para la modificación solo se necesitó extruir un sólido en las cavidades de la trenzadora 2 y 3, teniendo cuidado de dejar los orificios de los tornillos utilizados para la sujeción de la placa al resto de la máquina. Una vez realizada dicha modificación, las piezas fueron enviadas al coordinador de mantenimiento para su fabricación.



**Ilustración 31 - Placa de sujeción de trenzadoras antes y después de la modificación**

Fuente: Elaborado por autor

#### 4.1.7 SEMANA 7: MAYO 30 – JUNIO 3

##### 4.1.7.1 *Objetivos*

Definir los factores que contribuyen a la producción de scrap en la máquina automática CMAP-130 del área SRS.

##### 4.1.7.2 *Descripción de las Actividades*

La tarea asignada de esta semana fue monitorear la máquina CMAP-130 del área SRS (véase Ilustración 32), una de las dos máquinas automáticas que producen más scrap del área. La asignación consistió en identificar las causas por las que la máquina produce scrap y definir acciones para reducirlo. Durante el análisis, se tomó en cuenta cuatro variables: la máquina, el



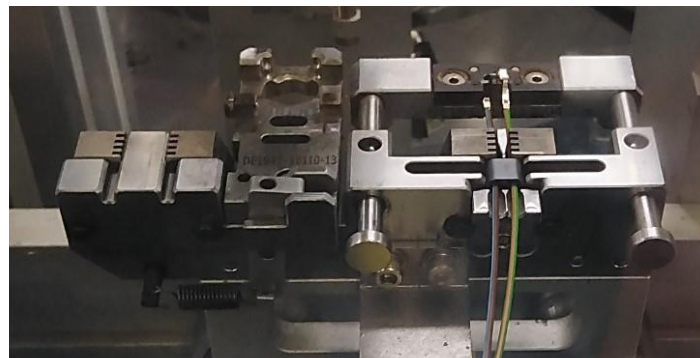
operador, el sistema de visión y los carritos que transportan cada una de las piezas (véase Ilustración 33), con el fin de identificar si el scrap se produce por:

1. Máquina: estaciones con averías o partes mecánicas desalineadas.
2. Operador: por falta de experiencia para manejar la máquina o identificar problemas que derivan en la producción de scrap.
3. Carritos transportadores: con averías, golpes o falta de lubricación.
4. Sistema de visión: parámetros de medición e identificación mal configurados que hacen que piezas correctamente producidas sean marcadas como scrap.



**Ilustración 32 - Máquina automática CMAP-130**

Fuente: Elaborado por autor



**Ilustración 33 - Carrito transportador de piezas**

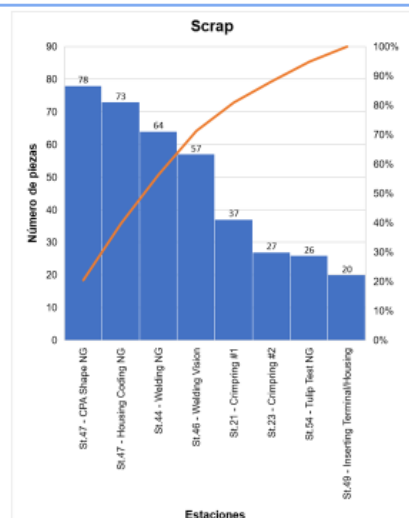
Fuente: Elaborado por autor

La manera que tiene el operador y la máquina para identificar si una pieza tiene algún defecto es a través del sistema de visión conformado por cámaras que toman fotografías de las piezas cada vez que pasa por un proceso crítico como crimpado, soldadura o inserción de housing, y que detienen la máquina cuando uno de estos procesos no se hizo de forma adecuada. También, las estaciones con procesos críticos tienen sensores que detienen la máquina cada vez que el cable no cumple con los parámetros establecidos en soldadura o prueba eléctrica para identificar defectos que no pueden ser detectados con el sistema de visión.

El monitoreo de la máquina se realizó durante toda la semana con el propósito de recolectar la mayor cantidad de información posible para determinar cuáles son las estaciones más propensas a tener fallas y producir scrap, monitorear en dos turnos diferentes para identificar si ambos operadores manejan la maquina con similitud y poder hacer un análisis con resultados más confiables. Al final del monitoreo y posterior análisis de los datos obtenidos a través del sistema de visión, interfaz de la máquina y observación, se concluyó que el scrap es mayormente producido por defectos en las estaciones de la máquina y una inadecuada configuración de parámetros en el sistema de visión. Los resultados y las acciones sugeridas para reducir el scrap se encuentran en la Ilustración 34, 35 y 36.

## CMAP-130

PROJECT LEADER  
María Paredes



Estaciones más contribuyentes de scrap de Turno A y C en un lapso de 8 horas.

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
47 – CPA Shape NG	El sistema de visión no identifica la posición de los pines del CPA para tomar su medida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetros de medición configurados incorrectamente.</li> <li>Lente de cámara sucia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar que las medidas del CPA estén configuradas correctamente en los detectores de la cámara.</li> <li>Limpiar lente de cámara.</li> </ul>
44 – Welding NG	Valor de desplazamiento en 0 en soldadura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de cable o terminal.</li> <li>Cable mal posicionado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar los tornillos de los carriers para evitar que el cable se deslice en estaciones anteriores.</li> <li>Cambiar hule de los carriers, en caso requerido.</li> </ul>

• APTIV •

### Ilustración 34 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 1)

Fuente: Elaborado por autor

## CMAP-130

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
47 – Housing Coding NG	El sistema de visión no detecta el color del housing.	El sistema de visión no detecta el color si es ligeramente más claro u oscuro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar que los parámetros de detección de color estén seteados de manera correcta en cada cambio de número de parte del housing.</li> </ul> <b>Mejora:</b> Configurar la cámara para que detecte diferentes tonalidades de un mismo color.
46 – Welding Vision NG	Brocha larga	Desalineación del punto de referencia de los detectores por carrier desalineado con la estación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar estado de pistones y stoppers mecánicos de toda la estación.</li> <li>Alinear correctamente el carrier a la banda.</li> </ul>
49 – Inserting Terminal/Housing	Fuerza mayor a la requerida para insertar la terminal al housing.	Deslineamiento de grippers y/o carriers.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alinear correctamente el gripper que inserta el cable con terminal al housing.</li> </ul>
54 – Tulip Test NG	Tulpán doblado	Mala inserción del cable con terminal al housing en estación 49.	

APTIV HONDURAS

• APTIV •

2

### Ilustración 35 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 2)

Fuente: Elaborado por autor

## CMAP-130

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
21 – Crimping #1 23 – Crimping #2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forro alto y bajo</li> <li>Hilo fuera de la terminal crimpada.</li> </ul>	Cable mal posicionado por carrier mal ajustado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustar los tornillos de los carriers para evitar que el cable se deslice en estaciones anteriores.</li> <li>Cambiar hule de los carriers, en caso requerido.</li> <li>Revisar estado de pistones y stoppers mecánicos de toda la estación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campana excesiva</li> </ul>	Troquel mal ajustado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alinear correctamente el punch y anvil del troquel.</li> </ul>

### Ilustración 36 - Contribuyentes de scrap de la máquina CMAP-130 (parte 3)

Fuente: Elaborado por autor

#### 4.1.8 SEMANA 8: JUNIO 6 – 10

##### 4.1.8.1 *Objetivos*

Definir los factores que contribuyen a la producción de scrap en la máquina automática SA-23 del área SRS.

