



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“AUTOMATIZACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS EN EL
BALANCE DE LÍNEA DE SOLDADURA PARA LA PRODUCCIÓN
DEL AUTOMOVIL GREAT WALL M4, EN LA EMPRESA
CIAUTO AMBATO” .**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: ESTEBAN EDUARDO COUSEN TORRES

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA MSc.

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Esteban Eduardo Cousen Torres

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ESTEBAN EDUARDO COUSEN TORRES, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 2 de junio de 2021



Esteban Eduardo Cousen Torres
CI. 1804439907

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, “**AUTOMATIZACIÓN PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS EN EL BALANCE DE LÍNEA DE SOLDADURA PARA LA PRODUCCIÓN DEL AUTOMOVIL GREAT WALL M4, EN LA EMPRESA CIAUTO AMBATO**” ., realizado por el señor **ESTEBAN EDUARDO COUSEN TORRES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Julio Cesar Moyano Alulema MSc. PRESIDENTE DE TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: JULIO CESAR MOYANO ALULEMA	2021/06/2
Ing. Jaime Iván Acosta Valarde MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 Firmado electrónicamente por: JAIME IVAN ACOSTA	2021/06/2
Ing. Eduardo Francisco García Cabezas MSc. MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: EDUARDO FRANCISCO GARCIA CABEZAS	2021/06/2

DEDICATORIA

Este trabajo de Titulación va dedicado a Dios por darme la vida, sabiduría y todas las cosas que actualmente tengo y soy, a mis padres, amigos y familiares por darme el apoyo y ser una fuente de inspiración, a la carrera de Ingeniería industrial, ya que me dio la oportunidad de desarrollarme intelectualmente, a mis tutores de este proyecto de titulación finalmente a mis profesores quienes han sido pilar fundamental en mi periodo académico.

Eduardo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todo lo que me ha dado en esta vida, a mis padres Pablo Cousen y Patricia Torres, quienes me han respaldado y han estado conmigo durante toda mi vida estudiantil, gracias a su apoyo he llegado a culminar una de mis principales metas que me he planteado, a María José Arcos por formar parte de mi vida y estar incondicionalmente para mí, a Iván Torres quien ha sido un segundo padre para mí y apoyarme durante mi ciclo académico, a Karina Enríquez y Wladimir Ortega quienes me han acompañado y apoyado en esta última etapa estudiantil, a mis primos Paul y Santiago Santana ya que son ejemplos en mi vida a mis hermanas Daniela y Andrea Cousen por ser una motivación a seguir adelante, a una de las personas más importantes en mi vida mi abuela Ida Rosero, finalmente a mis tutores el Ing. Eduardo García y el Ing. Iván Acosta sin sus conocimientos no fuese posible este trabajo de titulación.

Eduardo

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	vx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Planteamiento y análisis del problema	3
1.3.	Justificación	4
1.4.	Objetivos	5
1.4.1.	<i>Objetivo General</i>	5
1.4.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1.	Control de la producción	6
2.2.	Registro de tiempos	6
2.3.	Gráficas de control	8
2.3.1.	<i>Clasificación de las Cartas de control</i>	9
2.3.2.	<i>Cartas de Variables para tendencia central</i>	10
2.4.	El balance de línea	11
2.4.1.	<i>Tipos de balanceo de línea</i>	11
2.4.1.1.	<i>Balance de línea escalonado</i>	12
2.4.2.	<i>Seis Sigma</i>	12
2.4.3.	<i>Controlar el proceso</i>	13
2.5.	Takt time.....	13
2.6.	Tiempos suplementarios.....	14
2.7.	La productividad	16

2.8.	Sistema ANDON.....	16
2.8.1.	<i>Sistema de control de defectos ANDON</i>	17
2.9.	La automatización	18
2.10.	PLC LOGO	19
2.10.1.	<i>Lenguaje KOP</i>	20
2.10.2.	<i>Funciones</i>	21
2.10.3.	<i>Logo web</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1.	Descripción general del proceso	24
3.2.	Situación Actual.....	24
3.3.	Modelos producidos por la planta	26
3.4.	Análisis del automóvil Haval M4.....	27
3.4.1.	<i>Factibilidad de automatización para recolección de tiempos de Haval M4</i>	28
3.5.	Proceso de soldadura para el automóvil Haval M4	28
3.5.1.	<i>Línea de soldadura de punto</i>	29
3.5.2.	<i>Línea de ajuste y acabado metálico</i>	29
3.6.	Diagrama de proceso General M4.....	30
3.7.	Herramientas y criterios para el estudio de tiempos.....	30
3.8.	Análisis de las estaciones en la línea de soldadura para el automóvil M4	31
3.9.	Análisis de Instructivos de trabajo.....	33
3.10.	Estudio Control de tiempos para el balance de La Planta de soldadura	33
3.11.	Muestra para la recolección de datos para la fabricación de Haval M4	34
3.12.	Tiempos Suplementarios	34
3.13.	Registro de tiempos de la línea de soldadura del automóvil Haval M4	35
3.13.1.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-1</i>	35
3.13.2.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-2</i>	36
3.13.3.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-3</i>	38
3.13.4.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación SR2</i>	39
3.13.5.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación SMIG-1</i>	40
3.13.6.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación ADJ-0</i>	41
3.13.7.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación ADJ-2</i>	42
3.13.8.	<i>Registro de tiempos para Haval M4 estación MF -1</i>	43
3.14.	Estado del estudio de tiempos para el automóvil M4	44

3.15.	Estudio de tiempos tomando en cuenta tiempos suplementarios	45
3.16.	Generación de Gráficas de control	46
3.16.1.	<i>Gráfica de control</i>	47
3.17.	Análisis de las Línea de producción del automóvil Haval M4	49
3.17.1.	<i>Estudio de la línea de soldadura de punto</i>	49
3.17.2.	<i>Estudio de la línea de ajuste y acabado metálico</i>	50
3.18.	Implementación de la automatización	51
3.18.1.	<i>Requerimientos del sistema</i>	52
3.18.2.	<i>Funcionalidad</i>	52
3.18.3.	<i>Apariencia</i>	53
3.18.4.	<i>Facilidad de comprensión</i>	54
3.18.4.	<i>Mantenimiento</i>	54
3.19.	Desarrollo de la Programación en PLC LOGO	55
3.20.	Leguaje FUP usado para el sistema la programación	57
3.21.	VARIABLES principales	58
3.21.1.	<i>Entradas del sistema</i>	60
3.21.2.	<i>Salidas del sistema</i>	60
3.22.	Inicio del sistema	60
3.23.	Programación para SM4-1	61
3.31.	Exportación a KOP	62
3.32.	CONEXIONES PARA PLC LOGO	62
3.33.	ESQUEMA ELÉCTRICO PARA EL PLC LOGO EN CADE SIMU	63
3.34.	PROGRAMACIÓN EN LWE	64
3.35.	SISTEMA ANDON	65
3.36.	ESTUDIO DEL LAYOUT PARA LA INSTALACIÓN	66
3.37.	MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA INSTALACIÓN	67
3.38.	ANÁLISIS DE MATERIALES	68
3.39.	EXTRACCIÓN DE DATOS	69
3.30.	DESARROLLO DE DATOS	70
3.31.	COMPROBACIÓN DEL SISTEMA	70
3.32.	CÁLCULO DE COSTOS	72
3.32.1.	<i>Costos Directos</i>	72
3.32.2.	<i>Costos Indirectos</i>	73
3.32.3.	<i>Costo Total</i>	73

CAPÍTULO IV

4.	INFORME FINAL.....	74
4.1.	RESULTADOS	74
4.1.2.	<i>INDICADORES</i>	76
4.1.2.1.	<i>Indicadores de la Automatización</i>	76
4.1.2.2.	<i>Indicadores de productividad</i>	77
4.1.2.3.	<i>Indicadores de calidad</i>.....	77
4.1.3.	<i>Hoja de operaciones</i>	78
	CONCLUSIONES.....	88
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Estándares y diseño del trabajo.....	14
Tabla 2-2:	Tabla de suplementos	15
Tabla 3-2:	Tabla de Funciones Básicas PLC LOGO.....	22
Tabla 1-3:	Tabla de selección de ciclos recomendados.....	33
Tabla 2-3:	Resumen de la estación SM4-1.....	34
Tabla 3-3:	Resumen de la estación SM4-2.....	36
Tabla 4-3:	Resumen de la estación SM4-3.....	37
Tabla 5-3:	Resumen de la estación SR2.....	39
Tabla 6-3:	Resumen de la estación SMIG-1.....	40
Tabla 7-3:	Resumen de la estación ADJ-0.....	41
Tabla 8-3:	Resumen de la estación ADJ-2.....	42
Tabla 4-2:	Resumen de la estación MF-1.....	43
Tabla 9-3:	Toma de tiempos de estaciones de soldadura Haval M4.....	44
Tabla 10-3:	Toma de tiempos de estaciones, incrementado tiempo suplemento.....	45
Tabla 11-3:	Parámetros para carta de control X barra-R.....	45
Tabla 12-3:	Datos para la gráfica de la carta de control X barra-R.....	46
Tabla 13-3:	Tiempo de operación de estación por persona.....	47
Tabla 14-3:	Carta de control de Haval M4 MINITAB Continua.....	47
Tabla 15-3:	Resumen línea de tiempos de soldadura de punto.....	49
Tabla 16-3:	Tiempo disponible de producción de soldadura de punto.....	49
Tabla 17-3:	Relación entre unidades y operadores de soldadura de punto.....	49
Tabla 18-3:	Resumen línea de tiempos de Ajuste y acabado metálico.....	50
Tabla 19-3:	Tiempos disponibles de producción línea de ajuste y acabado metálico	50
Tabla 20-3:	Relación entre unidades y operadores de la línea de ajuste y acabado metálico	51
Tabla 21-3:	Variables del sistema.....	59
Tabla 22-3:	Listado Materiales y herramientas.....	68
Tabla 23-3:	Distancia máxima de RJ45.....	71
Tabla 24-3:	Datos obtenidos por PLC LOGO.....	73
Tabla 25-3:	Costos directos	74
Tabla 26-3:	Costos de indirectos.....	75
Tabla 27-3:	Costo total.....	76
Tabla 1-4:	Toma de tiempos por PLC LOGO.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Tiempos de ciclo de trabajo con una semiautomática.....	7
Figura 2-2:	Hoja de trabajo estándar para recolección de tiempos.....	8
Figura 3-2:	Gráfica de Límites de control de producción.....	9
Figura 4-2:	Clasificación de las cartas de control.....	10
Figura 5-2:	Ejemplo Sistema ANDON.....	17
Figura 6-2:	ANDON de un grupo de células.....	18
Figura 7-2:	Secuencia de la automatización.....	19
Figura 8-2:	Secuencia de la automatización.....	20
Figura 9-2:	Ejemplo Programación KOP.....	21
Figura 10-2:	Logo Web Editor.....	23
Figura 1-3:	Planta de soldadura CIAUTO.....	25
Figura 2-3:	Haval M4	26
Figura 3-3:	Wingle 7.....	26
Figura 4-3:	Shineray XL.....	27
Figura 5-3:	Haval M4	27
Figura 6-3:	Diagrama de Proceso de Soldadura.....	30
Figura 7-3:	Diagrama De Estaciones de trabajo.....	31
Figura 8-3:	Instructivos de Trabajo.....	32
Figura 9-3:	Gráfica de control usando seis sigmas.....	48
Figura 10-3:	Requerimientos del sistema.....	52
Figura 11-3:	Función del sistema.....	53
Figura 12-3:	Conexiones internas para pulsadores NA.....	54
Figura 13-3:	Mantenimiento.....	55
Figura 14-3:	Programación en logo Soft.....	56
Figura 15-3:	Selección de Logo 8Fs4.....	57
Figura 16-3:	Direcciones IP del sistema.....	57
Figura 17-3:	Bloques de FUP, en LOGO Soft.....	58
Figura 18-3:	Programación Inicio del sistema.....	61
Figura 19-3:	Programación SM4-1.....	62
Figura 20-3:	Exportación A KOP.....	63
Figura 21-3:	Conexiones Del sistema de recolección de tiempos.....	64
Figura 22-3:	Conexión en CADE SIMU del PLC LOGO.....	65
Figura 23-3:	Control de tiempos en LWE.....	66
Figura 24-3:	Layout Soldadura.....	67

Figura 25-3:	Especificaciones del cable flexible 18.....	71
Figura 26-3:	Descarga de datos de Logo Soft	72
Figura 27-3:	Gráfica de control con seis sigmas con datos de PLC.....	74
Figura 1-4:	Gráfica de control seis sigmas Haval M4.....	77
Figura 2-4:	Comparativa entre sistema manual y automatizado.....	78
Figura 3-4:	Comparativa de resultados Haval M4.....	78
Figura 4-4:	Porcentaje de unidades totales diarias del método tradicional y automatizado...	79
Figura 5-4:	Realizado por: El Autor.....	79
Figura 6-4:	Incremento de unidades método tradicional y automatizado.....	79
Figura 7-4:	Realizado por: El Autor.....	79
Figura 9-4:	Calidad por producción.....	80
Figura 10-4:	Realizado por: El Autor.....	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1-2:	Tiempo base.....	7
ECUACIÓN 2-2:	Límite superior.....	10
ECUACIÓN 3-2:	Límite central.....	10
ECUACIÓN 4-2:	Límite inferior.....	10
ECUACIÓN 5-2:	Gráfica de control.....	11
ECUACIÓN 6-2:	Takt time	14
ECUACIÓN 7-2:	Tiempo suplemento.....	16
ECUACIÓN 8-2:	Tiempo de operación.....	16
ECUACIÓN 9-2:	Productividad.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.	REGISTRO DE TIEMPOS SM4-1
ANEXO B.	REGISTRO DE TIEMPOS SM4-2
ANEXO C.	REGISTRO DE TIEMPOS SM4-3
ANEXO D.	REGISTRO DE TIEMPOS SR-1
ANEXO E.	REGISTRO DE TIEMPOS SMIG-1
ANEXO F.	REGISTRO DE TIEMPOS ADJ-0
ANEXO G.	REGISTRO DE TIEMPOS ADJ-2
ANEXO H.	REGISTRO DE TIEMPOS MF-1
ANEXO I.	TABLA TIEMPOS SUPLEMENTOS
ANEXO J.	TABLA DE CICLOS
ANEXO K.	TABLA LIMITES DE CONTROL
ANEXO L.	SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO
ANEXO M.	PULSADORES DEL SISTEMA

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de un sistema de automatización para el registro de tiempos en el balance de línea de soldadura para la producción del automóvil Great Wall M4, en la empresa CIAUTO Ambato; aplicando gráficas de control de producción en la planta, con el fin de dar mayor fluidez en el proceso productivo y sistemas de alerta ANDON para alertas de retrasos. El estudio parte del balance de línea de producción, realizado con el método tradicional de recolección de datos que maneja la planta, mediante la observación científica estructurada, se realizó un control de tiempos en la línea de producción del automóvil Great Wall M4 para obtener tiempos tipo y gráficas de control. Posteriormente, se diseñó el Sistema ANDON, para detectar retrasos en la producción. El registro de tiempos es accionado mediante pulsos eléctricos controlados por un PLC LOGO en cada una de las estaciones de trabajo, capturando el tiempo de operación para el control de la línea al finalizar la producción diaria, descargando los datos registrados por el sistema y enviando una visualización HMI web a tiempo real para conocer el estado de la producción. Durante el proceso de recolección de tiempos tradicional, se obtuvo un takt time de 0h:33min:28s, un incremento de la productividad en un 12% tomando como base al número de unidades totales producidas diarias, mejorando la calidad en 1.19%, con respecto al método tradicional de toma de tiempos, al añadir un operador a las estaciones SM4-1 y SM4-2. Los beneficios que obtiene la planta con la instalación de este sistema son: desarrollo de balances de línea con rapidez, información del estado actual de la producción y equilibrar las cargas de trabajo mediante la implementación del Sistema ANDON. Además, se recomienda mantener en condiciones óptimas del sistema: voltaje y corriente, debido a que una sobrecarga o cambio en estas variables afectan directamente al controlador deteriorando sus entradas o fallas en la lectura del sistema.

Palabras clave: <SISTEMA ANDON>, <PROCESO>, <RECOLECCIÓN DE DATOS>, <CONTROL DE PRODUCCIÓN>, <DISPOSITIVO PLC LOGO>, <PRODUCCIÓN>, <VISUALIZACIÓN HMI>.

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.26 10:06:31 -05'00'



0125-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

The aim of this work is the implementation of an automation system for time recording in the welding line balance for the production of the Great Wall M4 automobile, in the company CIAUTO Ambato; applying production control charts in the automotive workshop, in order to give greater fluidity in the production process and ANDON systems for delay alerts. The study starts from the balance of the production line, carried out with the traditional method of data collection that manages the automotive workshop, by means of structured scientific observation. Furthermore, a time control was carried out on the production line of the Great Wall M4 automobile to obtain standard times and control graphs. Subsequently, the ANDON system was designed to detect delays in production. The time recording is generated by electrical pulses controlled by a LOGO PLC at each of the workstations, capturing the operating time for line control at the end of daily production, downloading the data recorded by the system and sending a web HMI display in real time to know the status of production. During the traditional time collection process, a takt time of 0h: 33min:28s was obtained, an increase in productivity of 12% based on the number of total units produced per day, improving quality by 1.19%, with respect to the traditional time collection method, by adding an operator to the SM4-1 and SM4-2 stations. The benefits that the automotive workshop obtains with the installation of this system are: fast development of line balances, information on the current status of production and balancing workloads by implementing the ANDON System. In addition, it is recommended to maintain optimal system conditions: voltage and current, because an overload or change in these variables directly affect the controller by deteriorating its inputs or failures in the reading of the system.

Keywords: <ANDON SYSTEM>, <PROCESS>, <DATA COLLECTION>, <PRODUCTION CONTROL>, <PLC LOGO DEVICE>, <PRODUCTION>, <HMI DISPLAY>.

ANGELA
CECIBEL
MORENO
NOVILLO

Firmado digitalmente
por ANGELA CECIBEL
MORENO NOVILLO
Fecha: 2022.01.31
20:55:51 -05'00'

INTRODUCCIÓN

La Empresa CIAUTO Cia. Ltda., inició su actividad como una compañía autopartista, quien culminaba modelos de camioneta Wingle 5 y Haval H5 en el año 2013, de la firma China Great Wall. Al ser la compañía que incorpora el 28% de componentes procedentes de Ecuador impulsa al Desarrollo económico y tecnológico del país. La misma que en los últimos años construye autos desde el CKD (Complete Know Down) es decir completamente desarmados, con modelos como: Haval M4, Wingle 5, Wingle 7 y actualmente con la firma Shineray, convirtiéndose en un gran soporte en la industria automovilística ecuatoriana, manteniendo altos estándares de calidad en su producción (CIAUTO, 2020. p. 15).

Para cumplir la calidad de las firmas chinas, CIAUTO realiza controles de su producción para mantener un proceso continuo y balanceado, el mismo que innova y adapta procesos para lo cual se debe realizar estudios de control de producción periódicamente para conocer, puestos conflictivos, encontrar cuellos de botella, para regular el proceso según el plan de producción e incluso determinar cargas laborales, los mismos que son indicadores de una producción propia en línea de los automotores. Sin ellos la planta tiene un control ineficiente del proceso acumulando inventario temporal en puestos de trabajo, disminuyendo la capacidad de la producción y por ende tener menos unidades producidas. En la línea de soldadura se realizan estudios de tiempos, donde los trabajadores son los encargados de registrar el tiempo de cada unidad, de manera que existen varias inconsistencias durante el proceso de toma de tiempos, paralelamente ingenieros realizan este análisis de cada una de las actividades de la producción basadas en un “Instructivo de Trabajo” el cual se realiza varias semanas después de su toma debido al alcance de este procedimiento, haciendo que los pertinentes cambios no lleguen a tiempo para su aplicación o se conozca el estado de una producción inactual. La planta de Soldadura ha decidido implementar un sistema de automatización para el registro de tiempos en el balance de línea de soldadura para la producción del automóvil GREAT WALL M4, y de esta manera mantener un control diario del proceso, los tiempos estarán registrados de manera óptima por cada estación, determinará retrasos en el Sistema, previene distracción de los operarios, y controlará la producción mediante el sistema ANDON para conocer retrasos en la línea apoyándose de la automatización de un PLC LOGO.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Este trabajo de titulación tiene un enfoque técnico para la implementación de un sistema automatizado de registro de tiempos en la línea de soldadura de CIAUTO, la empresa realiza balances de tiempos para equilibrar la carga de trabajo en la línea de producción y controlar el proceso, sin embargo, los balances se realizan de forma periódica por lo que existe desactualización del takt time en las estaciones de trabajo, causando: cuellos de botella, inconformidad en los trabajadores debido a cargas desequilibradas de las estaciones y por ende disminución de la productividad.

La planta ha desarrollado modificaciones para balancear la línea de producción, implementado instructivos de trabajo, guías de producción y planes de control, pero el sistema de recolección de datos no ha tenido una mejora puntual, haciendo que los estudios de tiempos tarden semanas en desarrollarlos, produciendo incertidumbre en cada estación al aplicar una corrección para balancear la línea debido a que la información no es la representación actual de la planta. La falta de un sistema ANDON hace que la regularidad de cada ciclo de trabajo siga el ritmo del operador, causando el incumplimiento del objetivo de producción de la planta de soldadura.

Los antecedentes históricos del control de producción del automóvil Great Wall M4, muestran que las investigaciones estudios para conocer los requerimientos de la línea de producción, así como estudios externos de la línea productiva fundamentando de manera técnica y metodológica citando referencias claves:

Un estudio realizado por (Moyano, 2016. p. 80) denominado “Optimización de la producción en el área de soldadura de la empresa CIAUTO Ambato mediante el balance de línea, utilizando estandarización de tiempos para el modelo M4”. Donde se realiza la toma de tiempos en el modelo de auto M4 ensamblado en la planta estableciendo tiempos tipos en cada línea, el estudio busca mejorar el proceso optimizando los tiempos entre líneas proponiendo una estandarización de la línea para mejorar en un 25% la productividad de áreas que se encuentran desbalanceadas.

Un segundo estudio realizado por (Mazaquiza Israel, 2019, p. 31), denominado “Control de tiempos CIAUTO, Great Wall Haval M4 2019”, donde se registra el tiempo de operación por estación para establecer gráficas de control, y posteriormente estandarizar el proceso de línea del automóvil estableciendo dos líneas principales, línea de soldadura de punto y línea de ajuste donde la carrocería soldada es el producto final y se encuentra lista para el envío al área de pintura, estos

tiempos son registrados mediante la cronometro mediante la observación visual de las operaciones y estaciones de trabajo .

Un tercer estudio realizado por (Tigre, 2018. p. 62), denominado “Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta”, este estudio menciona criterios básicos de balance de línea, y registro de tiempos donde se basa en la fluctuación del tiempo en las diferentes líneas de ensamble las cuales oscilan en un Takt Time establecido, el estudio muestra que la fábrica mantenía un desequilibrio en áreas de ensamble donde al desarrollar el estudio se pudo determinar que el desequilibrio o desbalance puede mejorarse mediante operaciones para optimizar el recurso humano.

1.2. Planteamiento y análisis del problema

En la empresa CIAUTO dedicada al ensamble de vehículos por combustión interna, en el Área de Soldadura, de la línea de producción del automóvil Haval M4 presenta un control de producción desactualizado, y un ineficiente registro de tiempos de producción causando: cuellos de botella, retrasos en la producción e inestabilidad en las cargas laborales en cada estación de trabajo, producto de un desconocimiento del tiempo de operación en cada estación.

El estudio de tiempos se desarrolla por el personal de producción, usando la observación científica estructurada, la persona recolecta los tiempos de cada estación mediante el uso de cronómetros para la medición del tiempo en cada estación, el tiempo es registrado en hojas de observación para posteriormente transcribirlos en el software EXCEL, y realizar gráficas de control para visualizar el estado de la línea de producción, (Mazaquisa Israel, 2019, pp. 1-22). las mediciones se realizan varias semanas después de su recolección debido al alcance que tiene un estudio de control productivo, y este estudio se limita a las habilidades del personal de producción a cargo del estudio de tiempos obteniendo información desactualizada.

La planta no consta con un sistema automatizado para la recolección de tiempos y balance de línea, por lo que al desarrollar un estudio, el proceso de recolección es uno de los inconvenientes debido al tiempo requerido por cada estación y el estudio no refleja el estado actual del proceso, debido a la información desactualizada y los cambios aplicados para ese estudio no son los correctos, generando tiempo inoperativo lo que se traduce a menos unidades producidas e incumplimientos de objetivos planteados por el área de soldadura y si la producción se modifica en alguna de sus estaciones el estudio realizado anteriormente queda obsoleto, por lo que se requeriría realizar un nuevo estudio de tiempos para conocer el estado actual de cada estación, también se genera incertidumbre del personal de producción al no conocer la situación actual en cada una de las estaciones de trabajo para facilitar la fluidez en el proceso.

Finalmente, la planta no tiene un sistema de alertas de retrasos durante el proceso productivo, para determinar las estaciones que se encuentran dentro y fuera de los parámetros de producción o cuando se produzca una anomalía en el proceso, dar a conocer al personal encargado de la producción las estaciones que se encuentran en retraso y aplicar una acción correctiva y mejorar el proceso, también el desconocimiento del personal de producción con respecto a las unidades diarias producidas y estaciones retrasadas hacen que la producción disminuya su flujo productivo, la ausencia de un sistema ANDON, el cual es un sistema de alertas para la detección de retrasos en la producción hace que el personal no tenga conocimiento exacto si su puesto de trabajo se encuentra dentro de los parámetros de tiempo o cumple el Takt time de su área por lo que los ritmos de trabajo fluctúan.

1.3. Justificación

El presente trabajo investigativo tiene como propósito implementar la automatización para la recolección de tiempos en las estaciones del automóvil Great Wall M4, con el uso de PLC LOGO. Este proyecto se desarrolla para facilitar el registro de tiempos en el área de soldadura, así como mantener un control diario del proceso productivo.

El sistema busca el control de la producción del automóvil Great Wall M 4, reemplazando el método tradicional de recolección de tiempos y proceso de datos por un sistema automatizado el cual registra datos durante el ciclo de producción los tiempos que tardan las unidades en cada estación, de esta manera permita un control con mayor precisión y continuidad del proceso, paralelamente mejorar el sistema de alertas de retrasos y fallas ya que la planta no consta con un sistema de alertas integral, de esta forma instalar un sistema ANDON para controlar los retrasos en el proceso, o un paro general de línea durante la producción del automóvil.

El aporte que traerá consigo al realizar este proyecto es mejorar el rendimiento en los procesos productivos, mediante controles automatizados de la producción del automóvil, para evitar tiempos improductivos, y alertar demoras en el proceso mediante el sistema ANDON implementado, determinando estaciones retrasadas a tiempo real para brindar mayores recursos a estas y mejorar el ritmo de la producción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar la automatización para el registro de tiempos en el balance de línea de soldadura para la producción del automóvil GREAT WALL M4, en la empresa CIAUTO AMBATO.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar el balance de línea para el automóvil Great Wall M4, en la planta de soldadura mediante la observación científica estructurada para determinar el tiempo tipo de producción de la planta.
- Elaborar la automatización para el registro de datos usando PLC LOGO y visualización HMI en LOGO WEB, mediante un servidor de internet.
- Implementar el Sistema de registro de tiempos en la planta de soldadura analizando el Layout de las instalaciones.
- Evaluar la implementación del sistema de automatización mediante la comparativa de balances históricos de la línea con el sistema de balance propuesto.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Control de la producción

El control de la producción se enfoca en el estudio por cumplir con la producción requerida por una organización, sin afectar su proceso ni calidad, el control de la producción estudia la planeación de capacidad productiva, pronóstico de la demanda, así como la planeación de la producción, para ello es indispensable conocer bien el proceso respecto al tiempo para establecer fechas límites de entrega, realizar acciones para cumplir la producción, donde se define la capacidad de producción como a las unidades que se producen en relación al tiempo requerido para realizar dichos productos (Paredes, 2001, p. 21).

Para que el control de la producción sea más eficiente se requiere analizar el tiempo requerido en cada estación para que el proceso sea más fluido y satisfacer la demanda de producción dando mayor eficiencia. El objetivo de un control de producción es saber el lugar y tiempo de producción el cual no se concibe sin la medición del tiempo, la cual se determina programa maestro se subdivide en dos en un plan maestro general y detallado siendo el primero un control general de cada puesto de trabajo y un plan maestro detallado para medir cada actividad realizada por una máquina, operador o combinación de hombre máquina (Niebel & Freivalds, 2009, p. 253).