##### 4.1.8.2 *Descripción de las Actividades*

Se monitoreó la máquina SA-23 del área SRS (véase Ilustración 37), otra de las dos máquinas automáticas que producen más scrap del área. Al igual que con la máquina automática CMAP-130, se identificó las causas por las que la máquina produce scrap y se sugirieron acciones para reducirlo utilizando el mismo procedimiento y variables descritas con anterioridad en la descripción de actividades (sección 4.1.7.2) de la Semana 7.



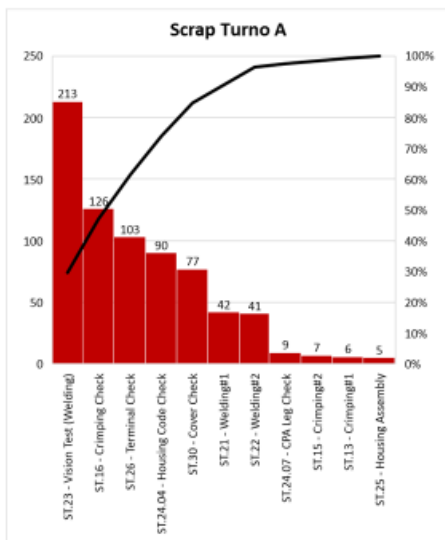
**Ilustración 37 - Máquina automática SA-23**

Fuente: Elaborado por autor

Al final del monitoreo y posterior análisis de los datos obtenidos a través del sistema de visión, interfaz de la máquina y observación, se identificó que la mayor parte del scrap es producido por defectos en las estaciones de crimpado y soldadura de la máquina, carritos transportadores dañados y una inadecuada configuración de parámetros en el sistema de visión. También se determinó que el cambio de operador no contribuyó en mayor o menor medida en el scrap. Los resultados y las acciones sugeridas para reducir el scrap se encuentran en la Ilustración 38, 39 y 40.

## SA-23

PROJECT LEADER  
María Paredes

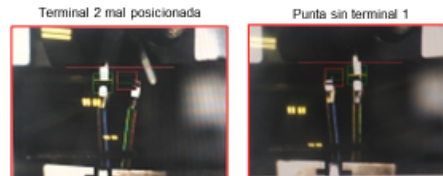


Estaciones más contribuyentes de scrap en Turno A en un lapso de 10 horas.

APTIV HONOLULU

Se monitoreó las estaciones más contribuyentes de scrap en un lapso de 10 horas en Turno A y C. No se encontró algún factor humano o máquina notable que haga que se produzca más scrap en un turno que en otro.

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
23 - Vision Test (Welding)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Punta sin terminal 1 o mal posicionada.</li> <li>Punta sin terminal 2 o mal posicionada.</li> <li>Brocha salida en la punta 2</li> <li>Soldadura baja en la punta 1</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mala colocación de terminal en St.17 por gripper desalineado. Carrito 36, 29, 16 y 7 en mal estado o desalineado.</li> <li>Mala colocación de terminal en St.19 por gripper desalineado. Carrito 41, 26, 22, 1, 2 en mal estado o desalineado.</li> <li>Carrito 30 en mal estado o desalineado.</li> <li>Carrito 39 y 22 en mal estado o desalineado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>y 2. Alinear el gripper que coloca la terminal con los carritos y con el gripper que agarra la terminal del carril de alimentación en St.19 y 17, respectivamente. Reparar y alinear carritos 41, 36, 29, 26, 22, 16, 7, 1 y 2.</li> <li>Reparar y alinear el carrito 30.</li> <li>Reparar y alinear los carritos 39 y 22.</li> </ol>



ST.23 - Vision Test (Welding)

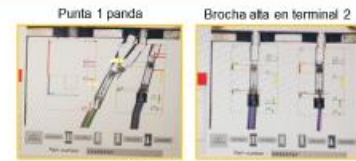
• APTIV •

2

### Ilustración 38 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 1)

Fuente: Elaborado por autor

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
16 – Crimping Check	1. Punta 1 pando o levantada 2. Punta 2 pando o levantada 3. Brocha alta en terminal 2	1. y 2. Terminal trabada en la herramienta superior del troquel al momento del crimpado en St.13 y 15, respectivamente. 3. Carrito 42 en mal estado o desalineado.	1. y 2. Revisar que el troquel sea el correcto para el tamaño de terminal usado. Revisar estado de la herramienta superior y reemplazar en caso de ser necesario. 3. Reparar y alinear el carrito 42.
26 – Terminal Check	1. Mala inserción de terminal 2 a housing. 2. Mala inserción de terminal 1 a housing.	1. Mala colocación de terminal 2 al carrito en St.19. Carrito 42, 30, 26, 25, 8, 7 y 5 en mal estado o desalineado. 2. Mala colocación de terminal 2 al carrito en St.17.	1. y 2. Alinear el gripper que coloca la terminal con los carritos y con el gripper que agarra la terminal del carril de alimentación en St.19 y 17, respectivamente. Reparar y alinear carritos 42, 30, 26, 25, 8, 7 y 5.
24.04 – Housing Code Check	No detecta el color del housing (amarillo)	La tonalidad del color es ligeramente diferente al configurado en la cámara.	Implementar mejora: el sistema de vision detecte diferentes tonalidades de un mismo color.
30 – Cover check	Cover insertado incorrectamente	1. Los grippers que revisan la inserción en St.30 no están correctamente calibrados. 2. Fuerza de inserción menor a la requerida en St.29.	Revisar la calibración de los grippers en St.30, recalibrar en caso necesario. Revisar si hay variación en la fuerza de inserción en St.29. Ajustar en caso necesario.



St.16 – Crimping Check



Mala inserción de terminal 2  
St.26 – Terminal Check



St.24.04 – Housing Code Check

APTIV/HONDURAS

### Ilustración 39 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 2)

Fuente: Elaborado por autor

ESTACIÓN	DEFECTO(S)	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES
21 – Welding #1	Punta sin terminal 1	La estación detecta la ausencia de la terminal 1 por la mala inserción en St.17. En este caso, la terminal se cae antes de llegar a la estación.	Alinear el gripper que coloca la terminal con los carritos y con el gripper que agarra la terminal del carril de alimentación en St.17.
22 – Welding #2	Punta sin terminal 2	La estación detecta la ausencia de la terminal 2 por la mala inserción en St.19. En este caso, la terminal se cae antes de llegar a la estación.	Alinear el gripper que coloca la terminal con los carritos y con el gripper que agarra la terminal del carril de alimentación en St.19.
24.07 – CPA Leg Check	Pata del CPA doblada	Materia prima defectuosa	Revisar piezas defectuosas con el área de moldeo.



St.24.07 – CPA Leg Check

APTIV/HONDURAS

### Ilustración 40 - Contribuyentes de scrap en la máquina SA-23 (parte 3)

Fuente: Elaborado por autor

#### 4.1.9 SEMANA 9: JUNIO 13 – 17


##### 4.1.9.1 *Objetivos*

Modificar en SolidWorks el locator de los troqueles de las líneas manuales del área FAKRA.

##### 4.1.9.2 *Descripción de las Actividades*

El locator es una pieza mecánica que se coloca en la parte de atrás del troquel que sirve como tope para el cable durante el crimpado del ferrule. Una mejora que los ingenieros de Flujo 5 quieren implementar es colocar un sensor inductivo (véase Ilustración 41) que indique cuando el cable haya ingresado completamente en el troquel y permitir que el operario pueda crimpar el ferrule, en caso contrario, el troquel no se accionará. Para implementar esta mejora, es necesario volver a fabricar el locator con un orificio que permita ingresar el sensor hacia el tope, para ello se utilizaron las especificaciones técnicas del sensor.