2.2. Registro de tiempos

El tiempo es una variable cuantitativa medida en segundos(s), minutos (min), horas (H), para un proceso diario, se puede identificar varias clases de tiempos dentro de un proceso de producción donde se manipulan herramientas o máquinas:

- Tiempo Manual de Serie (TMS): definido como el tiempo requerido para completar una operación de ciclo, que forma parte del proceso, pero no es tiempo de operación pura.
- Tiempo Manual Paralelo (TMP): definido como el tiempo de operación en una producción semiautomática, con el que se efectúa durante el funcionamiento automático de una maquinaria.
- Tiempo de Espera: tiempo que el operario espera en que termine un ciclo anterior.
- Tiempo máquina en automático (TA): tiempo de operación desde el inicio hasta el fin de una operación, puede ser automático o semi automático.
- Tiempo Base (TB): sumatoria del tiempo de serie y automático definido por:

Ecuación 1-2: Tiempo base

$$TB = TMS + TA$$

- Tiempo de ciclo (TC): es el tiempo que tarda en la fabricación de dos unidades (Neto, 2019, pág. 11).

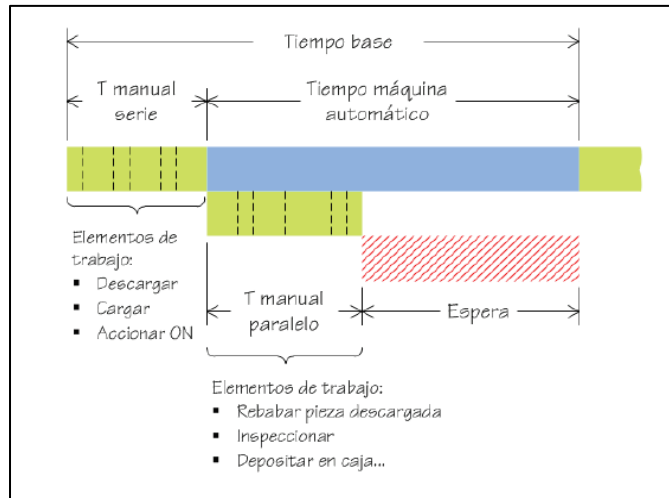


Figura 1-2: Tiempos de ciclo de trabajo con una semiautomática.

Realizado por: (Neto, 2019, p. 52).

Para el registro de tiempos se utilizan herramientas de recolección de datos como hojas de observación científica, realizadas por el observador donde se detallan los objetivos del estudio y obtengan los datos necesarios para facilitar la recolección de datos, donde se observa la hoja de recolección de tiempos por estación, la misma que registra cada uno de los tiempos según las actividades de cada proceso.

INGENIERÍA INDUSTRIAL		HOJA RESUMEN DE ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:		Estudio N°												De			
Operación:		Hoja N°															
		Comienzo:															
		Final:															
Estudio N°:		Instalación:												Tiempo trans.			
Herramientas y calibradores:		Operario:															
		Ficha N°:															
Método actual:		Piezas / Unidad												Observado por:			
Producto:		Número:												Fecha:			
Plano N°:		Material:												Aprobado por:			
Elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Suma	Promedio	TN	Supl	T. Std
Elemento 1	V																
	To																
	Tn																
Elemento 2	V																
	To																
	Tn																
V = Valoración del ritmo / T.o = Tiempo Observado / T.n = Tiempo normal / F = Frecuencia por ciclo / Supl = Suplementos / T.Std = Tiempo Estándar																	

Figura 2-2: Hoja de trabajo estandar para recolección de tiempos.

Realizado por: (Neto, 2019, p. 39).

2.3. Gráficas de control

Las gráficas de control también conocidas como cartas de control, son representaciones gráficas de variables que están limitadas por el rango de la variación del proceso, cuyo objetivo es la observación de la variabilidad de las variables dentro de los límites producidas por causas directas o indirectas al proceso, el estudio de una gráfica de control puede estudiar el tiempo, la calidad estudiando el número de defectos o la estabilidad que tiene un proceso según el comportamiento de las variables estudiadas, para ello una gráfica de control consta de las siguientes partes:

- Límite Central (LC): Establecido por la media (\bar{x}), de la población global, por la desviación estándar de la muestra.
- Límite Superior (LCS): Es el límite máximo de control del proceso.
- Límite Inferior (LCI): Es el límite mínimo de control del proceso.

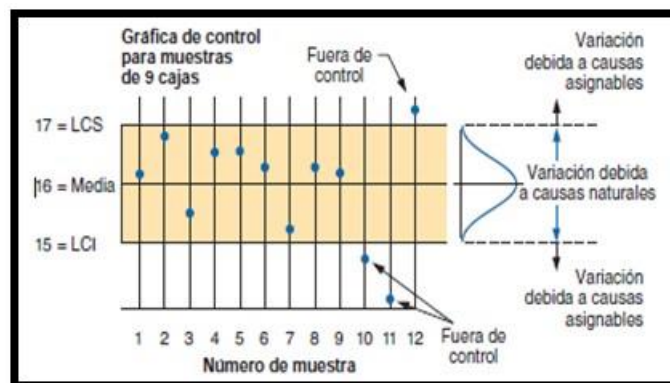


Figura 3-2: Gráfica de Límites de control de producción

Realizado por: (Heizer & Render, 2004).

Existen varios tipos de gráficas de control o cartas de control, pero las principales son las gráficas de control para variables las cuales se pueden subdividir en la gráfica de medias (\bar{x}) y gráfica de rangos (x), y las gráficas de control de atributos quien se subdivide según elementos defectuosos que aparezcan en la producción y defectos encontrados por cada unidad.

La gráfica de medias mide el comportamiento de la variables y su fluctuación en la carta de control esta indica si el sistema se encuentra controlado o descontrolado, gracias a esta gráfica se puede obtener conclusiones muy importantes como conocer el puesto de trabajo que tarda más en el proceso y debido a esto se conoce que la velocidad de una línea de producción está definida por el puesto de trabajo más lento, de esta manera se puede dar soporte al área afectada, las gráficas de control son reajustadas a medida que el proceso mejora ya sea por incremento de tecnologías o experiencia de los operadores o mejoramiento de un proceso, mientras que la gráfica de rangos

muestra la fluctuación de la variabilidad de cada variable es decir esta gráfica ayuda a saber si las operaciones tienen una desviación aceptable o se encuentran descontrolados para su respectiva corrección o reajuste (Heizer & Render, 2004, p. 22).

Las gráficas de control tienen como principal función detectar las fluctuaciones de las variables en el menor tiempo posible, para dar soluciones a la producción, las variables pueden clasificarse en dos grupos: la variación aleatoria, para las pequeñas variaciones que se esperan en la producción, y la variación de causa asignable, esta variación descontrola al proceso, pero son visibles con mayor facilidad para su corrección (Webster, 2000, p. 15).

Para el cálculo de los límites de una carta de control se usan las siguientes formulas:

Ecuación 2-2: Límite superior

$$LCSx = X + 3 \sigma$$

Ecuación 3-2: límite central

$$LCx = X - 3 \sigma$$

Ecuación 4-2: límite inferior

$$LCIx = X - A2R$$

Donde se establece usar 3 sigma para el rango de control, donde oscilan los datos controlados dentro de los límites, y los que salen de los límites como rangos descontrolados.

2.3.1. Clasificación de las Cartas de control

Las cartas de control se clasifican según sus variables o atributos, las cuales deben ser medibles se muestra en la siguiente figura (Miren, 2005, p. 24).

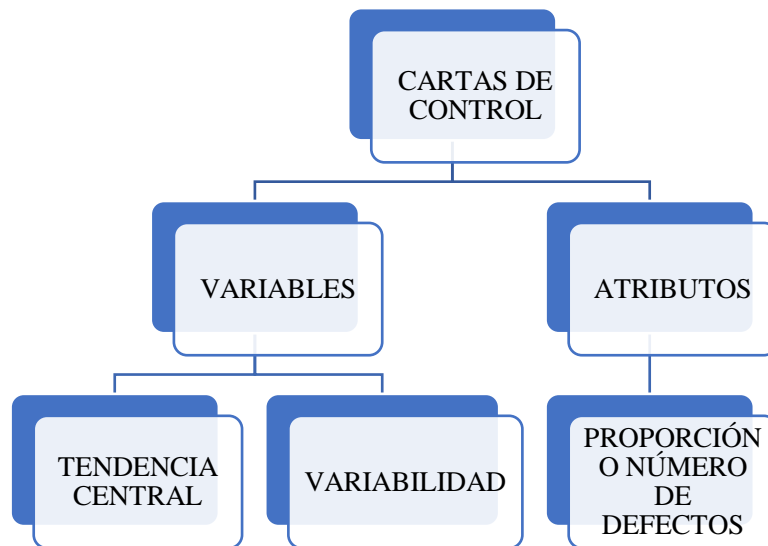


Figura 4-2: Clasificación de las cartas de control.
 Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Las cartas de control se clasifican en dos grupos en cartas para variables estas estudian variables medibles como: el tiempo, dimensión, temperatura, etc., las cuales se sub dividen en tendencia central y variabilidad donde la tendencia central estudia la media de las muestras para identificar la fluctuación de la variable en diferentes puestos o maquinarias y la gráfica de rangos la cual estudia la dispersión de las variables durante el registro de los datos para verificar si estos se encuentran dispersos dentro de una toma.

Las cartas de control para atributos selecciona números de defectos o condiciones no medibles pero que se pueden clasificar, o dar atributos de buenos o establecer rangos estableciendo límites altos medios y bajos, entre estas se encuentran las gráficas de control de elementos defectuosos donde por cada lote de producción se realiza el conteo del número de unidades defectuosas o no conformes las cuales pueden ser desechadas o reprocesadas, y la gráfica de control de número de defectos por unidad donde se detalla los defectos ocasionados en una sola unidad este tipo de gráficas se realizan en productos que demandan muchas operaciones o de tipo proyecto donde un solo producto es evaluado debido al alcance.

2.3.2. *Cartas de Variables para tendencia central*

Se denomina de tendencia central para lo cual se basa en el estudio de los promedios de las muestras tomadas, como es un estudio de variables estas pueden ser tiempo, peso, distancia, las cartas de variables para tendencia central usa las siguientes formulas:

$$\text{LSC} = \mu_{\bar{x}} + k\sigma_{\bar{x}} = \mu + k\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Línea central} = \mu_{\bar{x}} = \mu$$

$$\text{LIC} = \mu_{\bar{x}} - k\sigma_{\bar{x}} = \mu - k\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Figura 5-2. Fórmulas para gráfica de control.
Realizado por: (Miren, 2005, p. 13).

Para el uso de K, se puede estandarizar como tres sigmas o seis sigmas dependiendo los requerimientos del sistema y la producción.

El uso de las gráficas de control facilita a la producción del sistema mantener una referencia con respecto a una variable a estudiar.

2.4. El balance de línea

El balance de línea se puede definir como el conjunto de operaciones para que la producción en línea mantenga un curso fluido, con estrategias para disminuir tiempos, costes sin afectar la calidad del producto el balance de línea es propio de un sistema de producción en línea para evitar cuellos de botella o acumulaciones de inventarios según, los criterios que se deben mantener en un balance de línea debe contemplar tiempos controlados de producción, operadores necesarios para cada estación, mantener el índice de producción, eficiencia de la planta y mantener la calidad para ello se usan herramientas como: seis sigma, cartas de control (Arredondo, Carrillo, & Guerra, 2013, pág. 31).

2.4.1. Tipos de balanceo de línea

Existen tres tipos de balance de línea, Balance de línea tradicional, balance de línea escalonado y heurístico.

El balance de línea tradicional, el procedimiento para este tipo de balance es desarrollar un diagrama de proceso donde incluya los tiempos de operación, después determinar el tiempo en cada estación o puesto de trabajo establecer la estación que tarda más tiempo en el proceso, si es posible se agrupan las actividades según el tiempo ciclo de producción es decir la estación que tarda más tiempo en ejecutarse. Para este estudio se toman en cuenta tiempos improductivos, tiempos de reprocesos, esto hace que el balance tenga un mayor rango de variabilidad. Esto hace

que el estudio sea más flexible para los operadores ya que se toma en cuenta el error humano durante el proceso.

El balance de línea escalonado se procede a realizar un diagrama de procesos tomando en cuenta el tiempo de operación se designa pesos a cada tiempo para establecer el ciclo de operación en cada estación y se suman los tiempos suplementarios, se ajusta las estaciones brindando mayor recursos a los puestos desequilibrados según su peso, los tiempos no productivos y reprocesos no son tomados en cuenta esto hace que la variabilidad tenga menos dispersión, pero se deben agregar tiempos suplementarios para brindar al operador un tiempo real de Takt time real

Y el balance heurístico donde los recursos son necesarios para el cálculo del tiempo tipo, se registra el tiempo por actividad y por operador y modelo ya que esta producción puede abarcar más de un tipo de producto en una misma línea se producen distintos productos esto hace que exista un takt time para cada producto y diferente de línea a línea, finalmente se agrupan las estaciones de acuerdo con el tiempo tipo calculado (Waldo, 2013, p. 17).

2.4.1.1. Balance de línea escalonado

El balance de línea escalonado para su cálculo no requiere los datos de tiempos no productivos y tiempos de reproceso ya que estos tiempos son fallas en la producción ocasionados por la mano de obra, material o metodología estos no aportan valor al producto y se pueden corregir mediante acciones del personal de producción.

Este balance solo toma en cuenta las operaciones involucradas en la producción del producto de esta manera se descarta la falla humana, sin embargo, se añaden tiempos suplementarios, mediante tablas estandarizadas de proceso para establecer un equilibrio a la producción, y tomar en cuenta el desgaste del operador a lo largo de la jornada laboral.

2.4.2. Seis Sigma

Es un método conocido como DMAIC, basado en el ciclo de Deming mejorando el desempeño del proceso productivo para cumplir con los objetivos planteados, el seis sigma ajusta los valores estadísticos para mejorar la calidad de un proceso productivo, esta herramienta para mejora continua para obtener mayor calidad en los resultados. Las etapas para Seis Sigma son:

Se recolecta los datos a analizar y se los calcula en programas estadísticos usando 3 sigma para obtener un resultado parcial, se realiza modificaciones para balancear las variables y se recalcula usando seis sigmas para ajustar los valores.

2.4.3. Controlar el proceso

Estas herramientas van acompañadas de un estudio de tiempos el cual mide el proceso y establece límites basados en los datos obtenidos mediante el registro de los datos, otras herramientas que apoyan al balance de línea y Seis Sigma como: Diagrama de Parteo, Cartas de control, prueba de normalidad, diseño de parámetro robusto y aplicaciones como la automatización (Herrera & Fontalvo, 2011, p. 28).

Para la correcta toma y registro de tiempos se debe elegir correctamente el tiempo requerido para cada toma este tiempo se basa en la tabla de estandarización y diseño de trabajo, la cual define a los tiempos según el tamaño de su ciclo recomendando el tamaño de la muestra.

Tabla 1-2: Estándares y diseño del trabajo.

Tiempos de ciclo (minutos)	Números recomendados de ciclos
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2,00-5,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o más	3

Realizado por: (Niebel & Freivalds, 2009).

2.5. Takt time

Se define como el tiempo disponible entre la demanda requerida, es muy importante conocer el takt time es decir es el tiempo que la planta dispone entre el volumen de producción es decir es inversamente proporcional a la cantidad producida (Martínez & Colorado, 2003, pág. 19).

El tiempo de producción disponible está definido por la diferencia del tiempo de demandado menos los tiempos no productivos los cuales se encuentran dentro del proceso, pero no forman parte de las operaciones que afectan al producto un ejemplo de ello es la preparación de una máquina, recesos, reuniones, etc. La fórmula que define a takt time es:

Ecuación 5-2: TAKT TIME

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Unidades\ planificadas}$$

Mientras que las unidades planificadas son la cantidad de productos que la planta requiera según su demanda o necesidad (García, 2006, p. 23).

2.6. Tiempos suplementarios

Estos son tiempos que se añaden a una operación debido a la disminución del rendimiento de una persona al realizar una operación, el tiempo suplementario también se conoce como suplementos por descanso, estos permiten realizar una operación con un ritmo normal de trabajo, estos tiempos se subdividen en dos grupos: suplementos fijos y suplementos variables.

Los suplementos fijos pueden subdividirse en suplementos por necesidades personales, los cuales se aplican para las necesidades biológicas de las personas, hidratación, aseo personal entre otras, y suplementos por fatiga básica la cual determina un porcentaje de acuerdo con el desgaste del personal en el tiempo según sus condiciones de trabajo posiciones y cargas.

Los suplementos variables son suplementos añadidos para operaciones específicas como aumento de esfuerzo condiciones ambientales, y situaciones puntuales para los operadores. Organizaciones como la Organización Internacional del Trabajo han desarrollado estudios de carga determinando tablas para signar porcentajes para incrementar al tiempo durante la ejecución de una actividad operativa para disminuir el cansancio en los operadores y brindar un bienestar laboral. (OIT, 1996, p. 25).

Tabla 2-2: Tabla de suplementos.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16	0		Trabajo muy monótono	4	4
8	10		J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Realizado por: (OIT, 1996).

Para el uso de una tabla de suplementos se asigna un porcentaje extra al tiempo tomado en ejecución, el tiempo debe tomarse a la iniciar la jornada para descartar el tiempo suplementario este tiempo es tomado a manera de porcentaje es decir se suman las cargas de suplementos constantes y suplementos variables aumentando un porcentaje al tiempo tomado por cada unidad establecida de manera se fija la siguiente fórmula para añadir tiempos suplementarios.

Ecuación 5-2: Tiempo Suplemento

$$\text{Tiempo de Suplemento} = (\text{Tiempo tipo} * \text{porcentaje de tiempo suplementario})$$

De esta forma se define a su vez el tiempo tipo como el tiempo establecido para cada actividad por un operador, este tiempo que tarda un operador en desarrollar una secuencia de actividades en un puesto de trabajo el cual incluye tiempo de operación, tiempo de transporte, tiempo de espera, almacenamiento, tiempo combinado. Así el tiempo de operación se define como:

Ecuación 6-2: Tiempo de Operación

$$\text{Tiempo de Operación} = \text{tiempo tipo} + \text{Tiempo suplementario}$$

Los registros del tiempo tipo se realizan a partir de las primeras unidades después que el personal establezca su ritmo de trabajo y esté operando a su capacidad máxima sin esfuerzo. Los tiempos suplementarios son necesarios para que una producción en línea se encuentre balanceada y sin estos tiempos los operadores realizan mayor esfuerzo debido a la fatiga producida por el tiempo de trabajo, esto no solo ayuda al balance de línea sino al bienestar de los operadores.

2.7. La productividad

La productividad es directamente proporcional a las unidades producidas en una jornada de trabajo entre los medios empleados para llevar a cabo esas operaciones entre ellos tenemos el tiempo, número de operadores, herramientas, tiempo de maquinaria, etc. Esto convierte a la productividad en una característica cuantitativa para medir la eficiencia de un proceso en relación con sus recursos usados en el proceso, estos resultados pueden determinar la eficiencia, eficacia o tiene una producción incapacitada, la productividad se obtiene en gran parte en relación del tiempo debido a que es un recurso limitado la fórmula establecida para la productividad se detalla a continuación:

Ecuación 7-2: Productividad

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Recursos\ Usados}$$

Al disminuir los recursos la productividad es eficiente y eficaz, pero al aumentar los recursos se convierte en un sistema ineficaz es decir usamos más de lo que se requiere esto causa problemas como: aumento en los costos de la producción, optimización de recursos como desgaste de herramientas, aumento en tiempos de entregas, menores tiempos improductivos (Gutiérrez & Salazar, 2009, p. 12).

2.8. Sistema ANDON

Estos sistemas, son aplicados del Lean Manufacturing, para el control de un proceso productivo el sistema ANDON es un sistema visual o auditivo que permite identificar defectos, incidentes o determinar si la producción está dentro de parámetros establecidos, los sistemas ANDON forman parte de la industria 4.0, definida como LINTERNA, permitiendo hacer visible una anomalía en el sistema o el procesos del mismo este sistema permite visualizar la situación en tiempo actual de un proceso los sistemas ANDON establecen colores para su lectura universal.



Figura 5-2: Ejemplo Sistema ANDON

Realizado por: (Technologies, 2020).

Durante un proceso el sistema de alertas puede establecer un código de colores o reproducir sonidos que no alteren o estresen a la operatividad del personal, este sistema mejora la calidad de un proceso haciéndolo más predictivo y amigable durante su ejecución. (Madariaga, 2019).

2.8.1. Sistema de control de defectos ANDON

Los sistemas ANDON para el control de defectos, determinan si la producción se encuentra entre los límites de control o el sistema esta desbalanceado esta aplicación en la industria tiene grandes beneficios como: al visualizar las estaciones de trabajo que están teniendo problemas el operario puede ajustar su ritmo de trabajo para balancear la línea productiva, y si el problema se encuentra por factores externos al operador el departamento de producción puede tomar decisiones para equilibrar el puesto con relación a los demás sitios de trabajo.

CÉLULA	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
EN MARCHA	■	■	■	□	■	■	□	■
PARADA	□	□	□	■	□	□	□	□
TRANSPORTE MATERIALES	□	□	■	□	□	□	□	□
LÍDER DE EQUIPO	□	□	□	■	□	□	□	□

Figura 6-2: ANDON de un grupo de células.

Realizado por: (Madariaga, 2019).

Este sistema debe contener señales visuales o sonoras que no intervengan en la operación además deben ser visibles, para los operadores y jefes de producción, estos sistemas ayudan a mantener

una línea de producción controlada y cumplir con los objetivos establecidos en la planta manteniendo la productividad y los estándares (Technologies, 2020, pág. 16).

2.9. La automatización

La automatización se desarrolla a partir de una producción a gran escala, y operaciones repetitivas a la vez para realizar operaciones de alto riesgo u operaciones de alta precisión, mediante el uso de la electrónica, mecánica y el control de procesos, la automatización también forma parte de la industria 4.0, los beneficios para la industria son altos como mayor productividad en el proceso, menores índices de accidentes, precisión en el proceso, control de procesos, las aplicaciones son tan amplias como los distintos tipos de industrias, los sistemas de automatización se sub dividen en sistemas de control a lazo abierto y a lazo cerrado estos sistemas de control permiten la interacción con un operador para lograr un control preciso (Daneri, 2008, p. 11)

Los sistemas de control de lazo cerrado se retroalimentan de la información de salida para auto ajustarse según la variabilidad de sus datos obtenidos es decir se auto controla mediante la información emitida, estos sistemas se utilizan en procesos donde se requiere mantener una variable controlada.

Los sistemas de control de lazo abierto son accionados por señales ya sean manuales o automáticas las cuales emiten resultados estos sistemas se usan para obtener datos y realizar acciones puntuales en el proceso como encender apagar dispositivos mediante la acción del lazo, es decir lo realiza ninguna acción que involucre a la variable.

Para realizar una automatización de un proceso y requieren de un sistema de sensores, controladores y actuadores.



Figura 7-2: Secuencia de la automatización.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Los sensores son los encargados de emitir una señal o pulsos eléctricos ya sean señales digitales o analógicas dependiendo el tipo de sensor, estos pueden ser desde botones hasta sistemas que detecten variables físicas como temperatura, presión, humedad, etc.

Los controladores son computadoras o microprocesadores que mediante una programación usando un lenguaje pueden tomar acciones de las variables recibidas por los sensores, de esta

manera optar por comportamientos usando la lógica de proceso, estos pueden ser PLC, Relés programables, microprocesadores usando PIC y compuertas lógicas.

Los actuadores reciben la comunicación de controlador y ejecutan una acción, estos dispositivos pueden realizar acciones según los requerimientos del programador y la acción que requiera la operación pueden ser motores, luces, servomotores, pantallas, etc., haciendo al sistema más visible mediante el comportamiento del control.

Para una correcta automatización es necesario conocer el tipo de dispositivo a programar, el lenguaje de programación que usará el dispositivo la capacidad máxima que requerirá el sistema, los elementos de conectividad y comunicación, el tipo de sensor que se va a usar y los actuadores necesarios para el funcionamiento óptimo del automatismo.

2.10. PLC LOGO

El PLC logo es un dispositivo de control también llamado relé programable, este módulo lógico se usa para programaciones relativamente pequeñas dentro de una automatización industrial debido a su programación sencilla y robustez en su sistema de programación, este es un producto derivado de la marca Siemens, este dispositivo consta de varias partes importantes dentro de su sistema:



Figura 8-2: Secuencia de la automatización.

Realizado por: (LOGO SOFT, 2019).

Partes del PLC LOGO V8

Este dispositivo consta de los siguientes componentes y beneficios en su sistema físicos y virtuales mencionados a continuación.

- Ocho entradas digitales
- Ranura para tarjeta SD
- Pantalla de visualización
- Botones de mando y encendido
- Cuatro Salidas Digitales
- Conexión Ethernet
- Soporte en Siemens LOGO Soft
- Plataforma digital HMI

El PLC Logo también puede ampliarse con módulos el cual puede incrementar sus entradas digitales o analógicas para ello estos módulos se adquieren por medio del mismo fabricante, estos elementos reciben señales entre (0 -10) Voltios y (4 – 20) m Amperes. Este relé programable puede realizar operaciones básicas mediante la programación KOP conocido como Ladder o FUP lenguaje por conexión (SIEMENS, 2018, p. 1).

2.10.1. Lenguaje KOP

Este lenguaje también se conoce como lenguaje Ladder que como traducción se conoce como lenguaje de tipo escalera o cascada, este tipo de lenguaje de programación es un lenguaje eléctrico que realiza acciones mediante el uso de conexiones eléctricas virtuales, las conexiones se realizan arrastrando los símbolos visuales de cada elemento que se requiere hacia la línea general de conexión, las limitaciones de programación es que se tiene un número limitado de bytes y componentes, de entrada debido a las características del Logo sin embargo se puede solucionar con un bloque auxiliar de entradas y salidas, para realizar una correcta programación se requiere organización y generar una tabla de variables para el uso y conocimiento del funcionamiento del sistema.

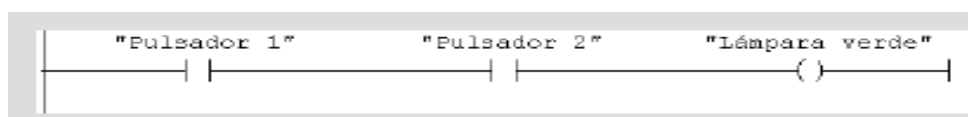


Figura 9-2: Ejemplo Programación KOP.

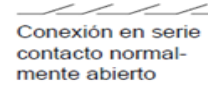
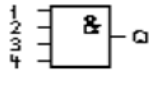
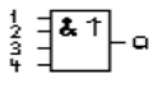
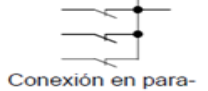
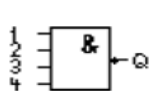
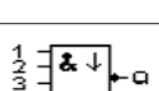
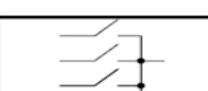
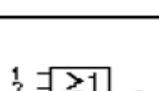
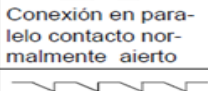

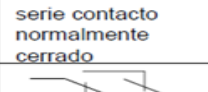

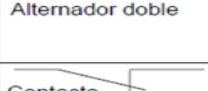
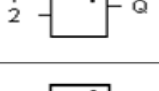
Realizado por: (SIEMENS, 2002, pág. 19).

Este sistema de programación es muy usado debido a la intercomunicación y compatibilidad con softwares similares, es decir se pueden perder detalles en la programación, pero no funcionamientos, este principio de programación es basado en el control eléctrico mediante la lógica de funcionamiento y cableado en un sistema en cascada, se puede mantener un protocolo de programación en KOP apoyándose del uso de Grafset para mantener una secuencia en la programación (SIEMENS, 2002, p. 8).

2.10.2. Funciones

La programación en lenguaje KOP se realiza mediante el sistema en cascada por bloques, los bloques son funciones integradas en el sistema operativo del LOGO, para ello los principios de conexión entrada salida y procesamiento de un bloque son necesarios para la programación se menciona algunas de las funciones más importantes se muestran a continuación en la siguiente lista (SIEMENS, 2006, p. 9).

Tabla 3-2: Funciones Básicas PLC LOGO.

Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en serie contacto normalmente abierto</p>		AND (AND)
		AND con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado</p>		AND-NEGADA (NAND)
		NAND con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto normalmente abierto</p>		O (OR)
 <p>Conexión en serie contacto normalmente cerrado</p>		O-NEGADA (NOR)
 <p>Alternador doble</p>		O-EXCLUSIVA (XOR)
 <p>Contacto norm. cerrado</p>		INVERSOR (NOT)

Realizado por: (SIEMENS, 2006, p. 6).

2.10.3. Logo web

Este es un atributo de las últimas generaciones de LOGO soft, el cual incluye una plataforma Web mediante la conexión Ethernet comunicado por GMS, el cual permite visualizar variables y funciones que se encuentren en ejecución del programa, mediante un servidor de navegación, al estar conectado a la red, y establecer una dirección IP definida al logo se puede ingresar mediante la IP del PLC como una nueva pantalla en HMI a tiempo real este servicio se activa desde la programación y estableciendo las funciones y variables a rastrear, la plataforma puede editar las mismas logrando acciones desde la web como encender o apagar una variable para un correcto funcionamiento (SIEMENS, 2006, p. 6).



Figura 10-2: Logo Web Editor.
Realizado por: (SIEMENS, 2018, p. 13).

La personalización de la página web se realiza mediante el programa LOGO WEB EDITOR, donde se puede personalizar la página principal para un correcto manejo permitiendo el acceso del mismo con una configuración visual, la programación no requiere conocimientos de lenguajes de programación ya que es intuitiva y se debe establecer las variables que se requieren durante el proceso.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción general del proceso

Este proyecto presenta el balance de línea en la planta de soldadura de CIAUTO, para implementar la automatización del registro de tiempos, mediante la observación científica se realizó un estudio de tiempos para establecer un tiempo tipo y crear una plataforma digital usando la visualización HMI en la Web, la misma que mostrará una gráfica de control, el tiempo en cada estación, el sistema ANDON para un posible paro o retraso en la producción. El sistema registrará y procesará los tiempos obtenidos de la producción, para generar gráficas diarias de control mediante pulsos eléctricos controlados por un PLC LOGO, los mismos que registrarán los datos en formato xls para realizar un reporte al personal encargado del control de la producción, dicho programa muestra la fecha, takt time de cada estación previo al ingreso de unidades objetivas y tiempo disponible de producción, también muestra el estado del sistema ANDON en cada línea y en cada estación .

Se implementó un sistema ANDON para identificar el estado del tiempo de las estaciones, fallas o incidentes producidos en la fabricación del modelo M4, basado en la mejora continua del proceso dando mayor validez a normativas internacionales de calidad, y mantener un balance óptimo de producción.

Finalmente, se implementa la instalación del sistema de registro de tiempos en el balance de línea con un sistema de alertas ANDON, mediante el análisis del LAYOUT de la planta para establecer la localización idónea de los componentes, esta automatización muestra el estado actual de la producción de esta manera si existe un retraso en la producción el sistema activa una alerta a la línea para acelerar al proceso del personal, o brindar mayores recursos a estaciones rezagadas de esta manera la productividad de la planta se mantiene según la planificación diaria.

3.2. Situación Actual

La empresa autopartista CIAUTO, mantiene un control de tiempos mediante la observación visual donde técnicos especialistas realizan el estudio mediante cronómetros Hojas de observación Y la habilidad del observador Para realizar la toma de estos datos, así como el uso de instructivos de trabajo para mantener la secuencia de observación y seguir los ciclos de operación en cada estación de trabajo de esta manera el observador asegura que el estudio sea verás y más exacto.

la carencia de un sistema automatizado para la recolección de tiempos de producción de la línea de soldadura hace que el tiempo de recolección de estos datos sea extenso, y expuesto a fallas humanas. así también las acciones que van a ser realizadas producto del estudio de tiempo llegan tarde para su aplicación por ende el estudio de tiempos se torna improductivo durante el tiempo actual de producción teniendo que visitar a cada una de las estaciones para conocer las unidades realizadas y acudiendo a tableros de control para conocer los tiempos que el operario asigno durante el proceso productivo, los tableros de control no tienen la precisión adecuada ya que el operador puede distraerse durante el registro de estos tiempos o la información no es exacta debido que se usan distintos cronómetros, relojes o dispositivos que muestran el tiempo. cómo resultado una descoordinación en cada una de las estaciones de trabajo.



Figura 1-3: Planta de soldadura CIAUTO.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La planta no consta como un sistema ANDON para el control de proceso esto hace que el operario desconozca si la a producción se encuentra dentro o fuera de sus límites ,producto de ello el tiempo de operación aumenta disminuyendo las unidades totales lo que resulta perdidas para la planta, hasta que el personal de producción muestre el tiempo en límite de producción contrario a esto el personal puede realizar más unidades en afán de cumplir con la producción diario sin embargo al incrementar el ritmo de trabajo bruscamente las unidades producidas son propensas a mayor número de defectos, accidentes y mayores cargas laboral.

Para mantener un control productivo sobre la situación actual de la empresa se realiza el estudio de tiempo de forma tradicional de manera detallada para obtener valores cercanos a un estudio completo de tiempos y obtener un tiempo tipo producto de este estudio el cual servirá para comparar con los tiempos obtenidos durante la aplicación de este sistema de automatización para el control de tiempo, este estudio se realizará con el uso de cronómetros, hojas de observación con el listado de las actividades u operaciones que se realiza en cada estación de trabajo para

establecer estos tiempos, sin embargo la automatización tomará el valor general de cada estación promediando los tiempos totales para señalar la producción real diaria o realizar acciones correctivas en un puesto rezagado que se encuentre la producción brindando más recursos en dicha estación esto lograrán que el sistema fluya cómo más efectividad.

3.3. Modelos producidos por la planta

Actualmente la planta fábrica cuatro modelos de automóviles de dos marcas reconocidas mundialmente el automóvil Great Wall Haval M4, Great Wall Wingle 7, Great Wall Wingle 5, y Shineray XL, modelos han tenido impacto en el mercado ecuatoriano, de esta manera después de un estudio de Mercado CIAUTO ensambla estos vehículos completamente desarmados con las principales partes desde China y optando por componentes nacionales para su ensamble, los modelos Haval y Wingle tienen gran parte de componentes ecuatorianos esto incrementa la matriz productiva ecuatoriana así como el empleo dentro de la ciudad.



Figura 2-3: Haval M4.
Fuente: (CIAUTO, 2020).



Figura 3-3: WINGLE 7.
Fuente: (CIAUTO, 2020).



Figura 4-3: SHINERAY XL
Fuente: (CIAUTO, 2020).

La principal característica que la empresa requiere es la calidad, estos automóviles se encuentran por encima del 90% respecto a los modelos matemáticos establecidos por la marca, también es indispensable mantener la producción de la planta para satisfacer la demanda de estos vehículos debido a que éstos se han convertido en modelos más vendidos en el Ecuador.

3.4. Análisis del automóvil Haval M4

El automóvil HAVAL M4, es un automotor de combustión interna de la marca china GREAT WALL MOTORS, se caracteriza por ser un automotor compacto a gasolina, y el segundo automóvil más vendido de la empresa, características que conforma para un modelo de alta importancia dentro de la empresa, HAVAL M4 se ha ido desarrollando desde el 2015 hasta la actualidad dentro de la planta construyéndolo desde el CKD su eficiencia en combustible, así como un equipamiento de autos de mayor gama manteniendo un menor precio, hacen que este modelo en particular vaya abriendo una brecha en el mercado ecuatoriano a la par de las regiones cercanas a la cual la organización exporta.



Figura 5-3: HAVAL M4.

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Estas razones por la cual un automóvil con esta disposición y configuración requiere mantener altos estándares de calidad debido a la exigencia del mercado, reputación de la marca y la seguridad del automóvil hace que se convierta en un automóvil con gran demanda requiriendo un estudio más minucioso para competir con modelos similares de vehículos, La empresa necesita mantener su índice de producción al límite para satisfacer con la demanda diaria de producción por lo que requiere constantes estudios de tiempos durante el proceso de producción para mantener fluidez en la producción.

3.4.1. Factibilidad de automatización para recolección de tiempos de Haval M4

Este automóvil tiene una gran demanda en el mercado ecuatoriano por lo que mantener la producción es indispensable para mantenerse dentro de los parámetros de competencia, la automatización para la recolección de tiempos ayuda a controlar, verificar y aplicar acciones durante un proceso productivo para el proceso fluya.

Los estudios de tiempos requieren largos periodos de análisis para diagnosticar los puestos conflictivos cuellos de botella y acumulación de inventarios, este proceso puede mejorarse mediante la recolección diaria de estos datos para un análisis oportuno de cada estación de trabajo enviando de esta manera más recursos para acelerar el proceso. Esto hace la producción se incremente y disminuyan los costes debido a que la mano de obra disminuye a mayor producción incrementando la productividad de la planta.

3.5. Proceso de soldadura para el automóvil Haval M4

Durante el proceso de soldadura de la cabina del automóvil Haval M4 se divide en dos líneas de producción una línea de soldadura de punto en línea, y una línea mixta de ajuste y acabado metálico. Las cuales están subdivididas en estaciones detalladas a continuación:

3.5.1. *Línea de soldadura de punto*








































































































- SM4-1
- SM4-2
- SM4-3
- SR-2

3.5.2. *Línea de ajuste y acabado metálico*

- S-MIG
- ADJ-0
- ADJ-2
- MF

Estas líneas ensamblan desde el CKD, con las partes del automóvil las cuales se siguen mediante la guía de ensamble llamada “Control Plan”, enviadas desde el fabricante chino, estos procesos mencionan la secuencia de soldadura, sin embargo, la organización elabora el diagrama de proceso teniendo de esta forma una producción más flexible.

3.6. Diagrama de proceso General M4

 DIAGRAMA DEL PROCESO										
MÉTODO ACTUAL: X				FECHA: 2020/09/15						
MÉTODO PROPUESTO:				DIAGRAMA N°: 1						
SUPERVISADO POR: Ing. Santiago Gómez				ÁREA: Soldadura						
SUJETO DEL DIAGRAMA: CABINA HAVAL M4				REALIZADO POR: Eduardo Cousen						
PROCESO: Soldadura				HOJA N° 1 DE 1						
N° DE ACTIVIDAD	LÍNEA	ESTACION	TIEMPO	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
										
1	Soldadura De Punto	SM-1	1:14:28							SOLDADURA DEL PISO, COMPARTIMIENTO DEL MOTOR Y GRABADO DE BEN
										TRANSPORTE A SM4-2
2		SM4-2	1:29:55							SOLDADURA DE PISO MIG, SOPORTE DE VIDRIO
										TRANSPORTE A SM43
3		SM4-3	1:20:47							SOLDADURA DE LATERALES Y TECHOS
										TRASPORTE A SR2
4		SR-2	0:25:18							REMATE DE LA CABINA, E INSTALACION DE COMPONENTES
										TRANSPORTE A AJUSTE
5	Soldadura De Punto	SMIG-1	0:31:58							SOLDADURA MIG CORDONES A CABINA
										TRASPORTE A ADJ-0
6		ADJ-0	0:55:06							INSTALACION DE PUERTAS, CAPOT, COMPUERTA
										TRASPORTE A ADJ-2
7		ADJ-2	0:48:15							INSTALACION DE GUARDA FANGOS, Y CUADRATURA DE PUERTAS Y CAPOT
										TRANSPORTE A MF
8		MF	0:14:41							LIADO Y ACABADO
										TRASPORTE A SEC LIBERACION Y CALIDAD







RESUMEN		
NOMBRE	SÍMBOLO	CANTIDAD
OPERACIONES		8
TRANSPORTE		8
DEMORAS		0
INSPECCIONES		0
ALMACENAMIENTO		0
OP. COMBINADA		0
TIEMPO		14:00:57

Figura 6-3: Diagrama de proceso de soldadura.
Realizado por: Cousen, E. 2021

3.7. Herramientas y criterios para el estudio de tiempos

Las herramientas utilizadas para el estudio de tiempos del automóvil Haval M4, son: cronómetro, hoja de observación científica, instructivo de trabajo y ordenador. Para el uso de estos instrumentos se debe tomar en cuenta criterios de recolección de tiempos ya que los operadores al observar que se encuentran bajo un estudio de tiempos varían sus ritmos de trabajo alterando

de esta manera el estudio, así como el análisis previo de los instructivos de trabajo para conocer a fondo el proceso y realizar el registro de una manera más eficiente.

Uno de los criterios más importantes durante la toma de tiempos es la discreción, la mejor manera de registrar el tiempo de un operador es sin que la persona sepa que se encuentra bajo observación de esta forma se asegura mayor veracidad en el estudio, la ubicación del observador es muy importante, debe tener a detalle las operaciones sin intervenir en el proceso, de esta forma podemos realizar los registros pertinentes para cada una de las estaciones.

El uso adecuado de los instrumentos de medida como los cronómetros es de vital importancia, mantener el formato de unidades durante todo el proceso de registro, las operaciones empiezan cuando se termina la anterior operación, en el estudio por operaciones no se tomará encuentra demoras, sino que se atribuye ese tiempo a la operación que se esté ejecutando.

3.8. Análisis de las estaciones en la línea de soldadura para el automóvil M4

Las estaciones que tiene la planta de soldadura se dividen en dos líneas productivas como primera una línea de producción pura denominada soldadura de punto y una línea mixta de producción llamada ajuste y acabado metálico. la línea de producción de soldadura de punto ensambla desde el CKD las partes que conforman la carrocería metálica del automóvil mediante el uso de soldadoras de punto apoyadas con soldadura Mig en este proceso las partes se ensamblan en matrices denominadas JIG dónde se encajan cada una de las partes para ser soldadas en el proceso estas soldadoras se calibran al inicio de cada producción para mantener una calidad productiva con respecto al modelo matemático que maneja la planta. mientras la línea de producción mixta he acabado y ajuste preparan carrocería para ser enviada a pintura en este proceso se instalan componentes como puertas, capots, compuertas, guardafangos, Brackets los cuáles son componentes metálicos que conforman carrocería, también se prepara el material de la carrocería mediante un proceso de lijado, pulido y en algunos casos enderezado a continuación se muestra un esquema de las líneas productivas de la planta.

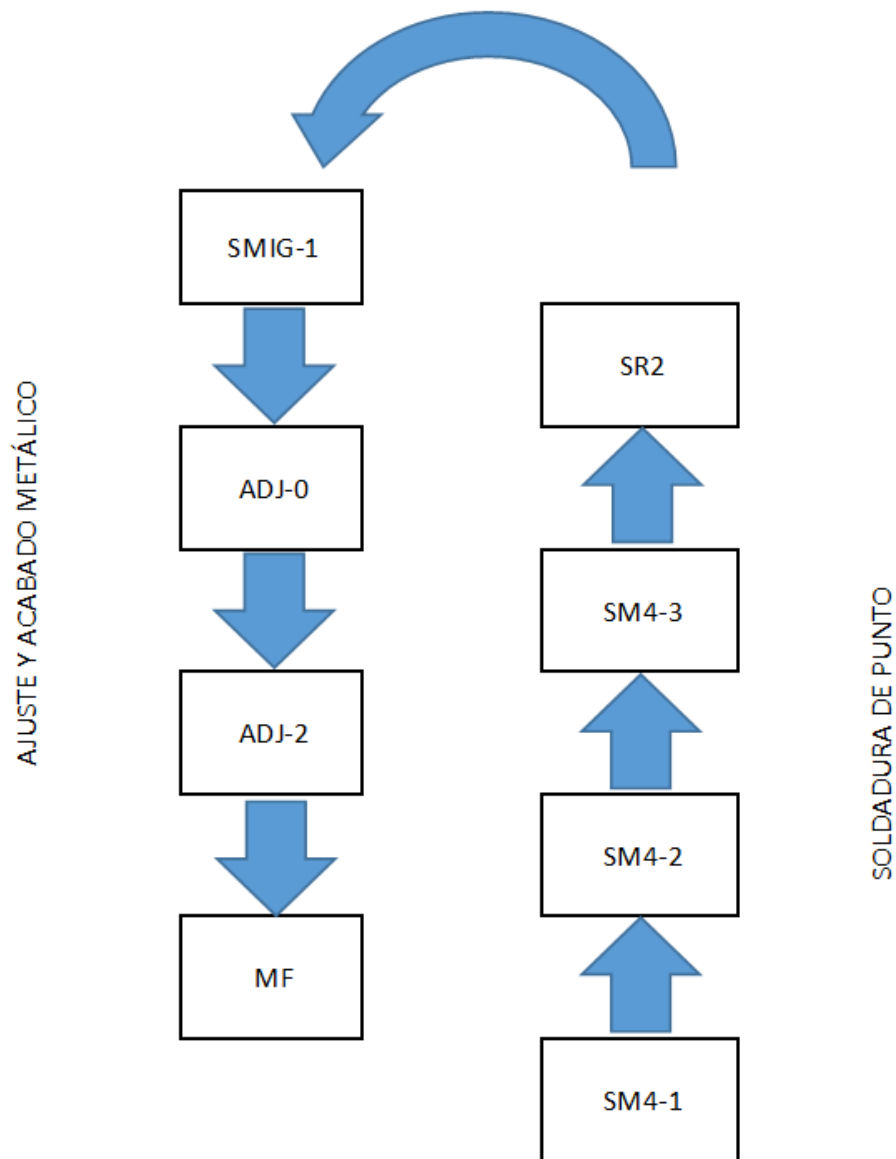


Figura 7-3: Diagrama de estaciones de trabajo.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

En la estación SM4-1 las partes como el piso y el compartimiento del motor son soldadas, Estación SM4-2 se suelta mediante un proceso Mig el soporte de vidrios ,se aplica sellante, en la estación SM4-3 se denomina JIG principal donde se suelda el techo los laterales formando la cabina , en la estación SR2 se rematan los puntos de soldadura, se corrigen defectos de la misma o puntos deformados durante el proceso de esta manera se prepara la cabina para el envío a la línea mixta de producción de ajuste y acabado metálico en la estación es SMIG-1 la cabina es soldada mediante un proceso Mig en partes críticas para evitar componentes sufran fallos, en la estación ADJ- 0 se instalan componentes como puertas, capot y guardafangos, en la estación ADJ-2 se calibra los componentes instalados en la anterior Estación mediante el uso de galgas, finalmente la estación MF se pule y se termina la carrocería para el envío a pintura.

3.9. Análisis de Instructivos de trabajo

Es importante el conocimiento de un instructivo de trabajo, con un instructivo de trabajo se detallan las actividades u operaciones que determina a cada Estación estas contienen componentes a instalar, equipos de protección personal y una especificación de cómo instalar los componentes estas operaciones se basan en un plan de control enviado desde firma China, el instructivo de trabajo muestra paso a paso como se realiza cada operación y también nos muestra la secuencia soldadura ante el proceso a seguir este es muy importante ya que cada operador realiza la secuencia que se encuentra de manera fidedigna, de esta manera la recolección de datos es más sencilla durante su recolección ya que se conoce las actividades que se realiza.


CIAUTO		INSTRUCCIONES DE TRABAJO			COP-02-SOL-IT-01		
		Elaborado por: Asistente de Soldadura		Versión: 04			
		Revisado por: Coordinador de Soldadura		Fecha Emisión: 2016-02-24			
		Aprobado por: jefe de planta		N.º: 13001			
Línea: Soldadura HAVAL M4.		Operación: SEC-1. Traslada la cabina hacia la estación de entrega de unidades.		Modelo: HAVAL M4 (Confort/Luxury) AC 1.5 5P 4X2 TM Gas.		Hoja de Proceso: S/N	
Características Especiales: Confirmación de Característica Especial		Seguridad Industrial al Medio	Equipo de Protección Personal: Gafas, Mangas anti corte, Casco.			Residuos Generados: Plástico, General, Vidrio, Peligrosos, Chatarra, Papel/Cartón	
EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES AUXILIARES							
Item	Código	Descripción	Cant	Item	Herramienta	Especificaciones	
1	SU000TUXS56XA HZ	Cabina	1	1	Dollie		
GRAFICO / FOTOGRAFIA		No.	PASO PRINCIPAL	SIMBOLO	¿COMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUE? (EFECTOS)	
		1	Asegurar las puertas LH/RH.		Con ayuda de una faja de tela asegurar las puertas delantera y posterior junto al parante de la pared lateral LH/RH. (Ver Fig. 1)	Garantizar la correcta movilización de la cabina hacia la compuerta de entrega de unidades.	
		2	Trasladar la cabina hacia la estación de entrega de unidades.		Manualmente, empujar la cabina direccionándola hacia la compuerta de entrega de unidades. (Ver Hq. 2)	Garantizar la correcta movilización de la cabina hacia la compuerta de entrega de unidades.	

Figura 8-3: Instructivos de trabajo.
Fuente: (INSTRUCTIVOS CIAUTO, 2020).

Para el estudio de la elaboración del automóvil Haval M4 se analizará ocho instructivos de cada estación para la guía de recolección de tiempos.

3.10. Estudio Control de tiempos para el balance de La Planta de soldadura

El estudio de tiempos que se realiza en la planta está basado en las gráficas de control, estos estudios nos permiten visualizar de manera gráfica el comportamiento de las estaciones con relación al tiempo, este tipo de estudio se puede mantener un control del proceso para mantener las líneas de producción equilibradas, las gráficas de control muestran el comportamiento de cada

una de las estaciones a un rango establecido estadísticamente, para determinar si el proceso se encuentra dentro de los parámetros o si está fuera de control, estos análisis sirven para tomar acciones correctivas en los puestos conflictivos o con mayor acumulación de inventario agilizando el proceso siendo que el mismo obtenga menores costes de producción con respecto a la mano de obra y uso de maquinaria así como mantener un ritmo de trabajo equilibrado.

3.11. Muestra para la recolección de datos para la fabricación de Haval M4

Para la recolección del tiempo es necesario tener en cuenta el número de ciclos que se va a realizar en cada una de las estaciones, mediante el uso de tablas para seleccionar el número de ciclos adecuado en un determinado tiempo de producción. Esta tabla muestra rangos de tiempo de producción y el número de ciclos requeridos, tomando un número de muestras igual a cinco debido a que los tiempos de producción del automóvil Haval M4 tienen un rango de tiempo entre veinte a cuarenta minutos, ya que el tiempo tipo del modelo M4 fluctúa alrededor de los treinta y nueve minutos.

Tabla 1-3: Tabla de selección de ciclos recomendados.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: (Niegel & Freivalds, 2009).

3.12. Tiempos Suplementarios

Los tiempos suplementarios son tiempos añadidos debido a cargas o situaciones que se encuentra expuesto un trabajador. La planta actualmente maneja un tiempo suplementario para personal de hombres del 5% es decir no toma en cuenta ninguna carga variable de esta manera el operador realiza un mayor esfuerzo durante la operación en cada una de las estaciones y los puestos se encuentran desequilibrados con respecto a las cargas laborales, para este análisis se va a llevar a cabo un suplemento general para toda la planta de soldadura, para tomar en cuenta las cargas se analiza los tipos de suplementos que existen, el suplemento de postura, de fuerza, mala iluminación, condiciones atmosféricas, concentración intensa, ruido, tensión mental, monotonía

y tedio la planta tiene un buen estándar de iluminación un buen ambiente atmosférico, según la organización internacional del trabajo.

Los trabajos en el área de soldadura no requieren alta concentración, por lo que descartamos este factor de suplemento, a su vez existe ruido en la planta pero el uso de equipos de protección personal durante el proceso mitigan el daño por lo que se descarta este suplemento, mientras que la monotonía es propia de la producción en línea se añadirá un 1% al tiempo total de las actividades de cada estación, por en el uso de la fuerza y energía muscular, el personal usa pistolas de soldadura durante el proceso en cada estación por lo que se dará un valor del 3% al tiempo total de las actividades de cada estación según la tabla de suplementos de la organización internacional de trabajo, debido a que cada pistola pesa entre 9 kilogramos suspendidos por un balancín de esta manera el tiempo de suplemento es de 9% al tiempo total de las actividades, seleccionados del Anexo I.

3.13. Registro de tiempos de la línea de soldadura del automóvil Haval M4

3.13.1. Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-1

La tabla 5 representa el resumen de las actividades de la estación SM4-1, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 2-3: Resumen de la estación SM4-1

TIEMPO PROMEDIO	0:39:27
NÚMERO DE OPERADORES	2
TIEMPO ESTACIÓN	0:19:43

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para SM4-1

- SM4-1. Inspección visual y verificación del JIG 1 - UB10
- SM4-1. Inspección visual y verificación de superficies de componentes.
- Instalación del compartimento motor en el JIG 1 - UB10
- Instalación del piso frontal en el JIG 1 - UB10
- Instalación del piso posterior en el JIG 1 - UB10
- Instalación de las placas frontales de refuerzo del compacto lado LH/RH
- Instalación de soportes de guardafangos lado LH/RH

- Cierre de prensas manuales del JIG 1 - UB10
- Cierre de prensas mecánicas y neumáticas del JIG 1 - UB10
- Cierre de prensas neumáticas del JIG 1- UB10
- Soldadura de compartimento de motor al piso frontal lado LH
- Soldadura de compartimento de motor al piso frontal lado RH
- Soldadura de piso frontal al piso posterior lado LH/RH
- Soldadura del compartimento motor al piso frontal.
- Soldadura del piso frontal al piso posterior
- Soldadura del compartimento motor al piso frontal lado LH/RH
- Soldadura del compartimento motor al piso frontal lado LH/RH
- Soldadura del piso frontal al piso posterior lado LH/RH
- SM4-1. Soldadura del piso frontal al piso posterior lado LH/RH
- Soldadura del piso posterior lado LH/RH
- Soldadura de las placas frontales al compartimento motor lado LH/RH
- Grabado de número VIN
- Grabado de números secretos
- Apertura de prensas mecánicas del JIG UB10
- Apertura de prensas neumáticas del JIG UB10.
- Verificación y limpieza de los puntos soldados
- Anclaje del elevador de cargas
- Soldadura punto CKD

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.2. Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-2

La tabla 6 representa el resumen de las actividades de la estación SM4-2, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 3-3: Resumen de la estación SM4-2

TIEMPO PROMEDIO	0:36:04
NÚMERO DE OPERADORES	2
TIEMPO ESTACIÓN	0:18:02

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para SM4-2

- Inspección visual y verificación del JIG 2 - UB20.
- Montaje del ensamblaje en el JIG 2 - UB20.
- Soldadura del compartimento de motor al piso frontal.
- Soldadura del compartimento de motor al piso frontal.
- Soldadura del piso frontal al piso posterior.
- Soldadura de la base del asiento FR lado LH/RH.
- Soldadura de las placas de refuerzo del compacto lado LH/RH.
- Soldadura del compartimento motor al piso frontal.
- Soldadura del piso frontal al piso posterior.
- Soldadura del compartimento motor.
- Soldadura MIG tuerca de compacto lado LH.
- Soldadura MIG del soporte de refuerzo FR-LH del compacto.
- Soldadura MIG del larguero de compacto FR-LH.
- Soldadura MIG de panel FR de compartimento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG del parante de radiador lado LH/RH.
- Soldadura MIG de compartimento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la base del amortiguador a la pared FR del compartimento motor lado
- Soldadura MIG del compartimento motor al piso frontal.
- Soldadura MIG de Braket de sensor en el piso frontal.
- Soldadura MIG de laterales de piso lado LH/RH.
- Instalación del bracket de la ECU del airbag.
- Soldadura MIG del bracket de la ECU del airbag.
- Soldadura MIG de compartimento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG del stud lado RH del compartimento motor.
- Aplicación de sellante para soldadura de punto en el compartimento motor.
- Verificación y limpieza de los puntos y cordones soldados.
- Doblar el gancho soporte del tubo de escape.
- Anclaje del elevador de cargas.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.3. Registro de tiempos para Haval M4 estación SM4-3

La tabla 7 representa el resumen de las actividades de la estación SM4-3, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 4-3: Resumen de la estación SM4-3.

TIEMPO PROMEDIO	1:31:41
NÚMERO DE OPERADORES	3
TIEMPO ESTACIÓN	0:30:34

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para SM4-3

- Inspección visual y verificación del JIG 3 - MB10.
- Instalación de las paredes laterales LH/RH en el JIG 3 - MB10.
- Cerrar las prensas mecánicas del JIG 3 - MB10.
- Instalación del ensamble: compartimiento motor y pisos en el JIG 3 - MB10.
- Cierre de laterales lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Instalación de los pines de seguridad lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Cerrar las prensas mecánicas internas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Instalación de la base del parabrisas en el JIG 3 - MB10.
- Cerrar la prensa mecánica de la base del parabrisas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Soldadura de las paredes laterales LH/RH al ensamble: compartimiento motor y pisos.
- Soldadura de las paredes laterales LH/RH al ensamble: compartimiento motor y pisos.
- Soldadura de la base del parabrisas al compartimiento motor.
- Soldadura de la base del parabrisas, compartimiento motor y pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura de la base del parabrisas, compartimiento motor y pared lateral lado LH/RH.
- Bajar brazos y cerrar prensas de brazos neumáticos lado LH/RH.
- Instalación de la viga frontal del techo.
- Instalación de la viga posterior del techo.
- Cerrar las prensas de los brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.
- Instalación de la pared posterior del compacto.
- Cerrar las prensas mecánicas de la pared posterior del compacto.
- Soldadura de la viga frontal del techo a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura de la viga posterior del techo a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura de la pared posterior del compacto lado LH.