Short Specifications	
Operating distance $S_n$	3 mm
Housing size [mm]	Ø 4
Mounting	Non-embeddable
Polarity	NPN
Output	Normally open (NO)
Interface	Standard output
Connection	PUR, 2 m, 3 wire
Supply voltage	10...30 VDC
Switching frequency max. [Hz]	1200
Housing material	Stainless-steel V2A
Enclosure rating (IP)	IP 67
Operating pressure [bar]	≤ 150 bar

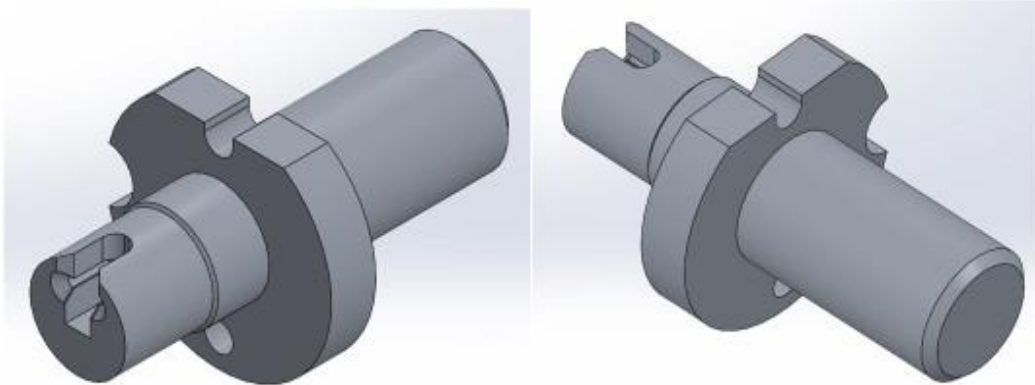


**Ilustración 41 - Especificaciones del sensor inductivo a utilizar en la implementación de la mejora**

Fuente: (AG, 2022)

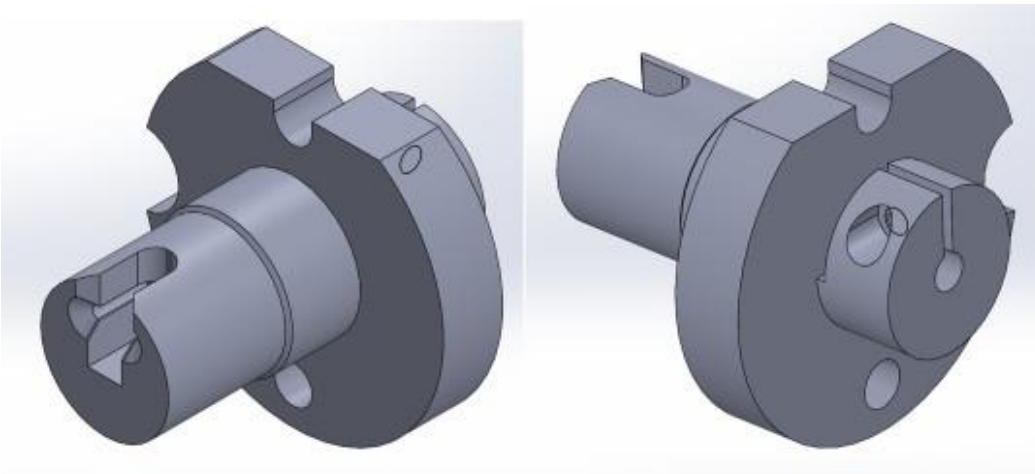
La modificación del locator consistió en hacer un orificio en el centro de este con un diámetro ligeramente más grande que del sensor para permitir que este pueda ingresar fácilmente. Luego, para asegurar que el sensor se quede fijo en su posición, se cambió la parte trasera del locator y se reemplazó por un collar de eje con cuello de tipo abrazadera. El diseño final del locator se puede observar en la Ilustración 42, cuyos planos se encuentra en el Anexo 3.

### Antes



---

### Después



**Ilustración 42 - Locator antes y después de la modificación**

Fuente: Elaborado por el autor



#### 4.1.10 SEMANA 10: JUNIO 20 – 24

##### 4.1.10.1 Objetivos

Definir los factores que contribuyen a la producción de scrap en la máquina automática H1-KOMAX del área FAKRA.

##### 4.1.10.2 Descripción de las Actividades

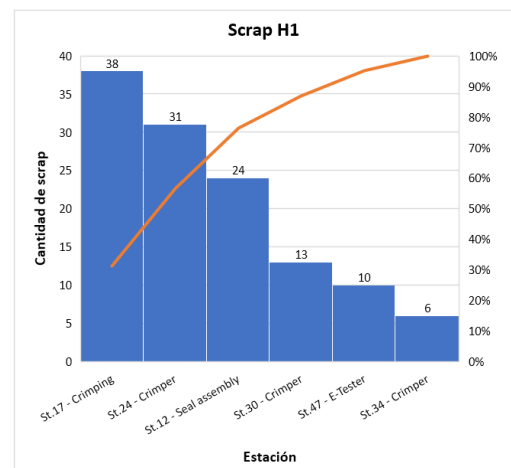
Una de las áreas que más produce scrap es HSCA Fakra Full Auto, es por eso que fue imperativo determinar las causas que contribuyen a la producción de scrap en las líneas automáticas. En primera instancia, solo se monitoreó la máquina automática H1-KOMAX durante una semana. El monitoreo consistió en estar presente en la línea durante algunas horas de producción durante el día, se observó a través de la HMI de la máquina las estaciones que producen más scrap y se verificó la causante a través del sistema de visión y acercamiento a la estación donde ocurre el problema para tomar evidencia fotográfica. Posteriormente, los datos obtenidos de la HMI y la evidencia fotográfica se adjuntaron en un reporte elaborado en Microsoft Excel y se enviaron al ingeniero supervisor del área. En la Ilustración 43, se muestra un ejemplo de la tabla resumen de las estaciones que más producen scrap durante el monitoreo presentada en cada reporte diario.

**9:12am - 1:42pm**

Total producido	891
Piezas OK	763
SCRAP	128   14.37%

Estación		Proceso	Scrap	OK	Total	% Scrap
St.12 - Seal assembly	Position Check		24	994	1018	2.36%
St.17 - Crimping	CAM Gap		23	963	986	2.33%
St.24 - Crimper	CAM Gap		18	926	944	1.91%
St.24 - Crimper	InnerCore		13	944	957	1.36%
St.47 - E-Tester	Electrical Test Module		10	897	907	1.10%
St.17 - Crimping	CAM InnerCore		8	986	994	0.80%
St.30 - Crimper	CAM Gap		8	918	926	0.86%
St.17 - Crimping	CQM		7	979	986	0.71%
St.30 - Crimper	CQM		5	913	918	0.54%
St.34 - Crimper	CAM Gap		3	910	913	0.33%
St.34 - Crimper	CQM		3	907	910	0.33%
<b>Total</b>			<b>122</b>			