- Soldadura de la pared posterior del compacto lado RH.
- Apertura de los brazos neumáticos FR/RR lado LH.
- Apertura de los brazos neumáticos FR/RR lado RH.
- Instalación del techo.
- Bajar los brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.
- Cerrar las prensas de los brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.
- Cerrar las prensas mecánicas del techo.
- Soldadura del techo del compacto a las paredes laterales lado LH/RH.
- Soldadura del techo a la viga frontal lado LH/RH.
- Soldadura del techo a la viga posterior lado LH.
- Soldadura del techo a la viga posterior lado RH.
- Soldadura del techo a la viga posterior lado LH/RH.
- Marcación de puntos soldados y limpieza de cabina.
- Apertura de brazos y prensas neumáticas FR/RR lado LH del JIG 3 - MB10.
- Apertura de brazos y prensas neumáticas FR/RR lado RH del JIG 3 - MB10.
- Apertura de prensas mecánicas superiores lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Apertura de prensas mecánicas internas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Retirar los pines de seguridad del JIG 3 - MB10.
- Apertura de los laterales lado LH/RH del JIG 3 - MB10.
- Anclaje de la canastilla en la cabina.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.4. Registro de tiempos para Haval M4 estación SR2

La tabla 8 representa el resumen de las actividades de la estación SR2, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 5-3: Resumen de la estación SR2.

TIEMPO PROMEDIO	1:23:32
NÚMERO DE OPERADORES	3
TIEMPO ESTACIÓN	0:27:51

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para SR2

- Transportación de la cabina en el JIG-4 MB20 hacia la estación de trabajo SR-2.

- Transportación de la cabina en el JIG-4 MB20 hacia la estación de trabajo SR-2.
- Soldadura de la viga lateral lado LH/RH del compartimiento motor.
- Soldadura del compartimiento motor a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura del piso FR a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura del piso RR a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura del piso RR a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura del piso RR a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura del piso RR a la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura de la base del parabrisas lado LH/RH al compartimiento motor.
- Instalación de las placas laterales lado LH/RH.
- Soldadura de la placa lateral de guardafangos lado LH/RH.
- Soldadura de la placa lateral de guardafangos lado LH/RH.
- Soldadura del panel posterior con la pared lateral lado LH.
- Soldadura del panel posterior con la pared lateral lado RH.
- Soldadura de la pared posterior al piso posterior lado RH.
- Soldadura del techo al lateral lado LH/RH.
- Soldadura del panel soporte del techo lado LH/RH.
- Soldadura de la pared lateral lado LH/RH.
- Limpieza y marcación de puntos de soldadura.
- Colocación de la cabina en el dolley.
- Traslado de la cabina a la estación M4 MIG.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.5. Registro de tiempos para Haval M4 estación SMIG-1

La tabla 9 representa el resumen de las actividades de la estación SMIG-1, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 6-3: Resumen de la estación SMIG-1.

TIEMPO PROMEDIO	0:25:27
NÚMERO DE OPERADORES	1
TIEMPO ESTACIÓN	0:25:27

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para SMIG-1

- Inspección de la soldadora MIG.
- Transportación de la cabina del JIG-4 MB20 hacia la estación de trabajo SMIG-1
- Soldadura MIG de la placa soporte de la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura MIG del compartimiento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la placa soporte de la pared lateral lado LH/RH.
- Soldadura MIG del compartimiento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la placa soporte del capot a la pared lateral lado LH/RH.
- instalación de Brackets soportes de guardafangos lado LH/RH.
- Soldadura MIG del bracket soporte del guardafango lado LH/RH a la pared lateral LH/RH.
- Soldadura MIG del stud lado LH/RH de la pared frontal del compartimiento motor.
- Soldadura MIG del stud lado LH/RH de la pared frontal del compartimiento motor.
- Soldadura MIG del refuerzo de la pared frontal del compartimiento motor lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG del guardapolvo lado LH/RH de la carrocería.
- Soldadura MIG de la pared lateral a la pared posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral a la pared posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral al piso posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral al piso posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral a la pared posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared lateral a la pared posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG de la pared posterior de la carrocería lado LH/RH.
- Soldadura MIG del soporte del sistema de escape lado RH.
- Verificación y marcación de cordones de soldadura en la carrocería.
- Traslado de la unidad a la siguiente estación de trabajo ADJ-1.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.6. Registro de tiempos para Haval M4 estación ADJ-0

La tabla 10 representa el resumen de las actividades de la estación ADJ-0, donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 7-3: Resumen de la estación ADJ-0.

TIEMPO PROMEDIO	0:19:42
NÚMERO DE OPERADORES	1
TIEMPO ESTACIÓN	0:19:42

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para ADJ-0

- Montaje del JIG de instalación de puertas posteriores lado LH/RH.
- Montaje del JIG de instalación de puertas posteriores lado LH/RH.
- Instalación de puertas posteriores lado LH/RH y retiro de los JIG´s de instalación.
- Traslado de la cabina hacia la estación ADJ-2.
- Montaje del JIG de instalación de puertas delanteras lado LH/RH.
- Instalación de puertas delanteras lado LH/RH.
- Instalación de puertas delanteras lado LH/RH y retiro de los JIG´s de instalación.
- limpieza y verificación de cabina.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.7. Registro de tiempos para Haval M4 estación ADJ-2

La tabla 11 representa el resumen de las actividades de la estación ADJ-2 donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 8-3: Resumen de la estación ADJ-2

TIEMPO PROMEDIO	0:55:58
NÚMERO DE OPERADORES	2
TIEMPO ESTACIÓN	0:27:59

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para ADJ-2

- Empotramiento del soporte del radiador.
- Instalación de guardafangos LH/RH.
- Cuadratura y ajuste de las puertas posteriores lado LH/RH.
- Cuadratura y ajuste de las puertas delanteras lado LH/RH.
- cuadratura de capot
- Traslado de la cabina hacia la estación ADJ-4.

- Ajuste de Compuerta
(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.13.8. Registro de tiempos para Haval M4 estación MF -1

La tabla 12 representa el resumen de las actividades de la estación MF-1 donde se da a conocer el promedio de la muestra de la estación a continuación se detalla las actividades para el proceso y muestra la tabla de tiempos de la estación.

Tabla 4-2: Resumen de la estación MF-1.

TIEMPO PROMEDIO	0:49:07
NÚMERO DE OPERADORES	2
TIEMPO ESTACIÓN	0:24:34

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Actividades para MF-1

- Instalación de Brackets LH/RH y Montaje del guardachoque delantero.
- Instalación de los Brackets LH/RH del soporte del condensador inferior y Braket del soporte del refrigerante.
- Instalación del Gancho para remolque LH.
- Instalación de Brackets de refuerzo y soporte del Guardachoque posterior.
- Instalación del Guardachoque posterior.
- Instalación de la Tapa del combustible.
- Ajuste de pernos en la parte posterior LH/RH interna de la cabina.
- Instalación de Brackets del panel de instrumentos LH/RH.
- Amarre de rieles y Brackets en la parte frontal superior LH/RH interno de la cabina.
- Lijado de puntos de suelda en las puertas delanteras y posteriores LH/RH.
- Limpieza interna de la cabina.
- Limpieza externa de la cabina.
- Traslado de la cabina hacia la estación MF
- Lijado y limpieza del Capot.
- Lijado y limpieza interna del compartimiento del motor.
- Lijado y limpieza del guardafango LH/RH.
- Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas delanteras LH/RH.
- Lijado y limpieza de las partes laterales delanteras LH/RH de la cabina.
- Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas posteriores LH/RH.

- Lijado y limpieza de las partes laterales posteriores LH/RH de la cabina.
- Lijado y limpieza de los laterales posteriores LH/RH de la cabina.
- Lijado y limpieza de la compuerta posterior.
- Lijado y limpieza del techo.
- Traslado de la cabina hacia la estación MF-3.
- Verificación y enderezado de la superficie del capot.
- Verificación de la superficie externa del guardafango LH/RH.
- Verificación de la superficie externa e interna de la puerta delantera LH y RH.
- Verificación de la superficie o bordes de las paredes laterales LH y RH delanteras.
- Verificación de la superficie externa e interna de la puerta posteriores LH y RH.
- Verificación de la superficie externa e interna de las paredes laterales LH y RH posteriores.
- Verificación de la superficie del parante posterior LH/RH.
- verificación de la superficie de la pared posterior de la cabina.
- Verificación de la superficie del techo de la cabina
- Verificación de la superficie de piso parte interna LH/RH de la cabina.
- Verificación de la superficie de los parantes internos A, B, C LH/RH de la cabina.
- Traslado de la cabina hacia la compuerta de calidad.

(SOLDADURA CIAUTO, 2020).

3.14. Estado del estudio de tiempos para el automóvil M4

Para el estudio de tiempos se toma los datos obtenidos en cada estación como se muestra en la tabla la misma consta de 5 tomas por cada Estación y se calcula el promedio de estas cinco muestras para el número de operadores para encontrar el tiempo real en cada estación o el tiempo por operación, y la estación de SM4-1 y SM4-2 se fusionan debido a que estas son realizadas por el mismo personal de la primera estación, sin embargo se toma en cuenta el balance de las estaciones para unir las en el balance.

Tabla 9-3: Toma de tiempos de estaciones de soldadura Haval M4

Nº	ESTACIO N	TOMA 1 (minutos)	TOMA 2 (minutos)	TOMA 3 (minutos)	TOMA 4 (minutos)	TOMA 5 (minutos)	PROMEDI O (minutos)	NÚMERO DE OPERADORE S
1	SM4-1	39,11	38,86	42,42	38,13	38,33	39,37	1
2	SM4-2	35,21	37,21	37,54	34,45	35,55	36	2
3	SM4-3	89,74	85,25	87,05	103,2	92,29	91,51	2
4	SR-2	80,63	86,27	80,64	79,01	90,31	83,37	2
5	SMIG-1	25,25	25,63	27,4	24,75	23,99	25,4	1

6	ADJ-0	31,9	28,98	27,56	25,67	27,33	28,29	1
7	ADJ-2	54,99	65,94	51,15	53,9	53,35	55,86	2
8	MF1	58,14	47,19	57,79	45,74	56,21	53,01	2

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.15. Estudio de tiempos tomando en cuenta tiempos suplementarios

En la tabla muestra la adición del 9% de tiempo suplementario a cada una de las tomas de esta manera se asegura que cada estación, se encuentre balanceada añadiendo estos tiempos el personal tiene tiempos de reposición, sin embargo, la planta maneja un receso el cual hace que el operador se encuentre más descansado para continuar con las operaciones.

Tabla 10-3: Toma de tiempos de estaciones, incrementado tiempo suplemento.

Nº	ESTACION	TOMA 1 (minutos)	TOMA 2 (minutos)	TOMA 3 (minutos)	TOMA 4 (minutos)	TOMA 5 (minutos)	PROMEDIO	Nº OPERADORES
1	SM4-1	42,63	42,35	46,23	41,57	41,79	42,92	1
2	SM4-2	38,39	40,55	40,92	37,54	38,74	39,24	2
3	SM4-3	97,83	92,94	94,88	112,50	100,59	99,74	2
4	SR-1	87,88	94,03	87,91	86,13	98,42	90,87	2
5	SMIG-1	27,53	27,93	29,86	26,98	26,15	27,70	1
6	ADJ-0	34,78	31,59	30,04	27,98	29,79	30,84	1
7	ADJ-2	59,95	71,88	55,74	58,74	58,14	60,90	2
8	MF1	63,38	51,43	62,99	49,87	61,26	57,79	2

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

En la tabla se muestra el análisis de la media, esta tabla indica los límites central, superior e inferior, donde los promedios de las tomas van a oscilar, estas muestras se juntan mediante el cálculo de la tabla para lo cual se calcula mediante la selección de la tabla, también muestra la relación de unidades por minuto para observar la productividad en cada una de las estaciones, y compararlas con futuros estudios.

Tabla 11-3: Parámetros para carta de control X barra-R.

Número de muestra	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones estándares						Diagrama para amplitudes						
	factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control				
	A	A2	A3	C1	1/C1	B1	B2	B3	B4	d2	1/d2	d3	D1	D2	D3	D4
5	1,342	0,577	1,427	0,944	1,0638	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,114

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Tabla 12-3: Datos para la gráfica de la carta de control X barra-R

X ANALISIS						
RANGO	X	UCL	CL	LCL	Minutos OP	Unidad/min
0:08:04	41,07	39,3899	33,4016	27,4299	41,09	0,02
0:19:36	39,889	39,3899	33,4016	27,4299	39,58	0,03
0:12:20	36,3459	39,3899	33,4016	27,4299	36,25	0,03
0:03:43	27,696	39,3899	33,4016	27,4299	27,45	0,04
0:06:49	30,8399	39,3899	33,4016	27,4299	30,54	0,03
0:16:10	30,4407	39,3899	33,4016	27,4299	30,3	0,03
0:13:09	26,7146	39,3899	33,4016	27,4299	26,46	0,04
0:03:17	34,2666	39,3899	33,4016	27,4299	17,1	0,06
0:10:23	33,4016					

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.16. Generación de Gráficas de control

Las gráficas de control son las herramientas mayormente usadas establecer límites en un proceso productivo en la planta de soldadura, para ello se basan en a síntesis del estudio de tiempos la gráfica muestra el tiempo de producción durante el proceso de soldadura y ajuste, estableciendo una gráfica o carta de control la cual muestra que el proceso no se mantiene controlado.

El funcionamiento de la estación SM4-1 y SM4-2, se considera una estación debido a que el el mismo personal se encuentra operando además del tiempo de producción este proceso se

encuentra realizando un retraso en la producción debido a que este es el primero que realiza la operación.

3.16.1. Gráfica de control

Para esta gráfica se usa la tabla 17, que muestra los datos utilizados para la gráfica de control donde los datos o tiempos tomados son divididos para el número de operadores para mostrar el tiempo de operación de la estación.

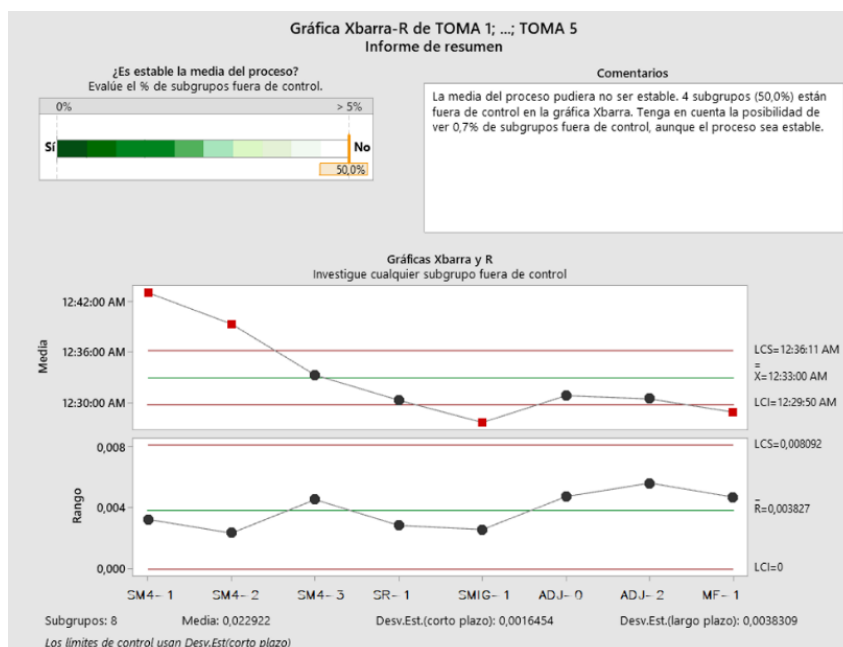
Tabla 13-3: Tiempo de operación de estación por persona.

ESTACION	TOMA 1 (minutos)	TOMA 2 (minutos)	TOMA 3 (minutos)	TOMA 4 (minutos)	TOMA 5 (minutos)	PROMEDIO (minutos)
SM4-1	42,63	42,35	46,23	41,57	41,79	42,92
SM4-2	38,39	40,55	40,92	37,54	38,74	39,24
SM4-3	32,60	30,97	31,62	37,49	33,53	33,25
SR-1	29,29	31,34	29,31	28,71	32,80	30,29
SMIG-1	27,53	27,93	29,86	26,98	26,15	27,70
ADJ-0	34,78	31,59	30,04	27,98	29,79	30,84
ADJ-2	29,97	35,95	27,88	29,38	29,08	30,44
MF1	31,69	25,72	31,49	24,93	30,64	27,59

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La gráfica realizada es de tipo variable o continua debido a que la variable principal es tiempo, y debido a que el número de muestras tomadas es inferior a ocho tomas, la elección es de Xbarra-R es decir una carta de control de promedios.

Tabla 14-3: Carta de control de Haval M4 MINITAB Continua.



Realizado por: (Cousen, E. 2021).

En la gráfica se muestra que las estaciones uno, dos, cinco y ocho se encuentran fuera de control en el caso de las estaciones uno y dos exceden el tiempo y las estaciones cinco y ocho están debajo del tiempo promedio.

Ahora usando seis sigmas se reduce los límites de control, para graficar los límites de control en minitab se transcribe la tabla en el software , dirigirse a la barra de estadísticas y seleccionar gráficas de control, en esta opción se elige X barra-R, debido a que es un dato continuo y con un número inferior a ocho muestras, seleccionar las columnas de las tomas y finalmente en opciones de X barra – R en la opción pruebas incrementar de tres a seis la prueba de desviación estándar central para y de esta manera dar menor variabilidad al control de los datos y disminuir la fluctuación del tiempo en las estaciones, de esta forma el sistema al encontrarse en seis sigmas se hace más controlado y generar la gráfica de control.

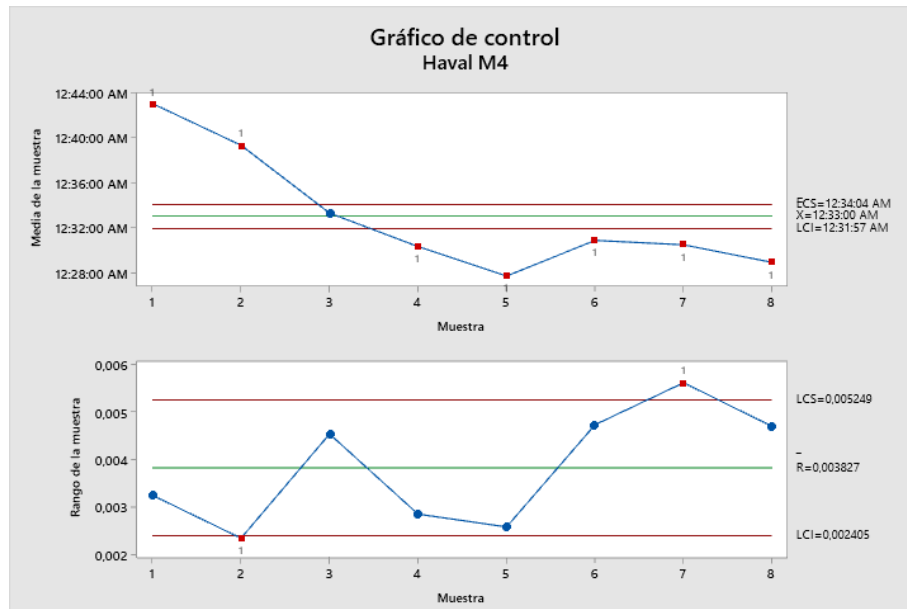


Figura 9-3: Gráfica de control usando Seis Sigma.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.17. Análisis de las Línea de producción del automóvil Haval M4

Se muestra un análisis de la línea de producción como primera instancia la línea de soldadura de punto y la línea de ajuste y acabado metálico, de esta manera se puede realizar un estudio para el correcto uso del tiempo del personal distribuyéndolos de una manera más adecuada.

3.17.1. Estudio de la línea de soldadura de punto

En este estudio se muestra que las dos primeras estaciones se encuentran desequilibradas respecto al resto de estaciones, con la actual configuración de la línea se elabora 20 unidades, con un tiempo de 7 horas y cinco minutos como tiempo neto productivo, se usa 7 operadores en toda la línea sin embargo en las estaciones SM4-3 y SR-2, un operador polivalente realiza actividades en ambas estaciones, para disminuir la fluctuación de las estaciones desequilibradas se puede agregar un operador a las primeras estaciones para que la producción fluya y se pueda incrementar la productividad de la planta.

Tabla 15-3: Resumen línea de tiempos de soldadura de punto.

TIEMPOS DE PRODUCCIÓN SOLDADURA DE PUNTO		HORAS DE TRABAJO
Jornada Laboral	8:00:00	7,083
horas de operación	7:05:00	
unidades producidas	20,66	

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Tabla 16-3: Tiempo disponible de producción de soldadura de punto.

N°	ESTACION	PROM	OP	UNIDADES	T	MIN OPERACIÓN	Unidad/min	Unidad Totales
1	SM4-1 & SM4-2	1:22:18	2	1,00	0:41:09	41,15	0,024	0,049
2	SM4-3	1:39:56	2,5	1,00	0:39:58	39,96	0,025	0,063
3	SR-2	1:31:03	2,5	1,00	0:36:25	36,42	0,027	0,069

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Tabla 17-3: Relación entre unidades y operadores de soldadura de punto.

OPERADORES	UNIDADES	
7	2,916	Unidad/Hora
	20,66	Unidades Diarias

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.17.2. Estudio de la línea de ajuste y acabado metálico

Para la línea de ajuste y acabado metálico se realizan catorce unidades con un número de operadores igual a siete, a su vez el tiempo de operación es mayor debido a que la línea de ajuste no existe la actividad de mantenimiento por limado de caps, esta operación disminuye el tiempo de operación, sin embargo, la línea se encuentra balanceada, pero se podría ajustar para realizar un mayor número de unidades al terminar el proceso, ya sea interviniendo en el proceso o en las herramientas.

Tabla 18-3: Resumen línea de tiempos de Ajuste y acabado metálico

Nº	ESTACION	PROM	OP	UNIDADES	Minutos OP	Unidad/min	Unidad Totales/ min
4	SMIG-1	0:27:45	1	1,00	27,45	0,0364	0,036
5	ADJ-0 & ADJ-1	0:30:54	1	1,00	30,54	0,0327	0,033
6	ADJ-3	1:01:01	2	1,00	61,01	0,0164	0,033
7	MF1	0:53:32	2	1,00	53,32	0,0188	0,038
8	SEC	0:17:10	1	2,00	17,1	0,0585	0,058

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Tabla 19-3: Tiempos disponibles de producción línea de ajuste y acabado metálico.

CONTOL DE PRODUCCIÓN AJUSTE		HORAS DE TRABAJO
Jornada Laboral	8:00:00	7,41666
horas de operación	7:25:00	
unidades producidas	14,57	
operadores necesarios	7	

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Tabla 20-3: Relación entre unidades y operadores de la línea de ajuste y acabado metálico.

OPERADORES	UNIDADES	
7	1,965	Unidad/Hora
	14,57	Unidades Diarias

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.18. Implementación de la automatización

Realizado el estudio de tiempo se evidencia que durante el proceso de producción el análisis para un balance de línea es indispensable, la recolección de datos reales del proceso, la automatización de la planta para el registro de estos tiempos es una herramienta de lean manufacturing que facilita y mejora el proceso, para la implementación de una automatización, se debe tomar en cuenta los parámetros establecidos por la organización, siendo esta una característica importante dentro del sistema.

La tecnología permite realizar este tipo de automatización mediante el uso de sensores, controladores y actuadores, así como el conocimiento dentro de la programación del PLC, implementar el sistema abarca un estudio amplio de todo un conjunto de sistemas.

3.18.1. *Requerimientos del sistema*

El personal de producción a determinado parámetros para la implementación de sistema de automatización para el registro de tiempos, los cuales se basan en funcionalidad, apariencia, factibilidad de comprensión y mantenimiento, estableciendo una hoja de operaciones del sistema.

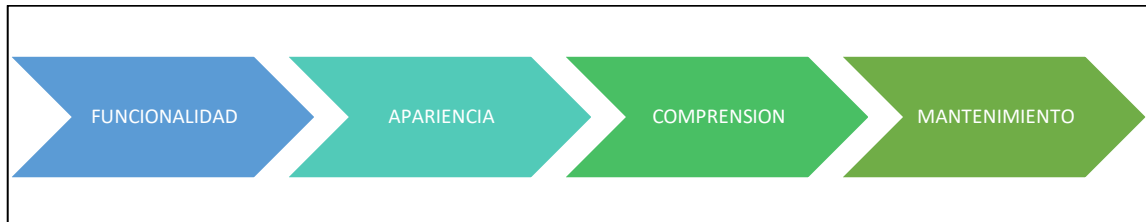


Figura 10-3: Requerimientos del sistema.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Un sistema ANDON para indicar el estado de producción de cada línea permitiendo visualizar si la producción cumple con el Takt time establecido según el número de unidades y el tiempo disponible en cada línea.

3.18.2. *Funcionalidad*

El sistema cumple con los siguientes parámetros físicos establecidos por la planta:

Para el inicio del sistema se usa una plataforma digital mediante HMI digital con el uso de Logo Web, para dar inicio al sistema el cual activa todos los contadores de las estaciones, y permite el registro esta aplicación es digital y se usa mediante el uso de páginas web, también establece un Takt time ingresando el tiempo disponible de operación y el número de unidades que se van a producir.



Figura 11-3: Función del sistema.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

El Sistema inicia mediante pulsos eléctricos, accionado por un botón normalmente abierto (NA), el cual debe cumplir con las siguientes funciones:

Para el inicio y fin del sistema de registros se debe dar un pulso, quien contabiliza el tiempo internamente al pulsar por primera vez, y finaliza al ser presionando una vez más, el sistema tiene un único pulsador para realizar el registro del tiempo, y usa la siguiente secuencia: se presiona el botón y realiza el conteo cuando se termina la unidad se presiona el mismo botón el cual almacena el tiempo registrado e inicia un nuevo conteo continuando un bucle hasta finalizar la jornada de operaciones en la planta.

Para pausar el tiempo, se realiza mediante dos pulsos consecutivos dentro de 2 segundos, deteniendo el conteo del tiempo. Para reiniciar el ciclo se debe pulsar una vez, transcurrido el tiempo de espera.

El tiempo se compara con un Takt time establecido al inicio del sistema, el tiempo transcurrido activa una señal visual de color verde al encontrarse por debajo del tiempo establecido, y una señal lumínica roja cuando el tiempo se ha excedido es decir activa una alarma al encontrarse el tiempo fuera de control en la línea de soldadura de punto y la línea de ajuste y acabado metálico. La visualización mediante Logo Web para que el personal de producción pueda identificar la estación retrasada, así como la media general de los tiempos para mantener una visión global del tiempo y gráficas del tiempo actual y tiempo promedio, a la vez poder realizar un paro de emergencia encendiendo las dos señales.

El tiempo registrado se extrae de la memoria EPROM del PLC, descargando directamente del programa un archivo xls, para abrir el archivo se utiliza una plantilla en Excel, para facilitar el desarrollo del balance de línea.

3.18.3. Apariencia

En este ítem se toma en cuenta la apariencia física y digital del sistema, para las conexiones se usó cable de tipo flexible AGW 18, enviado por los canales de la red principal de la planta. La mayor parte de conexiones son subterráneas, recubiertas por una manguera corrugada para incrementar la vida útil del cable y proteger los terminales, la apariencia de las conexiones es importante para mantener la estética de la planta, homologando cada estación.



Figura 12-3: Conexiones internas para pulsadores NA.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para la apariencia digital la distribución correcta de componentes visuales para el desarrollo de la plataforma, se debe mantener un espacio digital con apariencia minimalista y simple para facilitar la identificación de todos los componentes.

3.18.4. *Facilidad de comprensión*

El sistema contiene un lenguaje de comunicación con el usuario simple, con respecto al personal de la planta se tiene una operación sencilla, y se limita a presionar un botón al finalizar cada unidad y dos veces para pausar el sistema de conteo durante las pausas que la planta decida tomar, la comunicación del sistema con el personal de producción es simple, donde se introduce variables simples al inicio de cada jornada de trabajo visualizando el tiempo de producción de cada estación en tiempo real, determinando puestos conflictivos o que mantienen un retraso en su producción para la fabricación del automóvil Haval M4.