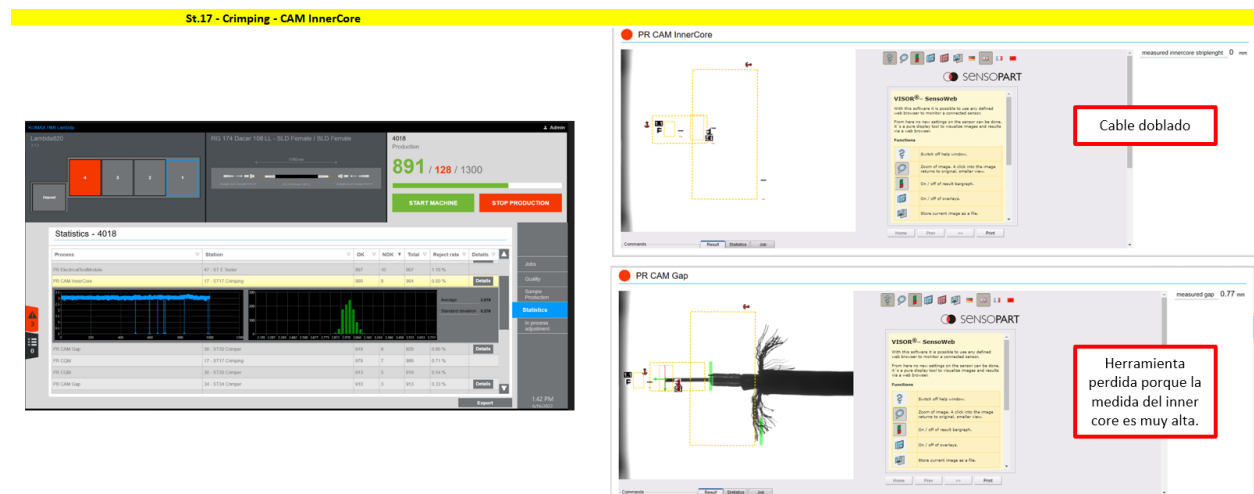
**Ilustración 43 - Tabla resumen de las estaciones que más producen scrap durante el turno**

Fuente: Elaborado por autor

Después de realizar el monitoreo durante una semana, se concluyó que las estaciones que más producen scrap en la máquina H1-KOMAX son las estaciones 17 y 24, encargadas del crimpado

de la terminal en el extremo 1 y 2 respectivamente. En la estación 17, se descubrió que se produce scrap por tres razones:

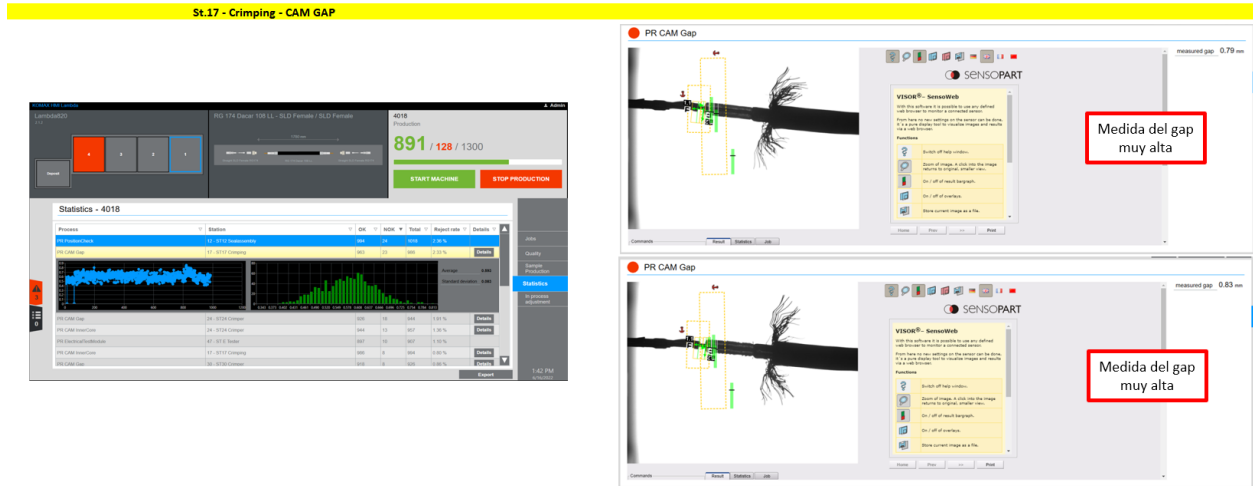
1. El cable es doblado en la estación de inserción de ferrule debido a una mala alineación del gripper que coloca el ferrule al cable, por lo que cuando llega a la estación 17, el sistema de visión detecta que no hay cable y marca la pieza como scrap (véase Ilustración 44).
2. El hilo de cobre es demasiado largo por lo que los detectores del sistema de visión no son capaces de colocarse correctamente en la pieza y detectan que la medida del hilo es de 0 mm (véase Ilustración 44). El hilo largo se produce porque la estación que corta la malla hace un corte muy profundo y cuando la estación encargada de cortar el dieléctrico lo retira, esta arranca más dieléctrico de lo indicado debido al corte profundo por la malla, entonces al ser el dieléctrico más corto, la longitud del hilo aumenta.



**Ilustración 44 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 17 por problemas en la longitud del hilo de cobre**

Fuente: Elaborado por autor

3. La medida del gap entre el dieléctrico y la terminal crimpada es más alta de lo máximo permisible (véase Ilustración 45). Esto se debe a que el cable no entra a la prensa a la distancia correcta lo que puede ser causado por carritos transportadores en mal estado.

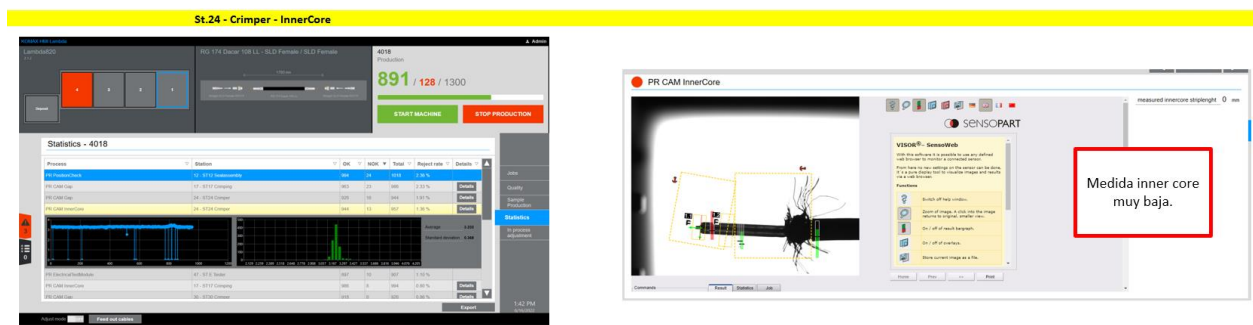


**Ilustración 45 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 17 por problemas en el crimpado de terminal**

Fuente: Elaborado por autor

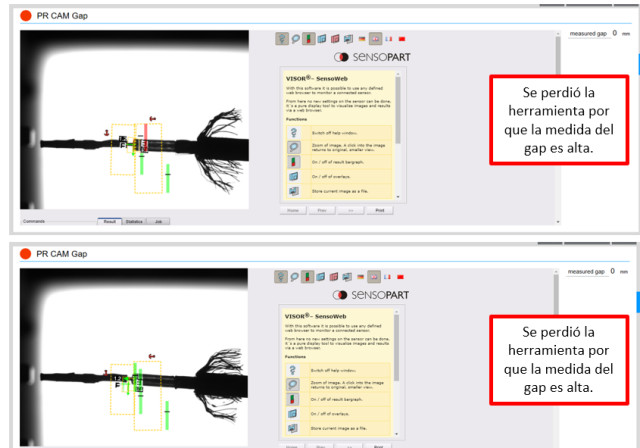
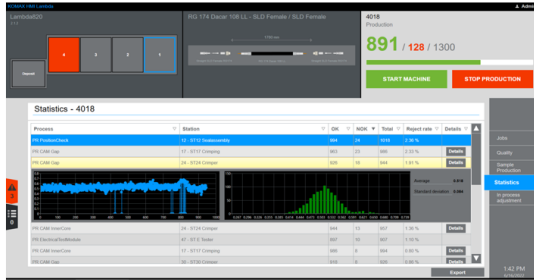
En la estación 24, se determinó que se produce scrap por dos razones:

1. Estaciones anteriores no retiraron el foil y dieléctrico porque el cable ingresó a la desferradora mal alineado, entonces los detectores de la estación 24 indican que la medida del hilo es más baja de lo nominal (véase Ilustración 46).
2. La medida del gap entre el dieléctrico y la terminal es más alta de lo permisible, y los detectores no se colocan en la posición correcta y detectan que el gap mide 0 mm (véase Ilustración 47), esto último se debe a que el cable no entra lo suficiente a la prensa por un carrito transportador en mal estado.



**Ilustración 46 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 24 por problemas en la longitud del hilo de cobre**

Fuente: Elaborado por autor

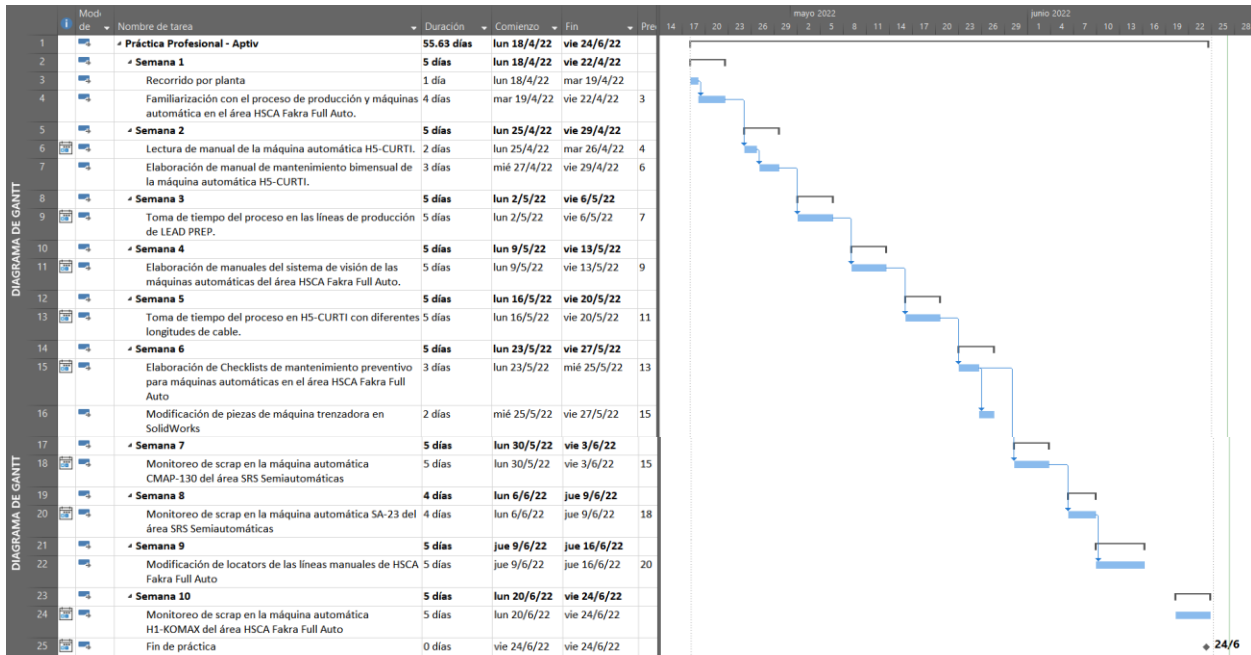


**Ilustración 47 - Evidencia fotográfica de scrap producido en la estación 24 por problemas en el crimpado de terminal**

Fuente: Elaborado por autor

## 4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades realizadas a lo largo de diez semanas de duración de la práctica profesional.



**Ilustración 48 - Cronograma de actividades**

Fuente: Elaborado por autor

## V. CONCLUSIONES

1. Se optimizó la eficiencia de las máquinas automáticas y líneas de producción manuales del área de FAKRA y SRS mediante la elaboración de manuales de mantenimiento preventivo y de sistema de visión, establecimiento de nuevas metas de producción, definición de acciones para reducir la producción de scrap y realización de mejoras en el diseño de piezas mecánicas.
2. Se elaboró manuales de mantenimiento preventivo y correctivo para optimizar la eficiencia de la máquina automática H5-CURTI y se redactaron dos manuales de sistema de visión de las máquinas automáticas con el fin capacitar auditores y personal técnico.
3. Se estableció nuevas metas de producción para automáticas del área de HSCA Fakra Full Auto. Se establecieron las nuevas metas de producción en donde las longitudes menores a 5000 mm mantuvieron su meta de 655 piezas por hora, mientras que la meta para el cable de longitud 5564 mm se redujo a 590 piezas y el cable de longitud de 7639 mm se redujo a 480 piezas por hora.
4. Se identificaron los factores que más contribuyen en la producción de scrap en las máquinas automáticas CMAP-130 y SA-23 del área SRS y de la H1-KOMAX del área FAKRA, siendo las estaciones de procesos críticos como crimpado de terminal, soldadura y carritos transportadores en mal estado, los que producen más scrap. Posteriormente, se definieron acciones para reducirlo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **6.1 EMPRESA**

1. Respetar las fechas establecidas de los mantenimientos preventivos de las líneas automáticas para que las máquinas estén en óptimas condiciones y reducir los tiempos muertos causados por mantenimiento correctivo.
2. Capacitar al personal técnico para que puedan realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de manera más eficiente y rápida, así como instruirlos en el manejo del sistema de visión y parámetros configurados para mejorar su capacidad de resolución de problemas.

### **6.2 UNIVERSIDAD**

1. Organizar más a menudo visitas a fábricas y maquilas de diferentes sectores industriales para que los estudiantes vayan conociendo un poco de su futuro entorno de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AG, C. (2022). DW-AD-711-04 | Contrinex . *Contrinex*. <https://www.contrinex.com/product/dw-ad-711-04/>
- Altamirano, E. (2021). *Práctica Profesional: APTIV Services Honduras*. Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC).
- Aptiv. (2022). *Aptiv | Dale forma al futuro de la movilidad*. Aptiv. <https://www.apativ.com/es/acerca>
- Aptiv Services Honduras. (2022a). *Diagrama Tortuga Proceso General de EF5*.
- Aptiv Services Honduras. (2022b). *HN Plant ME Team Report Jan 2022*.
- Arpe, M., & Ensley, C. (2022). *The future of Automotive Data Connectivity*. Aptiv. [https://www.apativ.com/docs/default-source/white-papers/2021\\_apativ\\_whitepaper\\_futureofautomotivedataconnectivity.pdf?Status=Master&sfvrsn=343df53d\\_12](https://www.apativ.com/docs/default-source/white-papers/2021_apativ_whitepaper_futureofautomotivedataconnectivity.pdf?Status=Master&sfvrsn=343df53d_12)
- Banco Central de Honduras. (2020). *Industria de Bienes para Transformación y Actividades Conexas 2020*.
- Basurto Alvarez, R. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economía UNAM*, 10(30), 75-92. [https://doi.org/10.1016/S1665-952X\(13\)72204-7](https://doi.org/10.1016/S1665-952X(13)72204-7)
- Cardona, J. (2019, agosto 3). FAKRA connectors and its uses: The automotive industry - Readytogo. *ReadyToGoCables*. <https://readytogocables.com/fakra-connectors-and-its-uses-the-automotive-industry/>