La comunicación visual mediante balizas facilita al operador identificar los retrasos de la línea de producción, los operadores pueden conocer el estado actual de la línea productiva manteniendo un código de colores, fácil de identificar denominado semáforo mediante el sistema ANDON que permite mayor fluidez en el proceso.

3.18.4. *Mantenimiento*

Es recomendable realizar un mantenimiento del sistema cada 6 meses debido a las actualizaciones del software, manteniendo de esta forma al sistema funcional y estable durante el tiempo, el mantenimiento consiste en la extracción de la memoria SD del PLC para formatear su contenido, para mejorar la fluidez del sistema, esta operación se la realiza un formato fat32 disponible en

cualquier tipo de ordenador, y actualizar el software cuando este lo requiera, en cuanto las conexiones físicas se sugiere mantener en el ambiente recomendado no manipular los componentes sin un conocimiento previo de los mismos, también verificar el estado de las conexiones principales para mantener un diferencial de potencial estable a 120v.



Figura 13-3: Mantenimiento.

Fuente: Anónimo bajo licencia CC BY-SA-NC

Las conexiones cuentan con un etiquetado por estación para facilitar la identificación del cableado, al identificar las conexiones fácilmente el mantenimiento es más rápido y eficiente, el etiquetado se encuentra distribuido en las ocho estaciones de la planta, seccionado en la línea de ajuste y línea de soldadura de punto. Para la comunicación del PLC se usa cableado ethernet, y una alimentación de 110v.

3.19. Desarrollo de la Programación en PLC LOGO

Para desarrollo de la programación del sistema de registro de tiempos se requiere identificar el tipo de controlador a utilizar, debido a que es un sistema que no necesita una gran cantidad de recursos, se requiere el uso de un PLC logo, este controlador se comunica con dos tipos de programación FUP y KOP, la programación FUP se basa en circuitos y conexión interna, y la programación KOP funciona a manera de ladder la cual se basa en la programación tipo cascada, para la programación se debe mantener en cuenta la factibilidad de la comprensión de la misma por lo que se usa el lenguaje FUP pero en una exportación KOP .

Para esta programación se determina los recursos mínimos para la instalación, por lo que se requiere 8 entradas y cuatro salidas, las cuales dejan justo al PLC logo, si se quisiera realizar una posible ampliación se puede con la ayuda del acople de módulos estos permiten tener un mayor número de entradas y salidas si se trata de un módulo de entradas. otros módulos como analógicos pueden leer señales analógicas para determinar variables, y conocer la interfaz de LOGO, el software usado es Logo V8, con la actualización 2.0, en la imagen se puede identificar las principales partes de la interfaz de logo Soft.

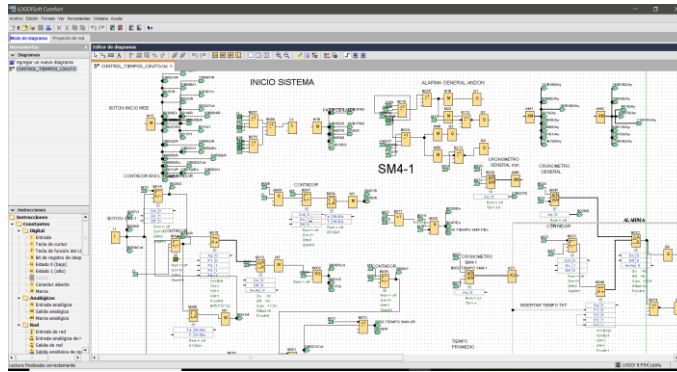


Figura 14-3: Programación en logo SOFT.
 Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La programación requiere mantener protocolos de comunicación mediante el uso de puertos de comunicación Ethernet RJ45, para descargar y conectar a la red la información emitida por el PLC, y conexiones internas para la comunicación del computador, para ello se seleccionó el logo 8 FS4, el cual es compatible con la versión de nuestro PLC.

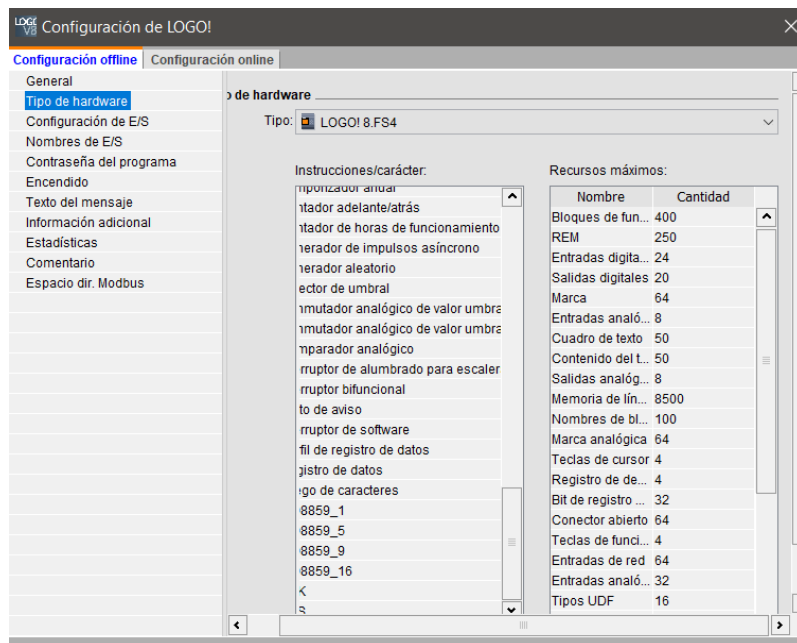


Figura 15-3: Selección De Logo 8FS4.
 Realizado por: (Cousen, E. 2021).

También la configuración de red para establecer la comunicación mediante la dirección IP del PLC, estableciendo un IP al PLC de 192.168.59.93 esta dirección permitirá la conexión de la red con el PLC a red de la planta para ello la IP debe ser única. Mientras la máscara se asigna automáticamente y una pasarela la cual permite el intercambio de comunicación.

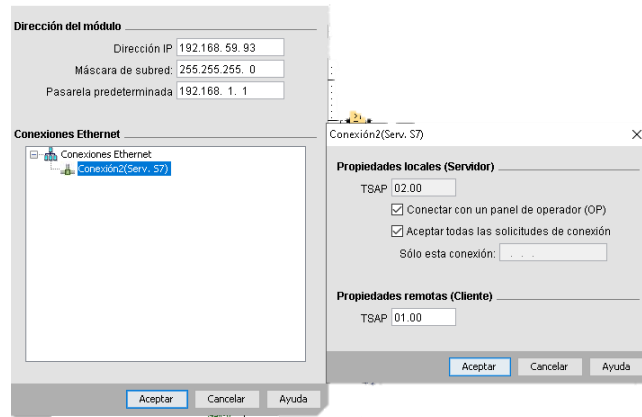


Figura 16-3: Direcciones IP del sistema.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para comunicarse con una red se usa la interfaz Realtek RTL8192CU Wireless LAN 8, para establecer la conexión inalámbrica de la programación, estos parámetros establecen la comunicación entre el dispositivo de control y las acciones que este realiza.

3.20. Leguaje FUP usado para el sistema la programación

Como ya se mencionó el lenguaje FUP o diagrama de funciones, utiliza conexiones virtuales, las cuales se van conectando mediante diagramas, estos se dividen en bloques de instrucciones las cuales permiten seleccionar los componentes necesarios para que el programa se desarrolle de manera opima, este lenguaje permite identificar de manera más optima las funciones ya que el software permite la simulación del programa permitiendo visualizar defectos y fallas en el sistema, las instrucciones principales son: Constantes, funciones básicas, funciones especiales, perfil de registro de datos y UDF.

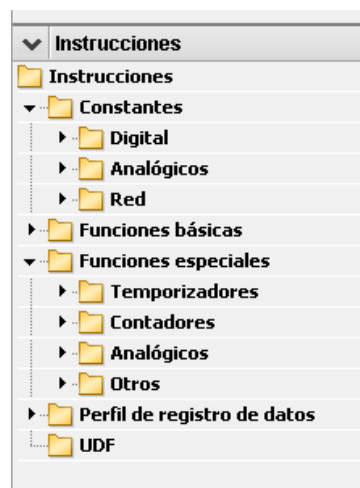


Figura 17-3: Bloques de FUP, en logo SOFT.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Las constantes usadas en la programación son entradas analógicas, digitales y marcas, siendo las marcas las más usadas debido a que ellas permiten cerrar un circuito, también se asignan valores virtuales de 0 y 1 como estado ON, Off, y las digitales sirven para determinar valores independientes sienta estas indispensables para el control de Takt time, y establecer la selección de unidades producidas durante un periodo de tiempo.

Las funciones básicas son el soporte de pulsos del sistema para reiniciar variables y permitir el acceso de los pulsos y realizar las funciones estas compuertas lógicas se apoyan en la algebra booleana para determinar el tipo de valores.

Como funciones especiales el uso de temporizadores y contadores es indispensable para el sistema, es el corazón de la programación ya que estos bloques son quienes van a marcar los obtenidos por el registro de los operadores apoyados en el bloque de cronómetros y timers, para reiniciar o iniciar conteos.

El perfil de registro de datos es la función que toma los datos realizados o registrados por las funciones especiales para almacenar en la memoria del PLC.

3.21. Variables principales

Se muestras a continuación en la tabla la lista de las variables usadas para la programación de recolección de tiempos para el automóvil Great Wall M4, estas variables permiten ingresar valores al sistema y comparar con los tiempos registrados por las funciones especiales, esta lista de variables contiene una dirección la cual facilita la programación en LWE.

Tabla 21-3: Variables del sistema.

Dirección del módulo				
Dirección IP	192.168.1.3			
Máscara de subred:	255.255.255.0			
Pasarela predeterminada	192.168.1.1			
Conexión2 (Servidor)				
Propiedades locales (Servidor)				
TSAP 02.00 Conectar con un panel de operador (OP) Aceptar todas las solicitudes de conexión				
Propiedades remotas (Cliente) TSAP 01.00				
ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	T003 TIEMPO SM4-1 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	6
2	C021 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	8
3	SF026 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	14
4	SF027 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	16
5	SF060 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	18
6	C050 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	20

7	SF059 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	24
8	T030 TIEMPO SM4-1 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	26
9	SF019 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	28
10	T028 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	30
11	T061 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	32
12	T094 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	34
13	SF093 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	36
14	SF092 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	38
15	T088 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	40
16	C083 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	42
17	C113 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	46
18	T118 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	50
19	T124 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	52
20	SF122 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	54
21	SF123 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	56
22	T047 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	58
23	T055 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	60
24	SF120 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	62
25	SF195 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	64
26	SF132 t seg promed [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	66
27	T158 T seg [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	68
28	T203 T min [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	70
29	C184 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	72
30	C148 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	76
31	C170 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	80
32	C191 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	84
33	T134 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	88
34	T153 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	90
35	T175 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	92
36	T202 T min [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	94
37	T200 T min [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	96
38	T201 [Cronómetro]	Tiempo de salida	Word	98
39	SF204 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	100
40	SF205 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	102
41	SF206 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	104
42	SF151 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	106
43	SF173 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	108
44	SF194 [Instrucción aritmética]	AQ amplificada	Word	110

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.21.1. Entradas del sistema

- I1 para SM4-1
- I2 para SM4-4
- I3 para SM4-3
- I4 para SR2
- I5 para SMIG-1
- I6 para ADJ-0
- I7 para ADJ-2
- I8 para-MF-1

3.21.2. Salidas del sistema

- Q1 para Baliza Verde línea 1
- Q2 para Baliza Roja línea 1
- Q3 para Baliza Verde línea 2
- Q4 para Baliza Roja línea 2

3.22. Inicio del sistema

Para el inicio del sistema se usa una memoria determinada por el bloque M13 la cual da inicio al sistema mediante la activación web, a su vez el registro de datos determinado por el boque L1, requiere encenderse mediante la captura en el instante que el tiempo se haya registrado para ello el uso de las funciones básicas como la compuerta OR hace que el sistema tome los datos cuando el sistema realice el fin de cada ciclo de operaciones.

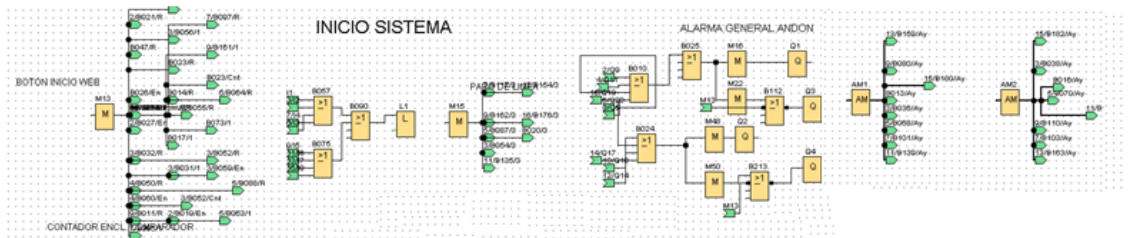


Figura 18-3: Programación inicio del sistema
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La alarma para el control ANDON activa las salidas Q1, Q2, Q3, Q4 del PLC para activar las señales de la planta si el sistema se encuentra en retraso o la producción mantiene sus parámetros,

y establecemos las variables principales para determinar el número de modelos para una posterior ampliación de la automatización mediante los bloques AM.

3.2.3. Programación para SM4-1

El sistema inicia con una estimulación eléctrica emitido por un pulsador físico NA, este cronometra la operación en la estación , y durante 3 segundos establecidos por un contador con retardo a la conexión resetea el sistema de conteo para que se pueda iniciar un nuevo ciclo, al presionar por segunda vez se realiza una captura del tiempo mediante el bloque L1 resetea el tiempo cronometrado e inicia un nuevo ciclo, esta función se realiza cuando la producción se encuentre sin problemas y fluya durante la producción.

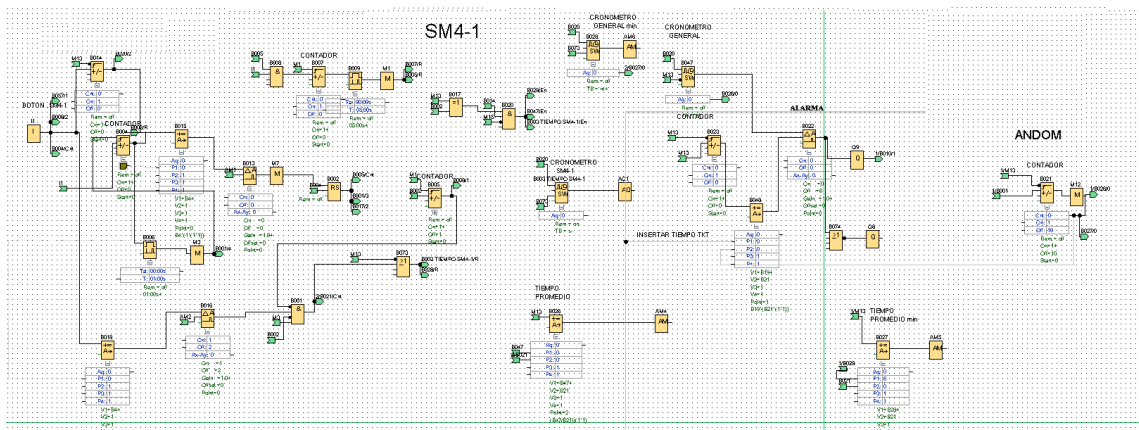


Figura 19-3: Programación SM4-1.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Cuando la producción requiera una pausa en cada estación el personal pulsa dos veces seguidas en un lapso de dos segundos para poner pausa el tiempo que se está registrado, este proceso se puede realizar durante recesos y horarios de alimentación, para reiniciar el ciclo de trabajo se debe tomar en cuenta un tiempo de espera el cual es de 5 segundos durante este ciclo el operador no puede presionar el pulsador, ya que este tiempo haya transcurrido, se presiona una vez para que el tiempo continúe con el conteo de la estación.

Para el sistema ANDON los tiempos son tomados de los contadores y se acumulan en un contador general, y mediante el registro de las variables como el tiempo total de producción y número de unidades a producir se obtiene el Takt time para ser comparado con el cronometro general. Este realiza una operación de comparación con el bloque el cual enciende la salida Q1 representado por la baliza roja para identificar un retraso en el sistema, y apagando la baliza roja accionada por Q2 y virtualmente accionando señaléticas de retardo o equilibrio.

3.31. Exportación a KOP

La exportación a un lenguaje KOP es muy importante porque permite la interconexión y exportación del programa, para posibles ampliaciones o facilitar la interconexión con un nuevo dispositivo con mayores características es decir si se requiere incrementar un modelo y este programa debe migrar a un PLC S7 1200 el lenguaje KOP tiene mayor compatibilidad con estos tipos de dispositivos, para una exportación a KOP se debe seleccionar la opción convertir KOP por lo que el programa modificara su lenguaje y se obtiene un lenguaje de cascada.

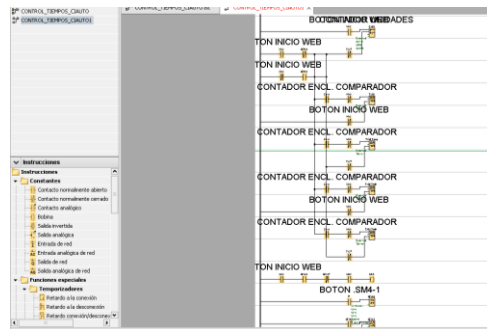


Figura 20-3: Exportación a KOP.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La universalidad de este programa hace que se utilicen contactos abiertos y cerrados, contadores, y cronómetros, usando un tipo de conexión secuencial o de cascada, convirtiendo en un lenguaje común de programación.

3.32. Conexiones para PLC LOGO

Las conexiones del PLC logo para el registro de tiempos, son sencillas, pero se analizó las variables más comunes para que no se produzcan fallos en el sistema en un posterior futuro, lo más importante en las conexiones es proteger al controlador del sistema y mantener las conexiones en condiciones óptimas, para ello se requiere analizar las conexiones virtualmente.



Figura 21-3: Conexiones del sistema de recolección de tiempos.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

El uso del software CadeSimu sirve para visualizar posibles fallos o conexiones erradas en el sistema , donde se verifica el funcionamiento de encendido de entradas y salidas del PLC, para evitar cortos durante la instalación , este software permite la programación en Lader pero se limita al no poseer las características de programación de un PLC logo por lo que la simulación del sistema se desarrolla en el software de logo, las conexiones son más visibles en este tipo de programación por lo que el esquema se muestra en la siguiente figura, el sistema es alimentado por una línea de 110v.

3.33. Esquema eléctrico para el PLC logo en CADE SIMU

La línea alimenta a las salidas ya que estas se encuentran en modo relé para el funcionamiento del sistema ANDON, finalmente se conecta el puerto ethernet con un cable de entrada RJ45 a la red principal de la planta, y un neutro.

La línea da los pulsos eléctricos de cada entrada por lo que se requiere alimentar a cada pulsador NA con la línea a la entrada, para permitir el paso de la corriente, internamente el PLC se encuentra cerrando el circuito con neutro a este esquema.

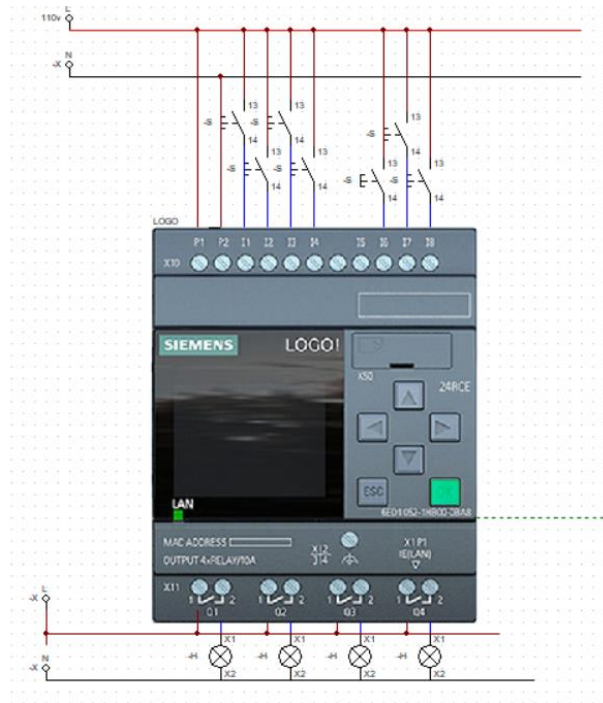


Figura 22-3: Conexión en CADE SIMU DEL PLC LOGO
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para las salidas tiene una conexión similar a la de las entradas conectando la línea en los puertos 1 de las salidas Q y el neutro para cerrar el circuito en la conexión de las balizas, de esta manera las balizas se encuentran conectadas al relé del Logo.

3.34. Programación en LWE

La programación en Logo web editor es relativamente sencilla para ello usamos la dirección asignada en la tabla de variables según la información que se va a visualizar, esto hace que la programación se vincule con el esquema visual de cada bloque de IWE, posteriormente se desarrolla una programación a cada bloque dando el valor de cada variable y permitiendo accesos, los datos que emite el PLC son capturados por esta interfaz y visualizados en tiempo real en cada una de las entradas de cada estación.

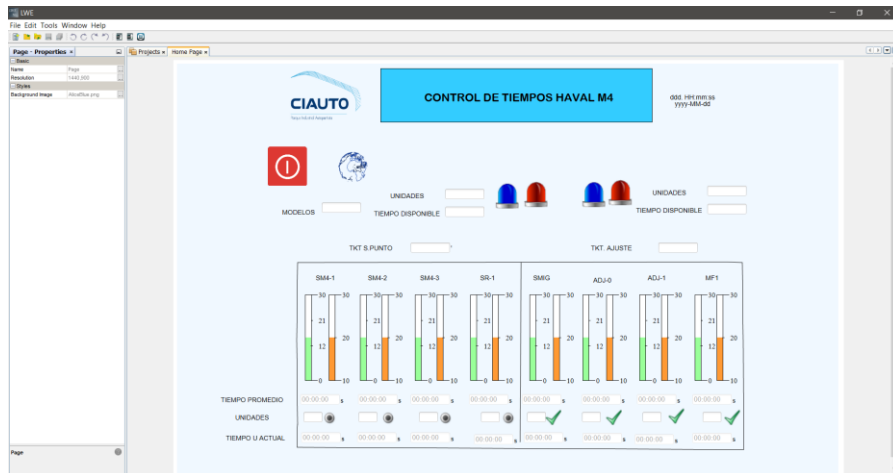


Figura 23-3: Control de tiempos en LWE

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Se desarrolla la interfaz según las especificaciones del sistema, el sistema enciende desde esta plataforma pulsando el botón de encendido la cual inicia a todas las estaciones de trabajo permitiendo en conteo de la estación y cambiando su estado a verde, también realiza un cálculo de takt time ingresando el tiempo disponible y las unidades requeridas mostrando la división de esta operación, este dato será comparado con cada estación de acuerdo a su tiempo registrado, mostrando el estado de cada una mediante escalas, a su vez se visualiza el sistema ANDON de cada estación si el puesto de trabajo se encuentra retrasada la baliza roja se enciende al igual que el sistema muestra virtualmente el estado de la alarma, mientras el sistema se encuentre bien la baliza verde permanecerá encendida.

Se muestra el número de unidades completadas dando al usuario una mayor información del estado de la producción de la cabina, finalmente esta programación puede pausar todas las estaciones parando el conteo de toda la línea.

3.35. Sistema ANDON

El sistema ANDON es un instrumento para detectar defectos, fallos y retrasos en la producción, forma parte del Lean Manufacturing por lo que es una herramienta para la mejora continua al conocer el estado de cada una de las estaciones con relación el tiempo se determina las acciones puntuales en el mismo para la producción del automóvil M4 existen varias características cómo: la fabricación del automóvil tiene dos líneas de producción, la línea de soldadura de punto y la línea de ajuste y acabado metálico estas líneas de producción son distintas y constan con diferentes takt time por lo que se requiere sistemas de alarma separados para cada línea, donde el sistema enciende las alarmas al iniciar el programa encendiéndola baliza verde en ambas líneas previo a esta operación se ingresa el tiempo disponible de cada estación, el número de unidades

a producir, sistema determina el takt time dividiendo estos dos parámetros este último parámetro será comparado con el porcentaje de producción actual de cada uno de las estaciones , el sistema muestra qué estación se encuentra dentro de los límites de producción y qué estación se encuentra fuera de su tiempo establecido al estar una estación fuera de rango de tiempo establecido desactiva alarma verde y encenderá la baliza roja mostrando al personal que la línea se encuentra retrasada pero dentro de sistema se puede conocer qué estación tiene el retraso por lo que el jefe de producción debe tomar una acción pertinente en dicho estación, esta acción actúa igual para las 2 líneas, sin embargo para la línea de ajuste de tipo mixta, se pausa el tiempo cuando se termine la unidad, para no intervenir con el resto de modelos fabricados por la planta.

El sistema se actualiza a medida que la producción avanza y determina gráficas de control de tiempo actual, muestra también promedio para tener una idea global de la producción con respecto al takt time y unidades requeridas el sistema ANDON es útil para que el trabajador realiza sus actividades con más ímpetu si se encuentra atrasado o que el personal de producción envíe más recursos a dicha estación para que la línea fluya cuál más efectividad.

3.36. Estudio del Layout para la instalación

El estudio del Layout es importante para determinar cantidades de cable y recorrido de la red del sistema, esto hace más sencillo el manejo con respecto a la instalación física del sistema de recolección de tiempos para el automóvil Great Wall M4, el Layout es una representación esquemática de la planta en cual permite medir las distancias y recorridos óptimos dentro de la misma nos apoyamos en un Layout de la planta de soldadura eléctrico ya que las modificaciones que se realizaron en la misma son de tipo eléctrico en la figura muestra el recorrido más óptimo.

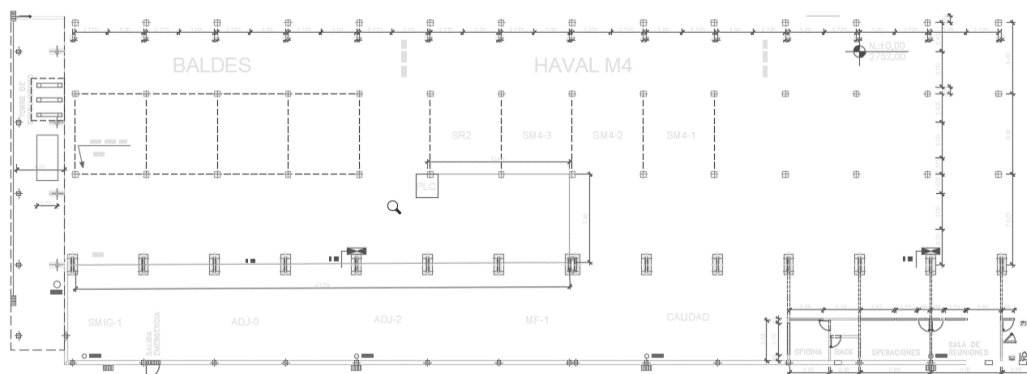


Figura 24-3: Layout soldadura.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Debido a que una de las características principales del sistema es la apariencia por lo que la instalación se encuentra dentro de canaletas establecidas por la planta para las instalaciones eléctricas, las cuales tienen un estudio propio para este tipo de instalación con las protecciones y seguridades que requiere la planta es importante mencionar que el esquema se encuentra en dos dimensiones pero en las instalaciones se realizaron de manera aérea es decir las instalaciones se realizaron en la parte superior de la planta.

3.37. Materiales y herramientas utilizadas en la instalación

A continuación, se detalla el listado de herramientas y materiales usados en el sistema, estos son indispensables para la instalación.