- Carlier, M. (2021). *Topic: Automotive industry worldwide*. Statista.  
<https://www.statista.com/topics/1487/automotive-industry/>
- Carlier, M. (2022). *Global automotive manufacturing market size 2022*. Statista.  
<https://www.statista.com/statistics/574151/global-automotive-industry-revenue/>
- Crisp, J. (2002). 7—Not all cables are the same. En J. Crisp (Ed.), *Introduction to Copper Cabling* (pp. 64-76). Newnes. <https://doi.org/10.1016/B978-075065555-2/50007-9>
- Curti S.p.A. (2021). *Automatic coaxial cable connector assembly machine: Use and maintenance manual*. Curti S.p.A.
- Kaufman, D. R. (2010). Chapter 20—Industrial Wireless Technology and Planning. En W. Boyes (Ed.), *Instrumentation Reference Book (Fourth Edition)* (pp. 253-265). Butterworth-Heinemann.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8308-1.00020-6>
- Knoema. (2022). *Global Automotive Industry Overview 2021*. Knoema.  
<https://knoema.es/infographics/gdwntfe/global-automotive-industry-overview-data-and-analysis>
- Komax. (2022). *Lambda 8 Series*. <https://www.komaxgroup.com/es-MX/Solutions/Platforms/Top-Line/Lambda-8/>
- Mouser Electronics. (2020). *FAKRA Automotive Connector System—TE | Mouser*.  
<https://www.mouser.es/new/te-connectivity/te-fakra-auto-connector-system/>
- Ogudo, K. A., Mthethwa, M. H., & Nestor, D. M. J. (2019). Comparative Analysis of Fibre Optic and Copper Cables for High-Speed Communication: South African Context. *2019 International*



*Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICABCD.2019.8851021>

Potluri, P., & Nawaz, S. (2011). 14—Developments in braided fabrics. En R. H. Gong (Ed.), *Specialist Yarn and Fabric Structures* (pp. 333-353). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857093936.333>

Rosenberger. (2022). *FAKRA*. <https://www.rosenberger.com/product/fakra/>

RS Components Ltd. (2022). *Everything You Need To Know About Coaxial Cable | RS Components*. <https://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideas-and-advice/coaxial-cable-guide>

Scott, A. W., & Frobenius, R. (2008). Coaxial Cables and Connectors. En *RF Measurements for Cellular Phones and Wireless Data Systems* (pp. 199-202). IEEE. <https://doi.org/10.1002/9780470378014.ch12>

Subramanian, S., Centre for Emerging Technologies, Jain University, Bangalore – 560069, Karnataka, India, Upadhyaya, A. M., Department of Mechanical Engineering, Department of Electronics and Communication Engineering, The Oxford College of Engineering, Bangalore – 560068, Karnataka, India, Sharan, P., & Department of Mechanical Engineering, Department of Electronics and Communication Engineering, The Oxford College of Engineering, Bangalore – 560068, Karnataka, India. (2017). Structure Design of Photonic Crystal Based MOEMS Accelerometer Sensor for Supplemental Restraint System in Automobile Passenger Safety. *Indian Journal of Science and Technology*, 10(29), 1-6. <https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i29/117327>

Tchamdjeu, M., Jen, T.-C., & Laseinde, O. T. (2019). An Overview of Design Considerations for 3-wheel Vehicle Safety Improvement, considering Supplementary Restraint Systems industrial revolution. *2019 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Toronto, Canada*, 15.

The Central American Group. (2022). Automotive Industry Central America. *The Central American Group*.

Zhan, Q., Zhang, R., Baker, J., Hansen, H., & Liu, Q. H. (2017). Mapping the foam-induced dielectric anisotropy for high-speed cables. *2017 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems Symposium (EDAPS)*, 1-3. <https://doi.org/10.1109/EDAPS.2017.8277039>

## ANEXOS

### Anexo 1 - Checklist 1 de mantenimiento preventivo de la máquina automática H5-CURTI

#### CHECKLIST PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CURTI

#### MENSUAL / DURACION 24H

Nombre del Técnico (Turno A):		Fecha:	
Nombre del Técnico (Turno B):		Hora Inicio:	
No. Máquina:		Hora Final:	
		Ubicación:	

#### Verificación de dispositivos de Seguridad, Sistema Eléctrico y Neumático

Verificar el funcionamiento de todos los pulsadores de parada de emergencia.	
Revisar que el estado de las guardas no presente daños o estén flojas.	
Revisar que los interruptores de seguridad de las guardas estén en buen estado y funcionando correctamente.	
Revisar botoneras y cableados de los dispositivos y transformadores.	
Revise el ruteo del cableado eléctrico.	
Revise conexiones y ruteos en el panel de control.	
Revise que el cableado de conexión de los servomotores no esté expuestos a rozas por movimientos mecánicos.	
Revise que la iluminación interna de la máquina y revise el correcto funcionamiento.	
Revise que el estado general de fitting y mangueras estén en buen estado libres de fugas.	
Revise todo el circuito neumático en busca de rozas en partes con movimientos.	
Revisar la iluminación interna de la máquina. Reemplazar las luces si es necesario.	
Revisar el estado de las luces LED. Reemplazar si es necesario.	
Revisión del filtro de condensación del panel neumático. Reemplazar si es necesario.	

#### Limpieza General

Limpiar el panel. Usar detergentes o limpiadores especializados para esta tarea.	
Limpiar los filtros de aceite de los ventiladores situados en los armarios de mando. Reemplazar si es necesario.	
Limpieza del bin.	
Limpieza de conducto de aire acondicionado.	
Limpieza general de la máquina para retirar residuos de cables, SMB, ferrule, etc.	

#### Estaciones de inserción de Ferrule y SMB (Estaciones 6, 19, 29 y 40)

Revisar los grippers en busca de signos de desgaste. En caso necesario cambiar los grippers.	
Limpiar el carril de guiado del bowl alimentador de ferrule y SMB.	
Limpiar el bowl alimentador de ferrule y SMB.	
Limpiar los grippers con un pincel.	
Revisar correcta la alineación de los grippers. Alinear de ser necesario.	
Asegurar el correcto funcionamiento de los sensores. Realice la respectiva limpieza.	
Resoque tornillería y verifique que este completa.	
Revise el ruteo correcto de los cables y mangueras.	
Revise estado de las balineras, si es necesario engrase las balineras.	
Revisar el estado de topes. Si es necesario resoque o reemplace.	
Revise estado de los pistones en busca de deficiencia reemplace si es necesario.	
Revisión de tensión y desgaste de bandas. Ajustar tensión si lo requiere. Reemplazar si es necesario.	

### Estación de posicionamiento de Ferrule (Estaciones 22 y 41)

Revisar los grippers en busca de signos de desgaste. En caso necesario cambiar los grippers.	
Limpiar los grippers con un pincel.	
Revisar correcta la alineación de los grippers. Alinear de ser necesario.	
Resoque tornillería y verifique que este completa.	
Revise el ruteo correcto de los cables y mangueras.	
Revise estado de las balineras, si es necesario engrase las balineras.	
Revisar el estado de topes. Si es necesario resoque o reemplace.	
Revise estado de los pistones en busca de deficiencia reemplace si es necesario.	
Vaciar el recipiente de scrap.	
Revisión de tensión y desgaste de bandas. Ajustar tensión si lo requiere. Reemplazar si es necesario.	

### Estación de Cepillos (Estaciones 8 y 31)

Revisar estado de los cepillos. Reemplazar ambos si presentan desgastes.	
Revisión del estado de las bandas de los cepillos. Reemplazar si es necesario. Ajustar tensión si se requiere.	
Revisar que la guarda esté colocada correctamente.	
Revise motores, que estén libre de ruidos y su cable ruteado correctamente.	
Lubricar las balineras de la estación.	

### Cámaras

Limpiar el lente de las cámaras con un trapo suave que no deje pelusas.	
Revisar que las cámaras estén trabajando correctamente.	

### Estampadora

Revisar estado de la plancha de la estampadora.	
Reemplazar si la goma está desgastada.	
Lijar si hay restos de cable derretido presentes.	

### Comentarios

---

---

---

### Repuestos pendientes

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Firma técnico (Turno A)

\_\_\_\_\_  
Firma Supervisor (Turno A)

\_\_\_\_\_  
Firma técnico (Turno B)

\_\_\_\_\_  
Firma Supervisor (Turno B)

Fuente: Elaborado por autor

## Anexo 2 - Checklist 2 de mantenimiento preventivo de la máquina automática H5-CURTI

### CHECKLIST PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CURTI

MENSUAL / DURACION 24H

Nombre del Técnico (Turno A):		Fecha:	
Nombre del Técnico (Turno B):		Hora Inicio:	
No. Máquina:		Hora Final:	
		Ubicación:	

#### Verificación de dispositivos de Seguridad, Sistema Eléctrico y Neumático

Verificar el funcionamiento de todos los pulsadores de parada de emergencia.	
Revisar que el estado de las guardas no presente daños o estén flojas.	
Revisar que los interruptores de seguridad de las guardas estén en buen estado y funcionando correctamente.	
Revisar botoneras y cableados de los dispositivos y transformadores.	
Revise el ruteo del cableado eléctrico.	
Revise conexiones y ruteos en el panel de control.	
Revise que el cableado de conexión de los servomotores no esté expuestos a rozas por movimientos mecánicos.	
Revise que la iluminación interna de la máquina y revise el correcto funcionamiento.	
Revise que el estado general de fitting y mangueras estén en buen estado libres de fugas.	
Revise todo el circuito neumático en busca de rozas en partes con movimientos.	
Revisar la iluminación interna de la máquina. Reemplazar las luces si es necesario.	
Revisar el estado de las luces LED. Reemplazar si es necesario.	
Revisión del filtro de condensación del panel neumático. Reemplazar si es necesario.	

#### Limpieza General

Limpiar el panel. Usar detergentes o limpiadores especializados para esta tarea.	
Limpiar los filtros de aceite de los ventiladores situados en los armarios de mando. Reemplazar si es necesario.	
Limpieza del bin.	
Limpieza de conducto de aire acondicionado.	
Limpieza general de la máquina para retirar residuos de cables, SMB, ferrule, etc.	

#### Estaciones de Máquina Rotativas (Estaciones 7, 11, 30 y 34)

Revisar las cuchillas en busca de signos de desgaste. Cambiar si es necesario.	
Limpiar las cuchillas con un paño suave que no deje pelusa.	
Revise el estado de las bandas, buscar desgaste o fisuras, reemplazar de ser necesario.	
Revise motores, que estén libre de ruidos y su cable ruteado correctamente.	
Revise estado en engranajes, verificar desgaste e integridad física del mismo.	
Revise estado de balineras, retire grasa vieja y aplique grasa nueva.	
Revise el montaje que este bien sujeta a la base de la maquina y no tenga los prisioneros flojos.	

#### Estaciones de Crimpado de Terminal y Ferrule (Estaciones 15, 24, 38 y 43)

Revise que la tornillería no esté floja o incompleta.	
Revisar el estado de las bandas de transmisión. Reemplazar si es necesario. Ajustar tensión si lo requiere.	
Revisar lubricación de las balineras de las prensas de crimpado. De ser necesario, retire grasa vieja y aplique nueva.	

Revise que el monitor de fuerza este activo y funcionando correctamente.	
Lubricar las balineras de la estación que alimenta terminales.	
Lubricar el eje de los motores superior e inferior de las prensas.	
Revise correcto funcionamiento de enrollador de papel.	
Revisar el estado de topes. Si es necesario resoque o reemplace.	

#### **Prueba Eléctrica (Estación 46)**

Revise estado de los cables de prueba en busca de desgaste.	
Revise pines de prueba en busca de desgaste. Reemplazar si es necesario.	
Revise cono centrador no este flojo. Resoque de ser necesario.	
Revise estado de balineras estén funcionales y sin alta resistencia de carrera.	
Retire la grasa vieja y aplique nueva.	
Realice pruebas de corto circuito con hilo faltante o abierto para asegurar la correcta detección.	
Aprete plogas de conexión de comunicación.	
Revisar el estado de topes. Si es necesario resoque o reemplace.	

#### **Estación de Alimentador de Cable (Estación 2)**

Revisé estado de las bandas, reemplacé si es necesario.	
Revise estado de engranajes, verificar desgaste e integridad física del mismo.	
Revise que la tensión sea adecuada, y así evitar deslizamientos entre anda y engranes.	
Revise boquilla de alimentación limpie con un paño.	
Revisar el estado de las cuchillas de corte de cable. Reemplazar si hay desgaste en al menos 1 cuchilla.	
Lubricar las balineras.	

#### **Estaciones de Corte Cero (Estación 13 y 36)**

Revisar las cuchillas en busca de signos de desgaste. Cambiar si es necesario.	
Limpiar las cuchillas con un paño suave que no deje pelusa.	
Revise el estado de las bandas, buscar desgaste o fisuras, reemplazar de ser necesario.	
Revise estado de balineras, retire grasa vieja y aplique grasa nueva.	

#### **Estaciones de apertura y doblado de malla (Estación 9, 10, 32 y 33)**

Revise el estado de las bandas, buscar desgaste o fisuras, reemplazar de ser necesario.	
Revise estado de balineras, retire grasa vieja y aplique grasa nueva.	

#### **Sistema de transporte de pallets y conveyor**

Revisión del nivel de aceite de unidad de lubricación del tornillo sin fin. Rellenar con aceite el depósito si es necesario.	
Engrasar los tornillos de los ejes de los tornillos sin fin.	
Revisión de tensión y desgaste de la banda de transmisión de los elevadores. (Estación 1 - 50). Reemplazar bandas dentadas si es necesario.	
Revise estado de balineras, retire grasa vieja y aplique grasa nueva.	
Revisión de las almohadillas de hule de los grippers del conveyor. Reemplazar si están desgastadas.	
Ajustar los tornillos de los carritos o pallets. Reemplazar si es necesario.	
Revisión del estado de las bandas. Reemplazar si hay desgaste. Tensionar si se requiere.	