Tabla 22-3: Listado Materiales y herramientas

LISTADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA EL SISTEMA AUTOMATIZADO DE REGISTRO DE TIEMPOS CIAUTO							
Objetivo:	Implementar la automatización de registro de tiempos, apoyado en el sistema ANDON, de alarma y paro de línea.				REALIZADO POR:	EDUARDO COUSEN	
					SUPERVISADO POR:	SANTIAGO GOMEZ	
MATERIALES							
N°	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo unitario	TOTAL	Proveedor	Observaciones
1	Cable Ethernet	50	M	\$ 0,60	\$ 30,00	PROCOINEC	A Cargo de Eduardo Cousen
2	Rollo Cable Flexible N° 18	3	Unidades	\$ 20,00	\$ 60,00	PROCOINEC	A Cargo de Eduardo Cousen
3	Terminales Ethernet	4	Unidades	\$ 0,50	\$ 2,00	PROCOINEC	CIAUTO
4	Punsadores NA Industriales	8	Unidades	\$ 3,00	\$ 24,00	PROCOINEC	CIAUTO
5	Soporte Pulsador	8	Unidades	\$ 2,00	\$ 16,00	PROCOINEC	CIAUTO
6	Manguera corrugada (rollo 50m)	50	M	\$ 0,58	\$ 29,00	PROCOINEC	CIAUTO
7	Luz Baliza Roja	2	Unidades	\$ 25,00	\$ 50,00	PROCOINEC	CIAUTO
8	Luz Baliza Verde	2	Unidades	\$ 25,00	\$ 50,00	PROCOINEC	CIAUTO
9	Abrazaderas ½"	32	Unidades	\$ 0,38	\$ 12,00	PROCOINEC	CIAUTO
10	Tornillos ¼"	2	Lb	\$ 1,50	\$ 3,00	PROCOINEC	CIAUTO
11	Cinta aislante	1	Unidades	\$ 0,60	\$ 0,60	PROCOINEC	CIAUTO

Total		\$	276,60	
Total Eduardo Cousen:		\$	90,00	
Total CIAUTO		\$	186,60	
HERRAMIENTAS				
N°	Descripción	Cantidad	Disponible	Observaciones
1	Ponchadora Ethernet	1	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
2	Pinza peladora de cables universal	1	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
3	Escalera	1	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
4	Arnés	1	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
5	Taladro	1	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
6	Broca 1/8"	3	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
7	Broca 1/4"	3	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
8	Destornilladores plano y estrella	2	Si	Existente en CIAUTO Verificado con Mantenimiento
Total		13		

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.38. Análisis de materiales

Para este análisis tomaremos en cuenta los materiales usados en la red de conexión, es importante determinar que el sistema funciona a 110 voltios y 1 Amperio. Por lo que las conexiones deben encontrarse dentro de estos parámetros eléctricos, el uso del cable número 18 flexible Muestra una caída de tensión de 141.67 m Según el fabricante, cumpliendo el requerimiento debido a que la conexión más extensa del sistema consta de 65 m.

Especificaciones Potencia de Entrada:

CA

Voltaje de Entrada: Volts

Corriente de Entrada: Amps

Tolerancia: %

Cantidad de Pares: Pares

Calibre del Cable: AWG

Resultados del Cálculo:

Máx. Caída de Voltaje: Volts

Total Requerido Actual: Amps

Resistencia del Cable: Ohms

141.67 Mts

Figura 25-3: Especificaciones del cable flexible 18
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para la longitud del cable ethernet según la normativa se obtiene que en un tipo RJ45 UTP la longitud máxima es de 100m por lo que la conexión máxima de nuestro sistema es de 50 m esto hace que el sistema sea seguro se encuentre dentro de los parámetros de instalación.

Tabla 23-3: Distancia máxima de RJ45.

Denominación	Cable	Pares	Full dúplex	Conectores	Distancia
10BASE5	Coaxial grueso	1	No	◆N◆	500 m
10BASE2	RG 58 (Coaxial fino)	1	No	BNC	185 m
10BASE-T	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m
10BASE-T	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	150 m*
100BASE-TX	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	100 m
100BASE-TX	STP	2	Sí	9 pin D sub.	100 m
100BASE-T4	UTP cat. 3	4	No	RJ-45	100 m
100BASE-T2	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m
1000BASE-CX	STP	2	Sí	8 pin HSSDC o 9 pin D sub.	25 m
1000BASE-T (prev. sep. 99)	UTP cat. 5E	4	Sí	RJ-45	100 m

Realizado por: Estándar IEEE 802.3.

3.39. Extracción de datos

La exportación de datos para el registro de tiempos se realiza con la aplicación logo o mediante la extracción de la tarjeta SD externa del PLC, estos son el resultado de la captura realizada por el bloque 11 de la programación de los tiempos registrados por los operadores. El procedimiento para la descarga de los datos almacenados es: Abrir el programa Logo Soft, seleccionar la opción descargar datos, esta descargara un archivo en formato xls con las capturas de los tiempos en cada estación, y desarrollarlos en la plantilla.

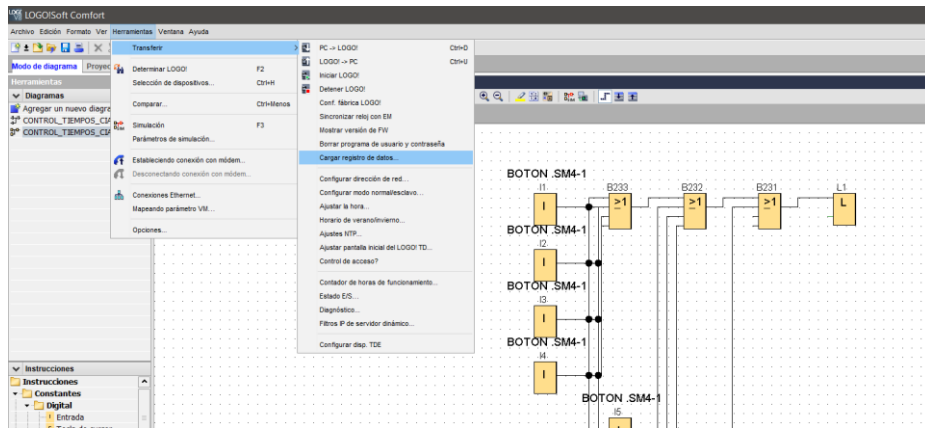


Figura 26-3: Descarga de datos de LOGO SOFT.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para la exportación se debe ir a la opción herramientas, transferencia y cargar registro de datos, posteriormente se carga el sistema mediante la IP del PLC este realiza una transferencia en el programa Excel y en un archivo de tipo XLS, para desarrollar el cálculo de las variables para el balance de línea del automóvil Haval M4.

3.30. Desarrollo de datos

Para el cálculo de datos se requiere el software Excel para el análisis de variables registradas del sistema, el registro es almacenado en la memoria de almacenamiento datos L1 y se copiarán en una plantilla de Microsoft para que está ejecute automáticamente un programa de registro de tiempos y calcule los límites de control o cartas de control respecto a la producción, tomando en cuenta este registro se puede realizar de manera diaria para que el sistema permanezca encendido y que exista un solo registro por día, se pueden extraer los archivos xls para su posterior análisis o registro histórico actual de la planta, esta tiene el beneficio de conocer el estado de la línea de producción de soldadura de Punto y la línea de ajuste y acabado metálico mientras que la aplicación virtual de logo web Editor sirve para visualizar datos.

Para desarrollar la carta de control se realiza el siguiente procedimiento: se copia los datos en la plantilla, y se observa las variaciones en la carta de control para tomar acciones pertinentes y mejorar la fluidez de la producción.

3.31. Comprobación del sistema

Para comprobar el sistema se necesita desarrollar un registro piloto de las estaciones para recolectar el tiempo de cada estación, y determinar que el registro de los datos se hayan capturado de manera óptima, a continuación se muestra los datos tomados por los operadores en el sistema de recolección de tiempos para la producción del automóvil Haval M4 en el cual las mismas que

son procesos de tal manera que registra el tiempo en cada una de las estaciones esta realiza una gráfica de control para determinar el balance de línea actual del plan también se puede observar el comportamiento de la variable tiempo real y su promedio global para determinar el estado de la planta con respecto al takt time durante este proceso se toma en cuenta la preparación del personal y la implementación del sistema muestra un avance en el mismo ya que la producción avanzó cuando las alarmas del sistema ANDON se encendieron por retraso, esto hizo que los operadores realizan sus actividades con más diligencia y puedan encontrarse dentro de los estándares de calidad.

Se implementó seis sigmas en la operación de la gráfica para ajustar los límites de control, también se modificó la producción añadiendo un personal polivalente en la estación SM4-1 y SM4-2, para dar mayor fluidez a la producción, y se realizaron cambios en ciertas metodologías por parte del personal de producción como el traslape de actividades de actividades. Para la gráfica se usó la tabla 27 para el análisis con minitab.

Tabla 24-3: Datos obtenidos por PLC LOGO.

ESTACION	TOMA 1 (minutos)	TOMA 2 (minutos)	TOMA 3 (minutos)	TOMA 4 (minutos)	TOMA 5 (minutos)	PROMEDIO (minutos)	Nº OPERADORES
SM4-1	30,12	29,93	32,67	29,38	29,53	30,32	1,5
SM4-2	27,13	28,66	28,93	26,53	27,38	27,73	1,5
SM4-3	36,25	30,04	30,99	31,31	28,46	31,41	3
SR-1	33,02	27,83	28,71	28,13	26,37	28,81	3
SMIG-1	30,17	28,36	29,26	26,42	26,88	28,23	1
ADJ-0	33,62	28,54	29,44	33,38	27,05	30,41	1
ADJ-2	33,19	26,48	27,31	28,78	25,08	28,16	2
MF1	31,49	29,93	30,86	30,42	28,34	30,21	2

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

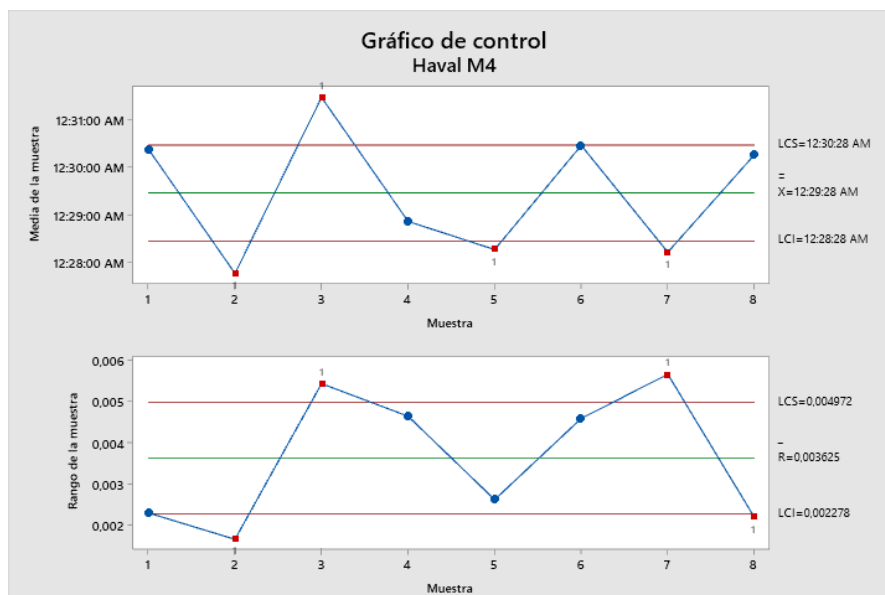


Figura 27-3: Gráfica de control con SEIS SIGMA con datos de PLC.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.32. Cálculo de costos

3.32.1. Costos Directos

Tabla 25-3: Costos directos.

N°	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo unitario	TOTAL
1	Cable Ethernet	50	M	\$ 0,60	\$ 30,00
2	Rollo Cable Flexible N° 18	3	Unidades	\$ 20,00	\$ 60,00
3	Terminales Ethernet	4	Unidades	\$ 0,50	\$ 2,00
4	Pulsadores NA Industriales	8	Unidades	\$ 3,00	\$ 24,00
5	Soporte Pulsador	8	Unidades	\$ 2,00	\$ 16,00
6	Manguera corrugada (rollo 50m)	50	M	\$ 0,58	\$ 29,00
7	Luz Baliza Roja	2	Unidades	\$ 25,00	\$ 50,00
8	Luz Baliza Verde	2	Unidades	\$ 25,00	\$ 50,00
9	Abrazaderas ½"	32	Unidades	\$ 0,38	\$ 12,00
10	Tornillos ¼"	2	Lb	\$ 1,50	\$ 3,00
11	Cinta aislante	1	Unidades	\$ 0,60	\$ 0,60
Total					\$ 276,60

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.32.2. Costos Indirectos

Tabla 26-3: Costos de indirectos.

COSTOS INDIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	COSTOS (USD)
Papelería	100
Transporte	50
Alimentación	50
TOTAL	300

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

3.32.3. Costo Total

Tabla 27-3: Costo total.

DESCRIPCION	VALOR TOTAL
Costos directos	\$276,60
Costos indirectos	\$300
TOTAL	\$576.60

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

CAPÍTULO VI

4. INFORME FINAL

4.1. Resultados

Los resultados de la aplicación del sistema se muestran a continuación en la siguiente tabla donde se muestran los datos obtenidos por el sistema y los operadores necesarios en cada estación de trabajo, para la estación SM4-1 y SM4-2 se comparte un trabajador polivalente para que el proceso fluya.

Tabla 1-4: Toma de tiempos por PLC LOGO.

N°	ESTACION	TOMA 1 (minutos)	TOMA 2 (minutos)	TOMA 3 (minutos)	TOMA 4 (minutos)	TOMA 5 (minutos)	PROMEDIO (minutos)	N° OPERADORES
1	SM4-1	41,47	41,19	44,96	40,42	40,64	41,74	1.5
2	SM4-2	37,33	39,44	39,81	36,51	37,68	38,16	1.5
3	SM4-3	99,74	82,69	85,30	86,15	78,35	86,45	3
4	SR-2	90,87	76,62	79,03	77,40	72,58	79,30	3
5	SMIG-1	27,70	26,03	26,85	24,24	24,65	25,90	1
6	ADJ-0	30,84	26,18	27,01	30,62	24,80	27,90	1
7	ADJ-2	60,90	48,59	50,12	52,80	46,03	51,68	2
8	MF1	57,79	54,89	56,64	55,81	52,02	55,43	2

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Al aplicar seis sigmas a las gráficas de control se reducen los límites por lo que los tiempos deben tener menos dispersión con respecto a su media, a su vez se realizaron las siguientes acciones: se incrementó un personal especializado en la estación ADJ-0 y ADJ-1, las actividades de las estaciones se reorganizaron para evitar movimientos innecesarios, estas acciones hacen que la producción mejore porque al controlar esta variable se producen un mayor número de unidades, o se determina el estado de control del sistema mediante las gráficas de control aplicadas con seis sigmas.

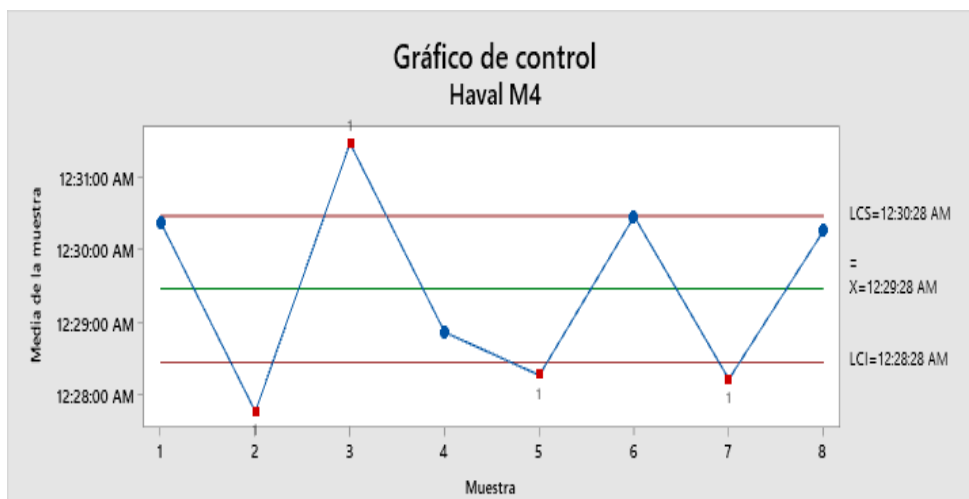


Figura 1-4: Gráfica de control SEIS SIGMAS HAVAL M4.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La gráfica muestra que en esta nueva toma la producción se encuentra más controlada, y en puestos como SM4-2, SMIG-1 y ADJ-2, se pueden ajustar más para obtener más beneficios de este nuevo ajuste, con seis sigmas el sistema se puede determinar que tiene un comportamiento normal dentro de los estándares de la planta sin embargo si se asignan mayores recursos a la estación SM4-3 está tendrá un mejor desempeño, no se tendrá acumulación de inventarios y fluctuaciones en la producción.

La comparativa después de la implementación de un trabajador polivalente en el área de soldadura de punto en el puesto de ADJ-0 y ADJ-1, da como resultado un tiempo por unidad transcurrida de 0h:28min:20s, ganados con el uso de seis sigmas para su control el sistema se encuentra más controlado y las áreas mantienen un menor margen de dispersión en sus tomas, así como facilitar el registro del tiempo en el sistema.

ESTACION	PROMEDIO MANUAL	PROMEDIO AUTOMATIZADO	DIFERENCIA
SM4-1	0:43:00	0:30:23	0:12:37
SM4-2	0:39:19	0:27:47	0:11:32
SM4-3	0:33:19	0:31:28	0:01:50
SR-1	0:30:21	0:28:52	0:01:29
SMIG-1	0:27:45	0:28:17	0:00:32
ADJ-0	0:30:54	0:30:28	0:00:26
ADJ-2	0:30:30	0:28:13	0:02:17
MF1	0:28:57	0:30:16	0:01:19
TOTAL	4:24:04	3:55:44	0:28:20

Figura 2-4: Comparativa entre sistema manual y automatizado.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

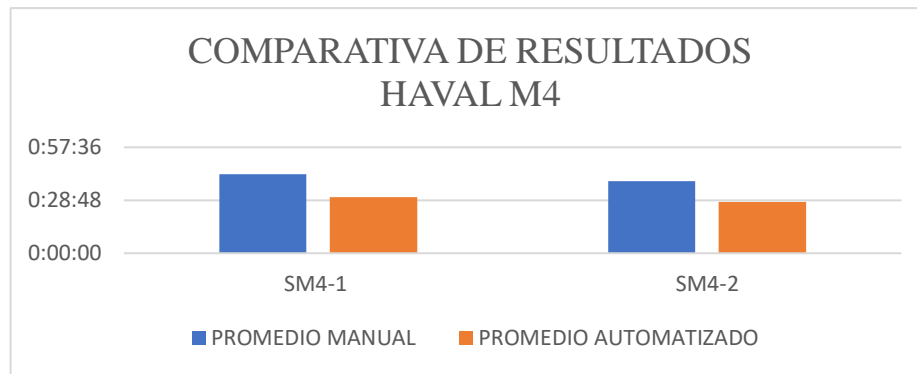


Figura 3-4: Comparativa de resultados HAVAL M4.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Ya que es un proyecto técnico la aplicación del sistema para la recolección de tiempos para el automóvil Great Wall M4 tiene como resultado un manual de instrucciones y mantenimiento del sistema para la planta de soldadura, este manual consta con las características principales del sistema con posibles fallos, la explicación para los trabajadores cargo y la instrucción para entrenar y capacitar al personal para este registro.

4.1.2. Indicadores

4.1.2.1. Indicadores de la Automatización

Al realizar la implementación de la automatización se muestran un incremento de dos unidades al observar las estaciones SM4-1 y SM4-2, se encuentran retrasadas con respecto al resto de estaciones, por lo que se incrementó un personal para apoyar en las actividades, a continuación, se muestra el incremento porcentual 6% de las unidades totales diarias, también el personal de operaciones al estar informado del estado de su línea de producción ajustan su ritmo de trabajo para cumplir los takt time establecidos.

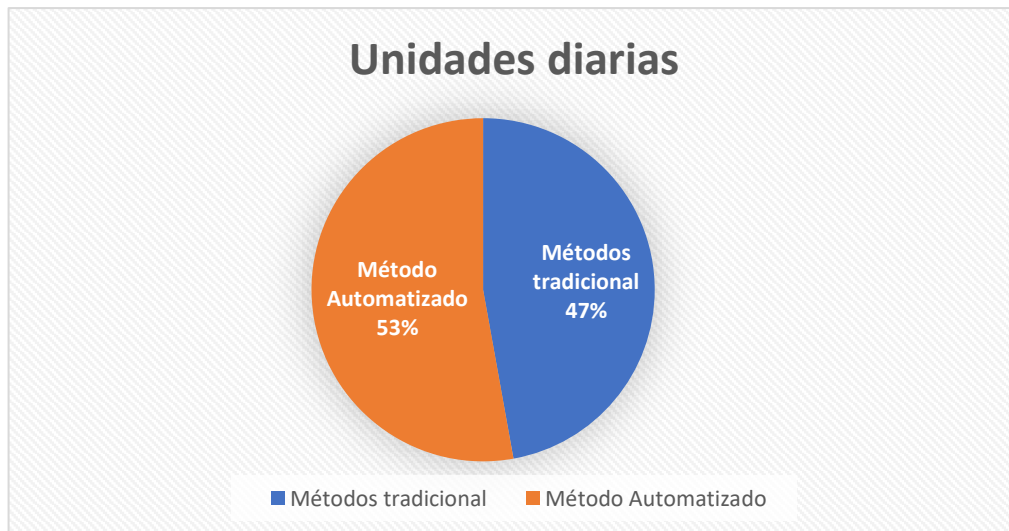


Figura 4-4: Porcentaje de unidades totales diarias del método tradicional y automatizado.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

4.1.2.2. Indicadores de productividad

La productividad después de la aplicación de la automatización se incrementa en un 12% tomando como base al número de unidades totales producidas diarias.

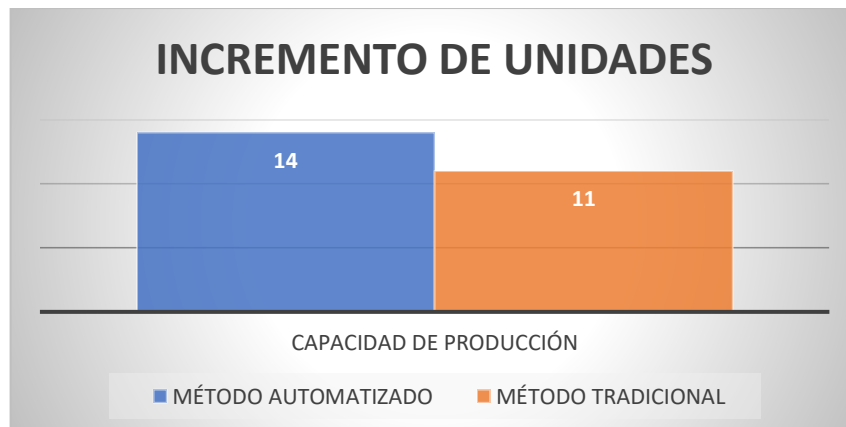


Figura 5-4: Incremento de unidades método tradicional y automatizado

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

4.1.2.3. Indicadores de calidad

En el proceso de producción los índices de calidad se incrementan debido a que el número de unidades producidas por el método tradicional es de 12 unidades con una unidad defectuosa (Picado en parante FR-LH), teniendo una calidad del 91.66%.

Mientras que en el método automatizado realizaron 14 unidades con una unidad defectuosa (Raya en el capot), teniendo una calidad del 92.85%, incrementando la calidad en 1.19%.

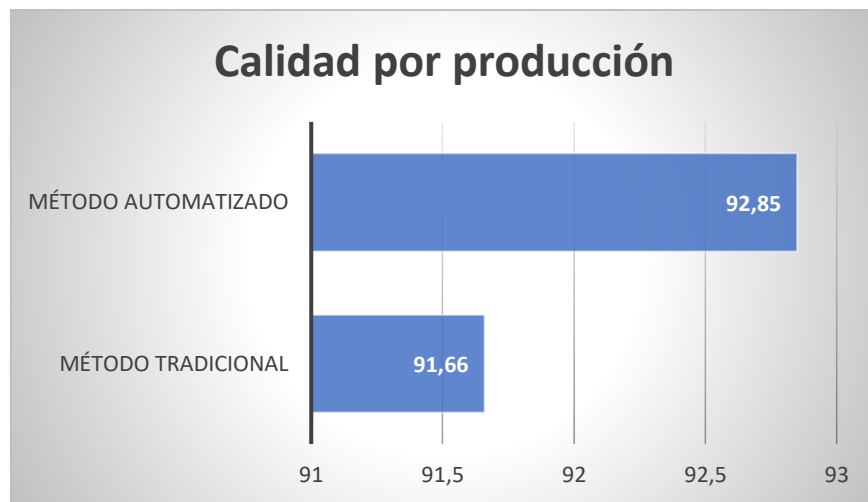


Figura 9-4: Calidad por producción.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

4.1.3. Hoja de operaciones

La hoja de operaciones para recolección de tiempos para el automóvil Haval M4, está basada en el análisis de la automatización del balance de línea.

Funcionalidad

El sistema sirve para facilitar la recolección de datos para el automóvil Green Wall M4 mediante registro de tiempos por los operadores con pulsos eléctricos para almacenarlos en un documento de tipo XLS, también contiene un sistema ANDON para retrasos el cual determina si el sistema se encuentra dentro de control se enciende una baliza de control verde y si el sistema se sale de control enciende una baliza roja.

El sistema se visualiza a tiempo real con el uso de un navegador web el cual permite observar las siguientes variables número de unidades, tiempo de la unidad actual, estado de la estación con respecto al takt time, tiempo promedio las estaciones y visualización de las balizas

Descripción del sistema

Esta implementación lleva el análisis histórico de estudios de balance de línea que se han realizado en la planta de soldadura de CIAUTO, para el uso de las variables recolectadas por el PLC, el

cual recibe las señales emitidas por el pulso eléctrico de las estaciones de la línea de soldadura de punto y la línea de ajuste y acabado metálico.

El sistema da inicio cuando el personal de producción enciende la programación presionando el botón de encendido virtual mediante la aplicación Web con la siguiente dirección IP 192.168.0.1 en un navegador web, a su vez ingresa el tiempo y el número de unidades a producir para calcular el takt time, el tiempo transcurrido es registrado cuando el operador presiona el pulsador para transcurrir el tiempo hasta terminar la operación de su estación, después el operador vuelve a presionar y este tiempo es capturado por el controlador interno del LOGO, este dato se almacena en un Excel interno del PLC, también resetea el sistema inicia un nuevo conteo a su vez registró la unidad terminada.

durante tiempos no productivos como recesos, horas de alimentación o imprevistos en la producción se puede poner pausa el sistema pulsando dos veces seguidas en un lapso de dos segundos este detiene el conteo en programación pausando el sistema.

cuando el sistema se encuentra dentro desde control la programación enciende las salidas de las balizas verdes como señal que el sistema bajo control y si existe un retraso con respecto al takt time registrado por el personal de producción, este encenderá la baliza ir a pagar a la baliza verde de esta manera se desarrolla el sistema ANDON para los retrasos de producción.

finalmente, los datos obtenidos por el sistema son descargados mediante la aplicación logo para operacionalizar estas variables en una plantilla de Excel para determina una carta de control Y obtener los datos principales para un estudio de tiempos o tomar acciones correctivas durante la producción. el sistema muestra las variables en tiempo real con la aplicación web con la dirección IP asignada en el navegador, también muestra el número de unidades producidas y un promedio de las unidades para tener una idea global del sistema, de esta manera el sistema de registro de datos concluye.

Modo de uso para el personal de producción

A continuación, se detalla el uso del sistema para el personal de producción donde se explica el uso del sistema de registro de tiempos para el balance de línea del automóvil Great Wall M4, para esto se debe comprender que el sistema requiere el uso de redes informáticas y la correcta operación a cargo del personal operativo.

Inicio del sistema

Para el iniciar el sistema se necesita el uso de navegadores como Google, Firefox, Explorer, Etc. para la ilustración iniciaremos el sistema en el navegador Google, para ello nos dirigimos a la

barra de búsqueda de página e ingresamos la siguiente dirección 192.168.49.59 la cual corresponde a la IP del PLC, nos desplegara la página de inicio del LOGO, donde nos pide una contraseña donde se ingresa la siguiente clave: Sgo2021, y activamos la pestaña de administrador, e ingresamos al sistema.



Figura 10-4: Inicio de Logo Web
Fuente: Siemens, 2020.

Para el inicio del sistema se debe pulsar el botón rojo donde cambiara de estado de rojo a verde señalando de esta manera indica que el sistema se encuentra activado.

Navegación

Para la navegación se debe ingresar datos necesarios para el estudio de tiempos como : cantidad de modelos ensamblados en la planta pero este estudio se limita al modelo M4 por lo que se insertará 1 y presionado la tecla enter para registrar el número, dejando la posibilidad para una ampliación del sistema para otro modelo, se requiere las unidades que se producirán durante la jornada de trabajo y tiempo disponible de esta manera el sistema calcula el takt time línea de soldadura de punto como de la línea de ajuste y acabado metálico en la parte Superior izquierda se encuentra el icono de un mundo girando al pulsar este cambiará de estado dejando en pausa todas las estaciones por un posible paro de línea o inconvenientes en toda la línea de producción de soldadura de punto como de ajuste para que el registro se mantenga en este estado de pausa. El sistema solo permite la modificación de estos parámetros para continuar con el proceso de registro de tiempos para el automóvil Haval M4.

Visualización

Se muestra la pantalla en la figura donde se observa la interfaz del sistema el cual consta de las siguientes partes: la plataforma muestra el botón de inicio y el icono de mapamundi para realizar un paro de línea, el número de modelos tiempo disponible y takt time calculado para las dos líneas de producción, visualmente se muestra dos barras del estado de tiempo de las estaciones la izquierda presenta el promedio de los puestos para mantener una idea global de la producción, la barra del lado derecho nos muestra el tiempo actual de cada estación en una escala según el balance de línea previamente calculado, en la parte inferior se muestra el tiempo promedio, las unidades producidas en cada estación y anexo a cada una el estado de estas con respecto al takt time, finalmente se muestran de alarmas ANDON con señalética azul y roja a cada una de las líneas dónde estás mostrarán el estado actual del sistema ANDON al presentar una animación permitiendo visualizar de producción desde el lugar que se encuentre el personal de producción.

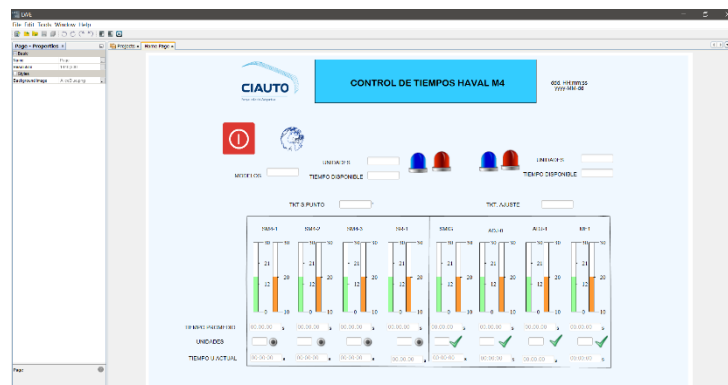


Figura 11-4: Control de tiempos en LWE.

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

La visualización es simple y minimalista para facilitar la interpretación de datos, esta muestra la hora y fecha en la parte superior derecha para demostrar que es el tiempo actual el que se está visualizando en el sistema.

Extracción de datos

Es importante la instalación el software La exportación de datos para el registro de tiempos se realiza con la aplicación logo o mediante la extracción de la tarjeta SD externa del PLC, estos son el resultado de la captura realizada por el bloque 11 de la programación de los tiempos registrados por los operadores, se recomienda la extracción de estos datos con la aplicación logo , para ello se selecciona descargar datos, esta descargara un archivo en Excel con las capturas de los tiempos en cada estación, y se desarrolla la plantilla para una correcta ejecución del programa.

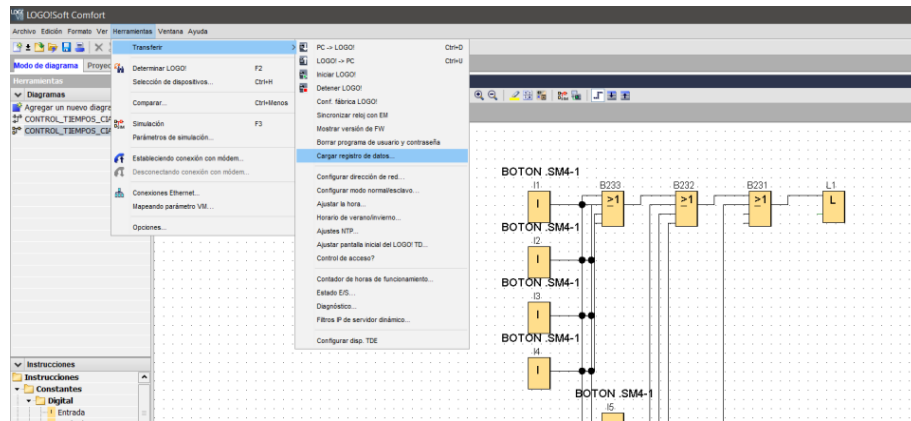


Figura 12-4: Extracción de datos.
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para la exportación se debe ir a la opción herramientas, transferencia y cargar registro de datos, posteriormente se carga el sistema mediante la IP del PLC este realiza una transferencia en el programa Excel y en un archivo de tipo XLS, para desarrollar el cálculo de las variables para el balance de línea del automóvil Haval M4.

Operacionalización de variables

Para el desarrollo de datos se requiere el software Excel para desarrollar las variables registradas del sistema, el cálculo tomará las variables capturadas por el registro de datos L1 y se copiarán en una plantilla de Microsoft para que está ejecute automáticamente un programa de registro de tiempos y calcule los límites de control o cartas de control respecto a la producción, tomando en cuenta este registro se puede realizar de manera diaria para que el sistema permanezca encendido y que exista un solo registro por día , se pueden extraer los archivos xls para su posterior análisis o registro histórico actual de la planta, esta tiene el beneficio de conocer el estado de la línea de producción de soldadura de Punto y la línea de ajuste y acabado metálico mientras que la aplicación virtual de logo web Editor sirve para visualizar datos durante esa jornada de trabajo.

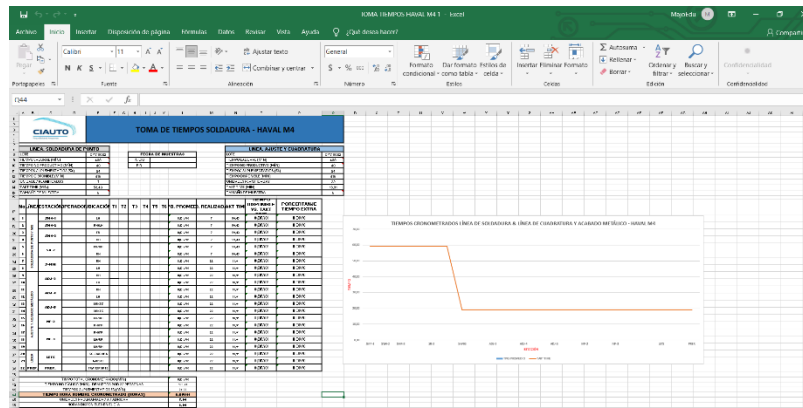


Figura 13-4: Plantilla para desarrollo de datos
Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Se copia los datos se inserta en la plantilla y se observa la carta de control para tomar acciones pertinentes para mejorar la fluidez de la producción, y se elimina los datos de cero debido a que son datos capturados como paracitos producidos por pausas del sistema.

Precauciones

- No modificar el programa de ninguna forma durante la extracción de datos con el uso del software LOGO SOFT.
- Usar como dato de modelo 1, mientras no se desarrolle una nueva programación no se debe cambiar este dato.

Modo de uso para el personal de operación

Operación

El Sistema funciona mediante un pulsador industrial de 120 v, accionado por un pulso normalmente abierto (NA), el cual debe tener las siguientes funciones.

Inicio y fin del registro al dar un pulso, quien contabiliza el tiempo internamente al pulsar por primera vez, y finaliza presionando una vez más, el sistema usa este único pulsador para realizar el registro del tiempo con la siguiente secuencia: se presiona el botón y realiza el conteo cuando se termina la unidad se presiona el mismo botón el cual almacena el tiempo registrado e inicia un nuevo conteo continuando un bucle hasta finalizar la jornada de operaciones en la planta.



Figura 13-4: Función del sistema

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Pausa del tiempo mediante dos pulsos consecutivos dentro de 2 segundos, el cual detiene el conteo del tiempo, el sistema iniciara la secuencia anterior pulsando por una vez el sistema.

Precauciones

- No mantener pulsado los botones por más de 2 segundos para que el sistema no tome esta acción como un registro adicional.
- Al pausar el sistema dejar un tiempo mínimo de pausa de 10 segundos caso contrario este registrara como un nuevo dato.
- Para las pausas realizar dentro de un lapso de 2 segundos, es decir realizar pulsos seguidos.

Advertencias

- No manipular las instalaciones sin el conocimiento del personal de mantenimiento.
- Seguir con las instrucciones de uso para que el sistema fluya con normalidad.

Mantenimiento

Es recomendable realizar un mantenimiento del sistema cada 6 meses debido a las actualizaciones del software, manteniendo de esta forma al sistema funcional y estable durante el tiempo.

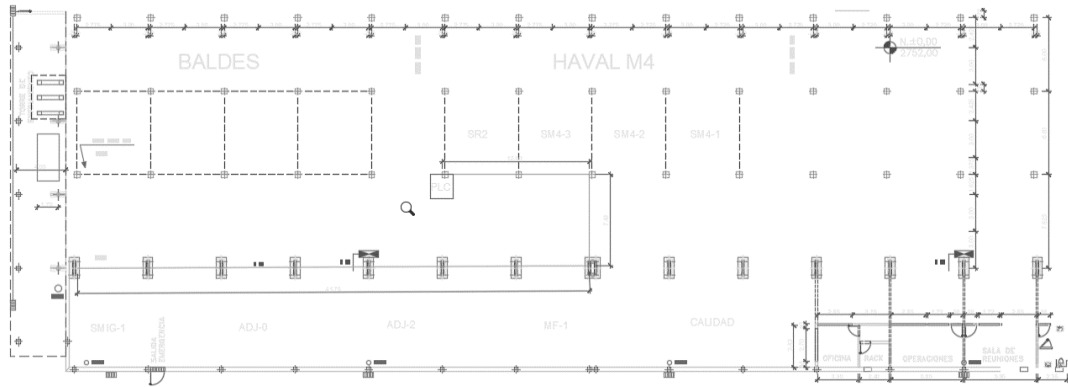


Figura 13-4: Layout conexiones

Realizado por: (Cousen, E. 2021).

El mantenimiento consiste en la extracción de la memoria SD del PLC para formatear su contenido, para mejorar la fluidez del sistema, esta operación se la realiza un formato fat32 disponible en cualquier tipo de ordenador, y actualizar el software cuando este lo requiera, en cuanto las conexiones físicas se sugiere mantener en el ambiente recomendado no manipular los componentes sin un conocimiento previo de los mismos, también verificar el estado de las conexiones principales para mantener un diferencial de potencial estable a 120v.

Diagrama del sistema

La línea alimenta a las salidas ya que estas se encuentran en modo relé para el funcionamiento del sistema ANDON, finalmente se conecta el puerto ethernet con un cable de entrada RJ45 a la red principal de la planta, y un neutro.

la línea da los pulsos eléctricos de cada entrada por lo que se requiere alimentar a cada pulsador NA con la línea a la entrada, para permitir el paso de la corriente, internamente el PLC se encuentra cerrando el circuito con neutro a este esquema.

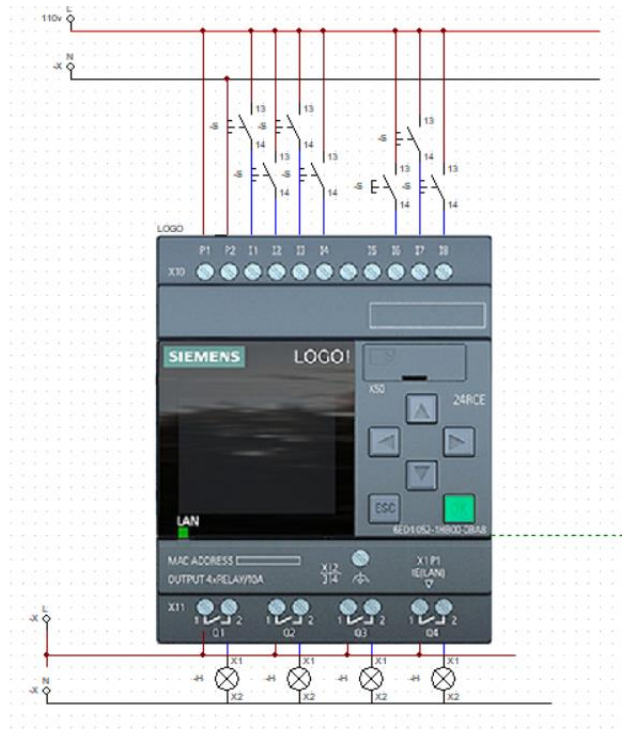


Figura 13-4: Diagrama PLC Logo
 Realizado por: (Cousen, E. 2021).

Para las salidas tiene una conexión similar a la de las entradas conectando la línea en los puertos 1 de las salidas Q y el neutro para cerrar el circuito en la conexión de las balizas, de esta manera las balizas se encuentran conectadas al relé del Logo.

Información básica

Las conexiones cuentan con un etiquetado por estación para facilitar la identificación de los mismos esto hace que el mantenimiento sea más rápido y eficiente, el etiquetado se encuentra distribuido por las ocho estaciones de la planta en tanto en las dos líneas de producción una línea de ajuste y línea de soldadura de punto, líneas de comunicación y corriente.

Precauciones

- Usar los parámetros eléctricos requeridos, para evitar que señales parasitas registren otros datos.
- Usar el equipo de protección personal, desconectar fuentes para un mantenimiento seguro.

Advertencias

- Seguir los diagramas de conexión y usar el EPP para la manipulación del cableado.

CONCLUSIONES

El tiempo de takt time de la planta de soldadura es de 0h:33min:28s como media del tiempo, en base a este fluctúan las medias de las estaciones, y se establece una medida central para el automóvil Great Wall M4, para la plantilla de desarrollo.

Se desarrollo el sistema de automatización para el registro de tiempos en la planta de soldadura de CIAUTO, con visualización Web mediante el uso de IP, facilitando el registro de tiempos.

Las gráficas comparativas de las cartas de control se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la planta con fluctuaciones normales, al añadir un operador en las estaciones SM4-0 y SM4-1, para balancear la línea se logró un takt time de 0h:28min:20s por lo que se obtiene un aumento de la producción de 11 a 14 unidades con una calidad del 92.85%,

RECOMENDACIONES

Durante el proceso diario de producción se recomienda usar la configuración de producción adecuada, basada en los tiempos recolectados por el sistema de cada estación para brindar recursos a las estaciones con retrasos en la línea.

Para la manipulación directa del sistema y configuración del mismo se recomienda leer el manual detalladamente y consultar al personal de mantenimiento.

Mantener en condiciones óptimas del sistema: Voltaje y Corriente, Debido a que una sobre carga o cambio en estas variables afectan directamente al controlador deteriorando sus entradas, o fallas en la lectura del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

ARREDONDO, K., CARRILLO, T., & GUERRA, R. (2013). IMPLEMENTACIÓN DE BALANCEO DE LÍNEA Y REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN UNA EMPRESA MÉDICA.

Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/306091788_IMPLEMENTACION_DE_BALANCEO_DE_LINEA_Y_REDUCCION_DE_DEFECTOS_EN_UNA_EMPRESA_MEDICA

CIAUTO. (2019). Control De Tiempos CIAUTO Grat Wall Haval M4. Ambato.

CIAUTO. (2020). CIAUTO. Obtenido de Quienes somos: ciauto.ec

DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. Argentina: Hasa.

FRANKLIN GEOVANNY TIGRE ORTEGA. 1, S. L. (Julio de 2018). Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta.

GARCÍA, A. (Julio de 2006). Rediseño de un proceso de fabricación integrado de componentes electrónicos para automóviles. Universidad de CÁDIZ.

GUTIÉRREZ, H., & SALAZAR, R. (2009). Control Estadístico De Calidad y Seis Sigma. México: MC Graw Hill.

HEIZER, J., & RENDER, B. (2004). Principio de Administración de Operaciones . México: PEARSON.

HERRERA, R., & FONTALVO, T. (2011). Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones. auto-edición: Colombia.

INSTRUCTIVOS CIAUTO. (2020). Instructivos Haval M4. AMBATO.

MADARIAGA, F. (2019). LEAN MANUFACTURING. Bilbao.

MARTÍNEZ, M., & COLORADO, J. (2003). Takt Time, el corazón de la producción. Colombia.

MIREN, P. (2005). Técnicas estadísticas de control de la producción. Control estadísticos de procesos, (pág. 56).

MOYANO, J. (2016). Optimización de la producción en el área de soldadura de la empresa CIAUTO Ambato mediante el balance de línea, utilizando estandarización de tiempos para el modelo M4. Tesis De Grado. Riobamba.

NETO, F. M. (2019). LEAN MANUFACTURING EXPOSICIÓN ADAPTADA A LA FABRICACIÓN REPETITIVA DE FAMILIAS DE PRODUCTOS MEDIANTE PROCESOS DISCRETOS. Bilbao: Creative Commons.

NIEBEL, B. W., & FREIVALDS, A. (2009). Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. doi:978-970-10-6962-2

NIEBEL, B., & FREIVALDS, A. (2009). Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. Mexico: Mc Graw Hill. doi:978-970-10-6962-2

OIT. (1996). Introducción al Estudio del trabajo. 512.

PAREDES, R. (2001). Planificación y control de la producción. IDIUC, Instituto de Investigaciones; Universidad de Cuenca.

SIEMENS. (2002). STEP 7 V5.2 Introducción y ejercicios prácticos. SIMATIC, 43.

SIEMENS. (2006). Manual de Edición LOGO. Siemens AG, 322.

SIEMENS. (2018). LOGO 8 módulo lógico. Siemens, 8.

SOLDADURA CIAUTO. (2020). Instructivos de trabajo Soldadura Haval M4. Tungurahua.

TECHNOLOGIES, A. (2020). AndonSystems. Obtenido de <https://www.andonsystems.com/>

WALDO, R. (29 de marzo de 2013). SlideShare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/preppie83/balance-de-linea-17858541>

WEBSTER, A. (2000). Estadística aplicada a los negocios y la economía. México: Irwin McGraw Hill.

ANEXOS

ANEXO A. REGISTRO DE TIEMPOS SM4-1

N	ACTIVIDAD	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			TOMA 4			TOMA 5		
		LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL
1	SM4-1. Inspección visual y verificación del JIG 1 - UB10	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03
2	SM4-1. Inspección visual y verificación de superficies de componentes.	0:00:55	0:01:21	0:02:16	0:00:52	0:01:25	0:02:17	0:00:59	0:01:28	0:02:28	0:00:52	0:01:16	0:02:08	0:00:54	0:01:19	0:02:13
3	Instalación del compartimiento motor en el JIG 1 - UB10	0:01:34	0:01:12	0:02:46	0:01:29	0:01:16	0:02:45	0:01:42	0:01:18	0:03:00	0:01:28	0:01:08	0:02:36	0:01:32	0:01:11	0:02:43
4	Instalación del piso frontal en el JIG 1 - UB10	0:00:43	0:00:47	0:01:30	0:00:41	0:00:49	0:01:30	0:00:46	0:00:51	0:01:38	0:00:40	0:00:44	0:01:25	0:00:42	0:00:46	0:01:28
5	Instalación del piso posterior en el JIG 1 - UB10	0:00:49	0:01:05	0:01:54	0:00:47	0:01:08	0:01:55	0:00:53	0:01:11	0:02:04	0:00:46	0:01:01	0:01:47	0:00:48	0:01:04	0:01:52
6	Instalación de las placas frontales de refuerzo del compacto lado LH/RH	0:00:45	0:00:14	0:00:59	0:00:43	0:00:15	0:00:57	0:00:49	0:00:15	0:01:04	0:00:42	0:00:13	0:00:55	0:00:44	0:00:14	0:00:58
7	Instalación de soportes de guardafangos lado LH/RH	0:00:05	0:00:06	0:00:11	0:00:05	0:00:06	0:00:11	0:00:05	0:00:07	0:00:12	0:00:05	0:00:06	0:00:10	0:00:05	0:00:06	0:00:11
8	Cierre de prensas manuales del JIG 1 - UB10	0:00:25	0:00:16	0:00:41	0:00:24	0:00:17	0:00:41	0:00:27	0:00:17	0:00:44	0:00:24	0:00:24	0:00:47	0:00:25	0:00:16	0:00:40
9	Cierre de prensas mecánicas y neumáticas del JIG 1 - UB10	0:00:00	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0:00:19	0:00:19	0:00:00	0:00:20	0:00:20	0:00:00	0:00:17	0:00:17	0:00:00	0:00:18	0:00:18
10	Cierre de prensas neumáticas del JIG 1 - UB10	0:00:00	0:00:02	0:00:02	0:00:00	0:00:02	0:00:02	0:00:00	0:00:02	0:00:02	0:00:00	0:00:02	0:00:02	0:00:00	0:00:02	0:00:02

11	Soldadura de compartimento de motor al piso frontal lado LH	0:02:53	0:00:00	0:02:53	0:02:44	0:00:00	0:02:44	0:03:07	0:00:00	0:03:07	0:02:43	0:00:00	0:02:43	0:02:50	0:00:00	0:02:50
12	Soldadura de compartimento de motor al piso frontal lado RH	0:00:00	0:03:04	0:03:04	0:00:00	0:03:13	0:03:13	0:00:00	0:03:21	0:03:21	0:00:00	0:02:53	0:02:53	0:00:00	0:03:00	0:03:00
13	Soldadura de piso frontal al piso posterior lado LH/RH	0:01:24	0:01:16	0:02:40	0:01:20	0:01:20	0:02:40	0:01:31	0:01:23	0:02:54	0:01:19	0:01:11	0:02:30	0:01:22	0:01:14	0:02:37
14	Soldadura del compartimento motor al piso frontal.	0:00:00	0:00:27	0:00:27	0:00:00	0:00:28	0:00:28	0:00:00	0:00:29	0:00:29	0:00:00	0:00:25	0:00:25	0:00:00	0:00:26	0:00:26
15	Soldadura del piso frontal al piso posterior	0:00:24	0:00:00	0:00:24	0:00:23	0:00:00	0:00:23	0:00:26	0:00:00	0:00:26	0:00:23	0:00:00	0:00:23	0:00:24	0:00:00	0:00:24
16	Soldadura del compartimento motor al piso frontal lado LH/RH	0:00:17	0:00:23	0:00:40	0:00:16	0:00:24	0:00:40	0:00:18	0:00:25	0:00:43	0:00:25	0:00:27	0:00:52	0:00:17	0:00:23	0:00:39
17	Soldadura del compartimento motor al piso frontal lado LH/RH	0:00:23	0:00:17	0:00:40	0:00:22	0:00:18	0:00:40	0:00:25	0:00:19	0:00:43	0:00:22	0:00:16	0:00:38	0:00:23	0:00:17	0:00:39
18	Soldadura del piso frontal al piso posterior lado LH/RH	0:00:54	0:00:54	0:01:48	0:00:51	0:00:57	0:01:48	0:00:58	0:00:59	0:01:57	0:00:51	0:00:51	0:01:42	0:00:53	0:00:53	0:01:46
19	SM4-1. Soldadura del piso frontal al piso posterior lado LH/RH	0:00:34	0:00:24	0:00:52	0:00:32	0:00:25	0:00:58	0:00:37	0:00:26	0:01:03	0:00:32	0:00:23	0:00:55	0:00:33	0:00:24	0:00:57
20	Soldadura del piso posterior lado LH/RH	0:00:14	0:00:13	0:00:27	0:00:13	0:00:14	0:00:27	0:00:15	0:00:14	0:00:29	0:00:13	0:00:19	0:00:32	0:00:14	0:00:13	0:00:26
21	Soldadura de las placas frontales al compartimento motor lado LH/RH	0:00:55	0:00:53	0:01:48	0:00:52	0:00:56	0:01:48	0:00:59	0:00:58	0:01:57	0:00:52	0:00:50	0:01:42	0:00:54	0:00:52	0:01:46
22	Grabado de número VIN	0:05:09	0:00:00	0:05:09	0:04:54	0:00:00	0:04:54	0:05:34	0:00:00	0:05:34	0:04:50	0:00:00	0:04:50	0:05:03	0:00:00	0:05:03
23	Grabado de números secretos	0:02:45	0:00:00	0:02:45	0:02:37	0:00:00	0:02:37	0:02:58	0:00:00	0:02:58	0:02:51	0:00:00	0:02:51	0:02:42	0:00:00	0:02:42
24	Apertura de prensas mecánicas del JIG	0:00:00	0:00:30	0:00:30	0:00:00	0:00:32	0:00:32	0:00:00	0:00:33	0:00:33	0:00:00	0:00:28	0:00:28	0:00:00	0:00:29	0:00:29

	UB10	00		0												
25	Apertura de prensas neumáticas del JIG UB10.	0:00:00	0:00:08	0:00:08	0:00:00	0:00:08	0:00:08	0:00:00	0:00:09	0:00:09	0:00:00	0:00:08	0:00:08	0:00:00	0:00:08	0:00:08
26	Verificación y limpieza de los puntos soldados	0:00:00	0:02:12	0:02:12	0:00:00	0:02:19	0:02:19	0:00:00	0:02:24	0:02:24	0:00:00	0:02:40	0:02:40	0:00:00	0:02:09	0:02:09
27	Anclaje del elevador de cargas	0:00:59	0:00:59	0:01:58	0:00:57	0:01:02	0:01:58	0:01:04	0:01:04	0:02:09	0:00:56	0:00:55	0:01:51	0:00:58	0:00:58	0:01:56
28	Soldadura punto CKD	0:00:15	0:00:33	0:00:48	0:00:14	0:00:35	0:00:49	0:00:16	0:00:36	0:00:52	0:00:14	0:00:31	0:00:45	0:00:15	0:00:32	0:00:47
	Total	0:22:11	0:17:01	0:39:11	0:21:04	0:17:52	0:38:56	0:23:57	0:18:33	0:42:30	0:21:16	0:16:57	0:38:12	0:21:44	0:16:41	0:38:24

ANEXO B. REGISTRO DE TIEMPOS SM4-2

N	ACTIVIDAD	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			TOMA 4			TOMA 5		
		LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL
1	Inspección visual y verificación del JIG 2 - UB20.	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03	0:00:00	0:00:03	0:00:03
2	Montaje del ensamblaje en el JIG 2 - UB20.	0:00:55	0:00:00	0:00:55	0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:01:00	0:00:00	0:01:00	0:01:01	0:00:00	0:01:01	0:01:05	0:00:00	0:01:05
3	Soldadura del compartimento de motor al piso frontal.	0:00:00	0:01:27	0:01:27	0:00:00	0:01:35	0:01:35	0:00:00	0:01:36	0:01:36	0:00:00	0:01:23	0:01:23	0:00:00	0:01:24	0:01:24
4	Soldadura del compartimento de motor al piso frontal.	0:00:00	0:00:20	0:00:20	0:00:00	0:00:22	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:22	0:00:00	0:00:19	0:00:19	0:00:00	0:00:19	0:00:19
5	Soldadura del piso frontal al piso posterior.	0:00:00	0:00:25	0:00:25	0:00:00	0:00:27	0:00:27	0:00:00	0:00:28	0:00:28	0:00:00	0:00:24	0:00:24	0:00:00	0:00:24	0:00:24
6	Soldadura de la base del asiento FR lado LH/RH.	0:00:06	0:00:00	0:00:06	0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:07	0:00:00	0:00:07
7	Soldadura de las placas de refuerzo del compacto lado LH/RH.	0:00:32	0:00:46	0:01:18	0:00:35	0:00:50	0:01:25	0:00:35	0:00:51	0:01:26	0:00:36	0:00:44	0:01:19	0:00:38	0:00:44	0:01:22
8	Soldadura del compartimento motor al piso frontal.	0:00:10	0:00:32	0:00:42	0:00:11	0:00:35	0:00:46	0:00:11	0:00:35	0:00:46	0:00:11	0:00:30	0:00:42	0:00:12	0:00:31	0:00:43
9	Soldadura del piso frontal al piso posterior.	0:00:32	0:00:36	0:01:08	0:00:35	0:00:39	0:01:14	0:00:35	0:00:40	0:01:15	0:00:36	0:00:34	0:01:10	0:00:38	0:00:35	0:01:12