**Comentarios**

---

---

---

**Repuestos pendientes**

---

---

---

---

Firma técnico (Turno A)

---

Firma Supervisor (Turno A)

---

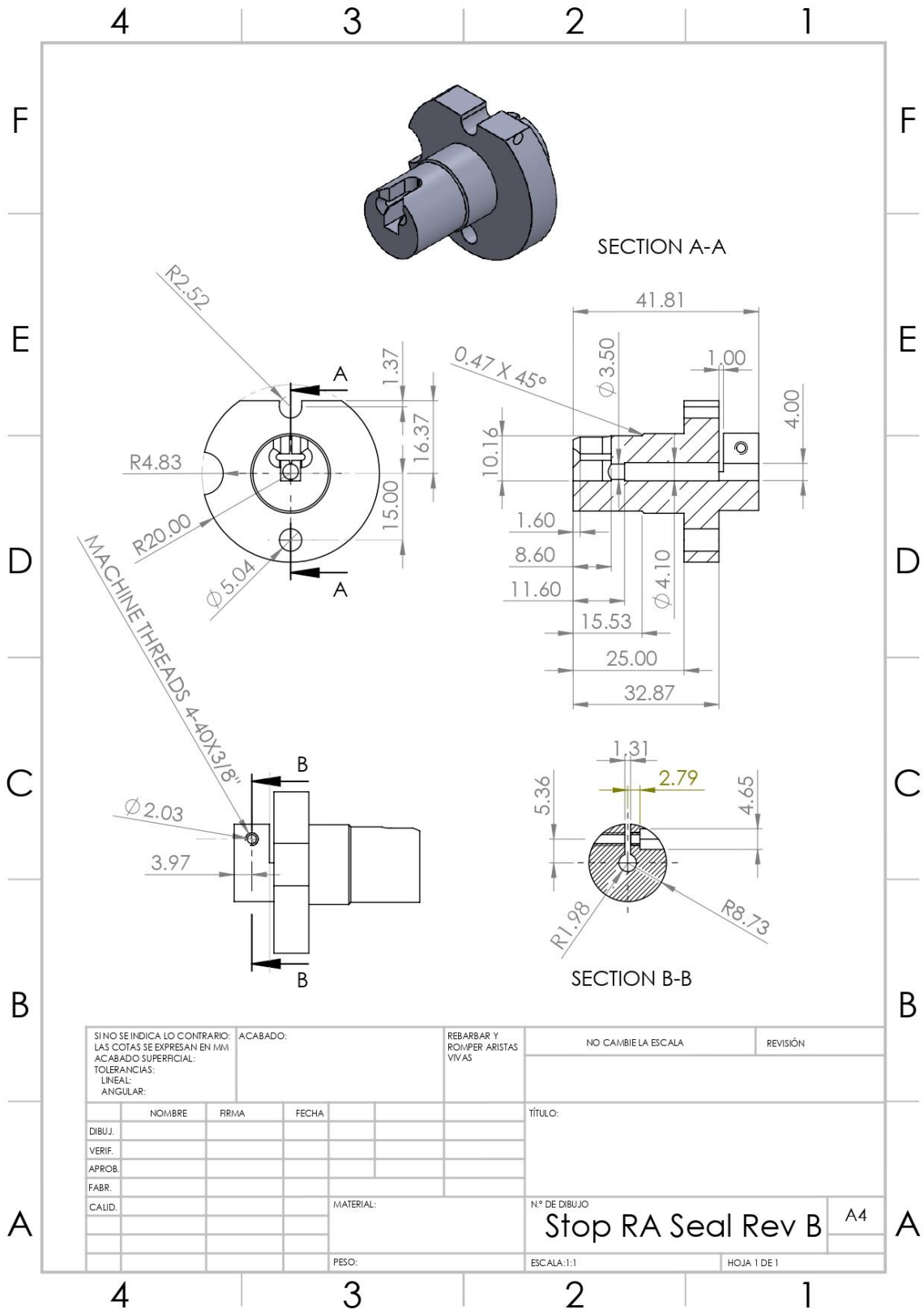
Firma técnico (Turno B)

---

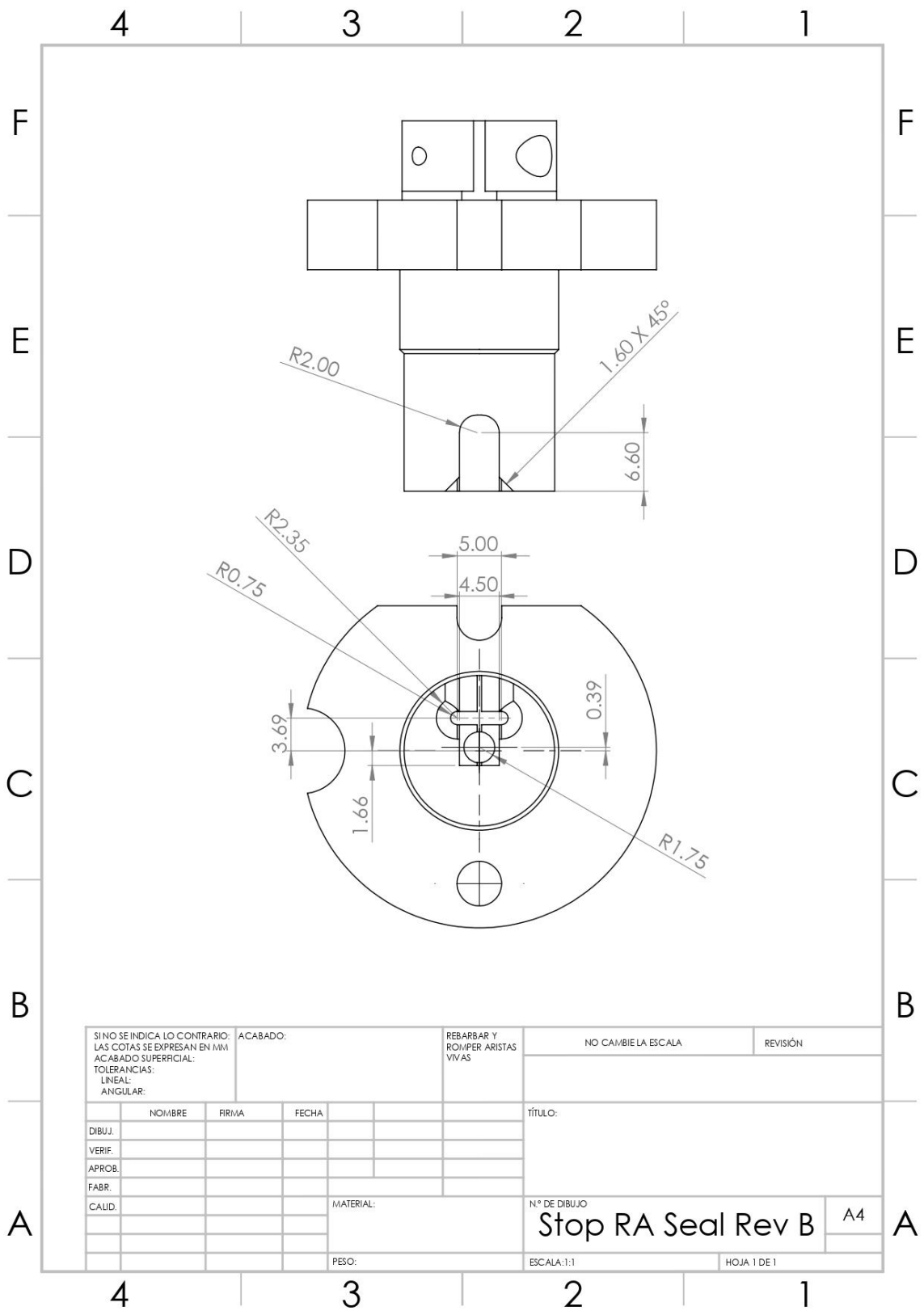
Firma Supervisor (Turno B)

Fuente: Elaborado por autor

### Anexo 3 - Planos de locador modificado







SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.		FRMA		FECHA		TÍTULO:			
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
				MATERIAL:		N° DE DIBUJO		A4	
				PESO:		Stop RA Seal Rev B			
						ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	

Fuente: Elaborado por autor