10	Soldadura del compartimiento motor.	0:01:59	0:01:44	0:03:43	0:02:10	0:01:53	0:04:03	0:02:11	0:01:54	0:04:05	0:02:12	0:01:39	0:03:51	0:02:20	0:01:40	0:04:00
11	Soldadura MIG tuerca de compacto lado LH.	0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:34	0:00:00	0:00:34	0:00:34	0:00:00	0:00:34	0:00:34	0:00:00	0:00:34	0:00:37	0:00:00	0:00:37
12	Soldadura MIG del soporte de refuerzo FR-LH del compacto.	0:00:30	0:00:27	0:00:57	0:00:33	0:00:29	0:01:02	0:00:33	0:00:30	0:01:03	0:00:33	0:00:26	0:00:59	0:00:35	0:00:26	0:01:01
13	Soldadura MIG del larguero de compacto FR-LH.	0:00:23	0:00:00	0:00:23	0:00:25	0:00:00	0:00:25	0:00:25	0:00:00	0:00:25	0:00:26	0:00:00	0:00:26	0:00:27	0:00:00	0:00:27
14	Soldadura MIG de panel FR de compartimiento motor lado LH/RH.	0:00:36	0:00:29	0:01:05	0:00:39	0:00:32	0:01:11	0:00:40	0:00:32	0:01:11	0:00:40	0:00:28	0:01:08	0:00:42	0:00:28	0:01:10
15	Soldadura MIG del parante de radiador lado LH/RH.	0:00:43	0:00:32	0:01:15	0:00:47	0:00:35	0:01:22	0:00:47	0:00:35	0:01:23	0:00:48	0:00:30	0:01:18	0:00:51	0:00:31	0:01:21
16	Soldadura MIG de compartimiento motor lado LH/RH.	0:00:23	0:00:19	0:00:42	0:00:25	0:00:21	0:00:46	0:00:25	0:00:21	0:00:46	0:00:26	0:00:18	0:00:44	0:00:27	0:00:18	0:00:45
17	Soldadura MIG del la base del amortiguador a la pared FR del compartimiento motor lado LH/RH.	0:00:12	0:00:33	0:00:45	0:00:13	0:00:36	0:00:49	0:00:13	0:00:36	0:00:50	0:00:13	0:00:31	0:00:45	0:00:14	0:00:32	0:00:46
18	Soldadura MIG del compartimiento motor al piso frontal.	0:01:42	0:00:00	0:01:42	0:01:51	0:00:00	0:01:51	0:01:52	0:00:00	0:01:52	0:01:53	0:00:00	0:01:53	0:02:00	0:00:00	0:02:00
19	Soldadura MIG de Braket de sensor en el piso frontal.	0:00:56	0:00:00	0:00:56	0:01:01	0:00:00	0:01:01	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:06	0:00:00	0:01:06

20	Soldadura MIG de laterales de piso lado LH/RH.	0:00:41	0:00:17	0:00:58	0:00:45	0:00:19	0:01:03	0:00:45	0:00:19	0:01:04	0:00:46	0:00:16	0:01:02	0:00:48	0:00:16	0:01:05
21	Instalación del bracket de la ECU del airbag.	0:00:00	0:01:50	0:01:50	0:00:00	0:02:00	0:02:00	0:00:00	0:02:01	0:02:01	0:00:00	0:01:45	0:01:45	0:00:00	0:01:46	0:01:46
22	Soldadura MIG del bracket de la ECU del airbag.	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:22	0:00:00	0:00:22	0:00:24	0:00:00	0:00:24
23	Soldadura MIG de compartimiento motor lado LH/RH.	0:00:24	0:00:28	0:00:52	0:00:26	0:00:31	0:00:57	0:00:26	0:00:31	0:00:57	0:00:27	0:00:27	0:00:53	0:00:28	0:00:27	0:00:55
24	Soldadura MIG del stud lado RH del compartimiento motor.	0:00:00	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0:00:20	0:00:20	0:00:00	0:00:20	0:00:20	0:00:00	0:00:17	0:00:17	0:00:00	0:00:17	0:00:17
25	Aplicación de sellante para soldadura de punto en el compartimiento motor.	0:00:00	0:01:58	0:01:58	0:00:00	0:02:09	0:02:09	0:00:00	0:02:10	0:02:10	0:00:00	0:01:52	0:01:52	0:00:00	0:01:53	0:01:53
26	Verificación y limpieza de los puntos y cordones soldados.	0:01:05	0:07:58	0:09:03	0:01:11	0:08:41	0:09:52	0:01:11	0:08:46	0:09:57	0:01:12	0:07:34	0:08:46	0:01:17	0:07:39	0:08:56
27	Doblar el gancho soporte del tubo de escape.	0:00:00	0:00:30	0:00:30	0:00:00	0:00:33	0:00:33	0:00:00	0:00:33	0:00:33	0:00:00	0:00:29	0:00:29	0:00:00	0:00:29	0:00:29
28	Anclaje del elevador de cargas.	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:17	0:00:00	0:01:17
	Total	0:13:45	0:21:32	0:35:17	0:13:48	0:23:28	0:37:17	0:13:56	0:23:41	0:37:37	0:14:04	0:20:27	0:34:31	0:14:57	0:20:40	0:35:37

ANEXO C. REGISTRO DE TIEMPOS SM4-3

N	ACTIVIDADES	TOMA 1				TOMA 2				TOMA 3			TOMA 4			
		LH	INT	RH	TOTAL	LH	INT	RH	TOTAL	LH	INT	RH	TOTAL	LH	INT	RH
1	Inspección visual y verificación del JIG 3 - MB10.	0:00:16	0:00:15	0:00:00	0:00:31	0:00:15	0:00:14	0:00:00	0:00:29	0:00:16	0:00:15	0:00:00	0:00:30	0:00:18	0:00:17	0:00:00
2	Instalación de las paredes laterales LH/RH en el JIG 3 - MB10.	0:02:35	0:03:30	0:02:55	0:09:00	0:02:27	0:03:20	0:02:46	0:08:33	0:02:30	0:03:24	0:02:50	0:08:44	0:02:58	0:04:01	0:03:21
3	Cerrar las prensas mecánicas del JIG 3 - MB10.	0:00:49	0:00:15	0:00:59	0:02:03	0:00:47	0:00:14	0:00:56	0:01:57	0:00:48	0:00:15	0:00:57	0:01:59	0:00:56	0:00:17	0:01:08
4	Instalación del ensamble: compartimiento motor y pisos en el JIG 3 - MB10.	0:00:46	0:00:45	0:00:45	0:02:16	0:00:44	0:00:43	0:00:43	0:02:09	0:00:45	0:00:44	0:00:44	0:02:12	0:00:53	0:00:52	0:00:52
5	Cierre de laterales lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:19	0:00:16	0:00:25	0:01:00	0:00:18	0:00:15	0:00:24	0:00:57	0:00:18	0:00:16	0:00:24	0:00:58	0:00:22	0:00:18	0:00:29
6	Instalación de los pines de seguridad lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:19	0:00:00	0:00:07	0:00:26	0:00:18	0:00:00	0:00:07	0:00:25	0:00:18	0:00:00	0:00:07	0:00:25	0:00:22	0:00:00	0:00:08
7	Cerrar las prensas mecánicas internas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:12	0:00:00	0:00:15	0:00:27	0:00:11	0:00:00	0:00:14	0:00:26	0:00:12	0:00:00	0:00:15	0:00:26	0:00:14	0:00:00	0:00:17
8	Instalación de la base del parabrisas en el JIG 3 - MB10.	0:00:16	0:00:35	0:00:00	0:00:51	0:00:15	0:00:33	0:00:00	0:00:48	0:00:16	0:00:34	0:00:00	0:00:49	0:00:18	0:00:40	0:00:00
9	Cerrar la prensa mecánica	0:00:50	0:00:46	0:00:28	0:02:04	0:00:47	0:00:44	0:00:27	0:01:58	0:00:49	0:00:45	0:00:27	0:02:00	0:00:58	0:00:53	0:00:32

	de la base del parabrisas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.															
10	Soldadura de las paredes laterales LH/RH al ensamble: compartimiento motor y pisos	0:01:30	0:00:00	0:01:54	0:03:24	0:01:25	0:00:00	0:01:48	0:03:14	0:01:27	0:00:00	0:01:51	0:03:18	0:01:43	0:00:00	0:02:11
11	Soldadura de las paredes laterales LH/RH al ensamble: compartimiento motor y pisos.	0:02:32	0:02:15	0:02:28	0:07:15	0:02:24	0:02:08	0:02:21	0:06:53	0:02:27	0:02:11	0:02:24	0:07:02	0:02:55	0:02:35	0:02:50
12	Soldadura de la base del parabrisas al compartimiento motor.	0:01:00	0:00:54	0:01:01	0:02:55	0:00:57	0:00:51	0:00:58	0:02:46	0:00:58	0:00:52	0:00:59	0:02:50	0:01:09	0:01:02	0:01:10
13	Soldadura de la base del parabrisas, compartimiento motor y pared lateral lado LH/RH.	0:01:30	0:00:00	0:01:36	0:03:06	0:01:25	0:00:00	0:01:31	0:02:57	0:01:27	0:00:00	0:01:33	0:03:00	0:01:43	0:00:00	0:01:50
14	Soldadura de la base del parabrisas, compartimiento motor y pared lateral lado LH/RH.	0:00:31	0:00:00	0:00:25	0:00:56	0:00:29	0:00:00	0:00:24	0:00:53	0:00:30	0:00:00	0:00:24	0:00:54	0:00:36	0:00:00	0:00:29
15	Bajar brazos y cerrar prensas de brazos neumáticos lado LH/RH.	0:00:00	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:00	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:00	0:00:15	0:00:00	0:00:15	0:00:00	0:00:17	0:00:00
16	Instalación de la viga frontal del techo.	0:00:00	0:00:00	0:00:19	0:00:19	0:00:00	0:00:00	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0:00:00	0:00:18	0:00:18	0:00:00	0:00:00	0:00:22
17	Instalación de la viga posterior del techo.	0:00:00	0:00:25	0:00:00	0:00:25	0:00:00	0:00:24	0:00:00	0:00:24	0:00:00	0:00:24	0:00:00	0:00:24	0:00:00	0:00:29	0:00:00

18	Cerrar las prensas de los brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.	0:00:00	0:00:00	0:00:12	0:00:12	0:00:00	0:00:00	0:00:11	0:00:11	0:00:00	0:00:00	0:00:12	0:00:12	0:00:00	0:00:00	0:00:14
19	Instalación de la pared posterior del compacto.	0:00:20	0:00:00	0:00:40	0:01:00	0:00:19	0:00:00	0:00:38	0:00:57	0:00:19	0:00:00	0:00:39	0:00:58	0:00:23	0:00:00	0:00:46
20	Cerrar las prensas mecánicas de la pared posterior del compacto	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:10	0:00:00	0:00:10	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:13	0:00:00
21	Soldadura de la viga frontal del techo a la pared lateral lado LH/RH.	0:00:55	0:00:00	0:00:55	0:01:50	0:00:52	0:00:00	0:00:52	0:01:44	0:00:53	0:00:00	0:00:53	0:01:47	0:01:03	0:00:00	0:01:03
22	Soldadura de la viga posterior del techo a la pared lateral lado LH/RH.	0:02:01	0:02:15	0:02:12	0:06:28	0:01:55	0:02:08	0:02:05	0:06:09	0:01:57	0:02:11	0:02:08	0:06:16	0:02:19	0:02:35	0:02:32
23	Soldadura de la pared posterior del compacto lado LH.	0:01:35	0:00:00	0:00:00	0:01:35	0:01:30	0:00:00	0:00:00	0:01:30	0:01:32	0:00:00	0:00:00	0:01:32	0:01:49	0:00:00	0:00:00
24	Soldadura de la pared posterior del compacto lado RH.	0:00:00	0:00:38	0:00:00	0:00:38	0:00:00	0:00:36	0:00:00	0:00:36	0:00:00	0:00:37	0:00:00	0:00:37	0:00:00	0:00:44	0:00:00
25	Apertura de los brazos neumáticos FR/RR lado LH.	0:00:18	0:00:10	0:00:00	0:00:28	0:00:17	0:00:10	0:00:00	0:00:27	0:00:17	0:00:10	0:00:00	0:00:27	0:00:21	0:00:11	0:00:00
26	Apertura de los brazos neumáticos FR/RR lado RH.	0:00:00	0:00:15	0:00:29	0:00:44	0:00:00	0:00:14	0:00:28	0:00:42	0:00:00	0:00:15	0:00:28	0:00:43	0:00:00	0:00:17	0:00:33
27	Instalación del techo.	0:00:22	0:00:32	0:00:25	0:01:19	0:00:21	0:00:30	0:00:24	0:01:15	0:00:21	0:00:31	0:00:24	0:01:17	0:00:25	0:00:37	0:00:29
28	Bajar los brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.	0:00:00	0:00:12	0:00:00	0:00:12	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:11	0:00:00	0:00:12	0:00:00	0:00:12	0:00:00	0:00:14	0:00:00
29	Cerrar las prensas de los	0:00:00	0:00:37	0:00:12	0:00:49	0:00:00	0:00:35	0:00:11	0:00:47	0:00:00	0:00:36	0:00:12	0:00:48	0:00:00	0:00:43	0:00:14

	brazos neumáticos FR/RR lado LH/RH.															
30	Cerrar las prensas mecánicas del techo.	0:00:14	0:00:00	0:00:16	0:00:30	0:00:13	0:00:00	0:00:15	0:00:29	0:00:14	0:00:00	0:00:16	0:00:29	0:00:16	0:00:00	0:00:18
31	Soldadura del techo del compacto a las paredes laterales lado LH/RH.	0:01:15	0:00:00	0:01:26	0:02:41	0:01:11	0:00:00	0:01:22	0:02:33	0:01:13	0:00:00	0:01:23	0:02:36	0:01:26	0:00:00	0:01:39
32	Soldadura del techo a la viga frontal lado LH/RH.	0:00:51	0:00:00	0:00:39	0:01:30	0:00:48	0:00:00	0:00:37	0:01:25	0:00:49	0:00:00	0:00:38	0:01:27	0:00:59	0:00:00	0:00:45
37	Apertura de brazos y prensas neumáticas FR/RR lado LH del JIG 3 - MB10.	0:00:25	0:00:41	0:00:35	0:01:41	0:00:24	0:00:39	0:00:33	0:01:36	0:00:24	0:00:40	0:00:34	0:01:38	0:00:29	0:00:47	0:00:40
38	Apertura de brazos y prensas neumáticas FR/RR lado RH del JIG 3 - MB10.	0:00:16	0:00:00	0:00:00	0:00:16	0:00:15	0:00:00	0:00:00	0:00:15	0:00:16	0:00:00	0:00:00	0:00:16	0:00:18	0:00:00	0:00:00
39	Apertura de prensas mecánicas superiores lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:22	0:00:19	0:00:32	0:01:13	0:00:21	0:00:18	0:00:30	0:01:09	0:00:21	0:00:18	0:00:31	0:01:11	0:00:25	0:00:22	0:00:37
40	Apertura de prensas mecánicas internas lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:26	0:00:00	0:00:21	0:00:47	0:00:25	0:00:00	0:00:20	0:00:45	0:00:25	0:00:00	0:00:20	0:00:46	0:00:30	0:00:00	0:00:24
41	Retirar los pines de seguridad del JIG 3 - MB10.	0:00:14	0:00:00	0:00:18	0:00:32	0:00:13	0:00:00	0:00:17	0:00:30	0:00:14	0:00:00	0:00:17	0:00:31	0:00:16	0:00:00	0:00:21
42	Apertura de los laterales lado LH/RH del JIG 3 - MB10.	0:00:37	0:00:28	0:00:28	0:01:33	0:00:35	0:00:27	0:00:27	0:01:28	0:00:36	0:00:27	0:00:27	0:01:30	0:00:43	0:00:32	0:00:32
43	Anclaje de la canastilla en la cabina .	0:00:00	0:01:56	0:01:56	0:03:52	0:00:00	0:01:50	0:01:50	0:03:40	0:00:00	0:01:53	0:01:53	0:03:45	0:00:00	0:02:13	0:02:13
	Total	0:30:42	0:27:34	0:31:39	1:29:55	0:29:10	0:26:11	0:30:04	1:25:25	0:29:47	0:26:44	0:30:42	1:27:13	0:35:18	0:31:42	0:36:24

ANEXO D. REGISTRO DE TIEMPOS SR-

N	ACTIVIDAD	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			TOMA 4			TOMA 5		
		LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL	LH	RH	TOTAL
1	Instalación de Brakets LH/RH y Montaje del guardachoque delantero.	0:02:15	0:00:00	0:02:15	0:02:12	0:00:00	0:02:12	0:02:42	0:00:00	0:02:42	0:02:08	0:00:00	0:02:08	0:02:10	0:00:00	0:02:10
2	Instalación de los Brakets LH/RH del soporte del condensador inferior y Braket del soporte del refrigerante.	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:26	0:00:00	0:01:26	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:09	0:00:00	0:01:09
3	Instalación del Gancho para remolque LH.	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:04	0:00:00	0:01:04	0:01:18	0:00:00	0:01:18	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:01:02
4	Instalación de Brakets de refuerzo y soporte del Guardachoque posterior.	0:00:00	0:01:33	0:01:33	0:00:00	0:01:31	0:01:31	0:00:00	0:01:52	0:01:52	0:00:00	0:01:28	0:01:28	0:00:00	0:01:29	0:01:29
5	Instalación del Guardachoque posterior.	0:00:00	0:01:10	0:01:10	0:00:00	0:01:09	0:01:09	0:00:00	0:01:24	0:01:24	0:00:00	0:01:06	0:01:06	0:00:00	0:01:07	0:01:07
6	Instalación de la Tapa del combustible.	0:00:00	0:00:52	0:00:52	0:00:00	0:00:51	0:00:51	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:00:49	0:00:49	0:00:00	0:00:50	0:00:50
7	Ajuste de pernos en la parte posterior LH/RH interna de la cabina.	0:00:16	0:00:21	0:00:37	0:00:16	0:00:21	0:00:36	0:00:19	0:00:25	0:00:44	0:00:15	0:00:20	0:00:35	0:00:15	0:00:20	0:00:36
8	Instalación de Brakets del panel de instrumentos LH/RH.	0:00:24	0:00:23	0:00:47	0:00:24	0:00:23	0:00:46	0:00:29	0:00:28	0:00:56	0:00:23	0:00:22	0:00:45	0:00:23	0:00:22	0:00:45
9	Amarre de rieles y Brakets en la parte frontal superior LH/RH interno de la cabina.	0:00:22	0:00:20	0:00:42	0:00:22	0:00:20	0:00:41	0:00:26	0:00:24	0:00:50	0:00:21	0:00:19	0:00:40	0:00:21	0:00:19	0:00:40
10	Lijado de puntos de suelda en las puertas delanteras y posteriores LH/RH.	0:00:52	0:00:49	0:01:41	0:00:51	0:00:48	0:01:39	0:01:02	0:00:59	0:02:01	0:00:49	0:00:47	0:01:36	0:00:50	0:00:47	0:01:37

11	Limpieza interna de la cabina.	0:01:20	0:01:30	0:02:50	0:01:18	0:01:28	0:02:47	0:01:36	0:01:48	0:03:24	0:01:16	0:01:25	0:02:41	0:01:17	0:01:26	0:02:43
12	Limpieza externa de la cabina.	0:01:10	0:01:01	0:02:11	0:01:09	0:01:00	0:02:08	0:01:24	0:01:13	0:02:37	0:01:06	0:00:58	0:02:04	0:01:07	0:00:59	0:02:06
13	Traslado de la cabina hacia la estación MF	0:00:14	0:00:32	0:00:46	0:00:14	0:00:31	0:00:45	0:00:17	0:00:38	0:00:55	0:00:13	0:00:30	0:00:44	0:00:13	0:00:31	0:00:44
14	Lijado y limpieza del Capot.	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:26	0:00:00	0:01:26	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:09	0:00:00	0:01:09
15	Lijado y limpieza interna del compartimiento del motor.	0:00:55	0:00:00	0:00:55	0:00:54	0:00:00	0:00:54	0:01:06	0:00:00	0:01:06	0:00:52	0:00:00	0:00:52	0:00:53	0:00:00	0:00:53
16	Lijado y limpieza del guardafango LH/RH.	0:00:17	0:00:19	0:00:36	0:00:17	0:00:19	0:00:35	0:00:20	0:00:23	0:00:43	0:00:16	0:00:18	0:00:34	0:00:16	0:00:18	0:00:35
17	Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas delanteras LH/RH.	0:01:35	0:01:39	0:03:14	0:01:33	0:01:37	0:03:10	0:01:54	0:01:59	0:03:53	0:01:30	0:01:34	0:03:04	0:01:31	0:01:35	0:03:06
18	Lijado y limpieza de las partes laterales delanteras LH/RH de la cabina.	0:01:22	0:01:05	0:02:27	0:01:20	0:01:04	0:02:24	0:01:38	0:01:18	0:02:56	0:01:18	0:01:02	0:02:20	0:01:19	0:01:02	0:02:21
19	Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas posteriores LH/RH.	0:01:24	0:01:52	0:03:16	0:01:22	0:01:50	0:03:12	0:01:41	0:02:14	0:03:55	0:01:20	0:01:46	0:03:06	0:01:21	0:01:48	0:03:08
20	Lijado y limpieza de las partes laterales posteriores LH/RH de la cabina.	0:00:59	0:00:55	0:01:54	0:00:58	0:00:54	0:01:52	0:01:11	0:01:06	0:02:17	0:00:56	0:00:52	0:01:48	0:00:57	0:00:53	0:01:49
21	Lijado y limpieza de los laterales posteriores LH/RH de la cabina.	0:00:29	0:00:28	0:00:57	0:00:28	0:00:27	0:00:56	0:00:35	0:00:34	0:01:08	0:00:28	0:00:27	0:00:54	0:00:28	0:00:27	0:00:55
22	Lijado y limpieza de la compuerta posterior.	0:00:00	0:01:36	0:01:36	0:00:00	0:01:34	0:01:34	0:00:00	0:01:55	0:01:55	0:00:00	0:01:31	0:01:31	0:00:00	0:01:32	0:01:32
23	Lijado y limpieza del techo.	0:01:10	0:01:15	0:02:25	0:01:09	0:01:13	0:02:22	0:01:24	0:01:30	0:02:54	0:01:06	0:01:11	0:02:18	0:01:07	0:01:12	0:02:19
24	Traslado de la cabina hacia la estación MF-3.	0:00:15	0:00:30	0:00:45	0:00:15	0:00:29	0:00:44	0:00:18	0:00:36	0:00:54	0:00:14	0:00:29	0:00:43	0:00:14	0:00:29	0:00:43

25	Verificación y enderezado de la superficie del capot.	0:00:19	0:00:19	0:00:38	0:00:19	0:00:19	0:00:37	0:00:23	0:00:23	0:00:46	0:00:18	0:00:18	0:00:36	0:00:18	0:00:18	0:00:36
26	Verificación de la superficie externa del guardafango LH/RH.	0:00:25	0:00:35	0:01:00	0:00:25	0:00:34	0:00:59	0:00:30	0:00:42	0:01:12	0:00:24	0:00:33	0:00:57	0:00:24	0:00:34	0:00:58
27	Verificación de la superficie externa e interna de la puerta delantera LH y RH.	0:00:41	0:00:41	0:01:22	0:00:40	0:00:40	0:01:20	0:00:49	0:00:49	0:01:38	0:00:39	0:00:39	0:01:18	0:00:39	0:00:39	0:01:19
28	Verificación de la superficie o bordes de las paredes laterales LH y RH delanteras.	0:00:28	0:00:31	0:00:59	0:00:27	0:00:30	0:00:58	0:00:34	0:00:37	0:01:11	0:00:27	0:00:29	0:00:56	0:00:27	0:00:30	0:00:57
29	Verificación de la superficie externa e interna de la puerta posteriores LH y RH.	0:00:53	0:00:50	0:01:43	0:00:52	0:00:49	0:01:41	0:01:04	0:01:00	0:02:04	0:00:50	0:00:47	0:01:38	0:00:51	0:00:48	0:01:39
30	Verificación de la superficie externa e interna de las paredes laterales LH y RH posteriores.	0:00:28	0:00:27	0:00:55	0:00:27	0:00:26	0:00:54	0:00:34	0:00:32	0:01:06	0:00:27	0:00:26	0:00:52	0:00:27	0:00:26	0:00:53
31	Verificación de la superficie del parante posterior LH/RH.	0:00:16	0:00:18	0:00:34	0:00:16	0:00:18	0:00:33	0:00:19	0:00:22	0:00:41	0:00:15	0:00:17	0:00:32	0:00:15	0:00:17	0:00:33
32	verificación de la superficie de la pared posterior de la cabina.	0:00:20	0:00:22	0:00:42	0:00:20	0:00:22	0:00:41	0:00:24	0:00:26	0:00:50	0:00:19	0:00:21	0:00:40	0:00:19	0:00:21	0:00:40
33	Verificación de la superficie del techo de la cabina	0:00:21	0:00:32	0:00:53	0:00:21	0:00:31	0:00:52	0:00:25	0:00:38	0:01:04	0:00:20	0:00:30	0:00:50	0:00:20	0:00:31	0:00:51
34	Verificación de la superficie de piso parte interna LH/RH de la cabina.	0:00:42	0:00:33	0:01:15	0:00:41	0:00:32	0:01:13	0:00:50	0:00:40	0:01:30	0:00:40	0:00:31	0:01:11	0:00:40	0:00:32	0:01:12
35	Verificación de la superficie de los parantes internos A, B, C LH/RH de la cabina.	0:00:20	0:00:42	0:01:02	0:00:20	0:00:41	0:01:01	0:00:24	0:00:50	0:01:14	0:00:19	0:00:40	0:00:59	0:00:19	0:00:40	0:01:00
36	Traslado de la cabina hacia la compuerta de calidad.	0:00:00	0:00:14	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:14	0:00:00	0:00:17	0:00:17	0:00:00	0:00:13	0:00:13	0:00:00	0:00:13	0:00:13

Total	0:24:01	0:24:14	0:48:15	0:23:32	0:23:45	0:47:17	0:28:49	0:29:05	0:57:54	0:22:49	0:23:01	0:45:50	0:23:03	0:23:16	0:46:19
--------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

ANEXO F. REGISTRO DE TIEMPOS ADJ-0

	ACTIVIDAD	TO MA 1			TO MA 2			TO MA 3			TO MA 4			TO MA 5		
		LH	RH	TOT ALE S	LH	RH	TOT ALE S	LH	RH	TOT ALE S	LH	RH	TOT ALE S	LH	RH	TOT ALE S
1	Montaje del JIG de instalación de puertas posteriores lado LH/RH.	0:00: 22	0:00: 00	0:00: 22	0:00: 20	0:00: 00	0:00: 20	0:00: 20	0:00: 00	0:00: 20	0:00: 26	0:00: 00	0:00: 26	0:00: 24	0:00: 00	0:00: 24
2	Montaje del JIG de instalación de puertas posteriores lado LH/RH.	0:00: 00	0:00: 23	0:00: 23	0:00: 00	0:00: 21	0:00: 21	0:00: 00	0:00: 21	0:00: 21	0:00: 00	0:00: 27	0:00: 27	0:00: 00	0:00: 26	0:00: 26
3	Instalación de puertas posteriores lado LH/RH y retiro de los JIG´s de instalación.	0:02: 23	0:02: 31	0:04: 54	0:02: 13	0:02: 20	0:04: 33	0:02: 10	0:02: 17	0:04: 28	0:02: 50	0:03: 00	0:05: 50	0:02: 39	0:02: 48	0:05: 26
4	Traslado de la cabina hacia la estación ADJ-2.	0:00: 15	0:00: 00	0:00: 15	0:00: 14	0:00: 00	0:00: 14	0:00: 14	0:00: 00	0:00: 14	0:00: 18	0:00: 00	0:00: 18	0:00: 17	0:00: 00	0:00: 17
7	Montaje del JIG de instalación de puertas delanteras lado LH/RH.	0:00: 29	0:00: 24	0:00: 53	0:00: 27	0:00: 22	0:00: 49	0:00: 26	0:00: 22	0:00: 48	0:00: 28	0:00: 23	0:00: 50	0:00: 24	0:00: 24	0:00: 48
8	Instalación de puertas delanteras lado LH/RH.	0:02: 30	0:02: 23	0:04: 53	0:02: 20	0:02: 13	0:04: 32	0:02: 16	0:02: 10	0:04: 27	0:02: 22	0:02: 16	0:04: 38	0:02: 23	0:02: 23	0:04: 46
9	Instalación de puertas delanteras lado LH/RH y retiro de los JIG´s de instalación.	0:00: 51	0:00: 56	0:01: 47	0:00: 47	0:00: 52	0:01: 40	0:00: 46	0:00: 51	0:01: 37	0:00: 48	0:00: 53	0:01: 42	0:00: 56	0:00: 56	0:01: 52
10	limpieza y verificación de cabina	0:02:	0:03:	0:05:	0:02:	0:02:	0:06:	0:02:	0:02:	0:05:	0:02:	0:03:	0:07:	0:03:	0:03:	0:06:

		43	13	56	32	59	51	28	56	47	35	03	01	13	13	33
	Total	0:09: 33	0:09: 50	0:19: 23	0:08: 53	0:09: 09	0:19: 21	0:08: 41	0:08: 57	0:18: 01	0:09: 48	0:10: 02	0:21: 13	0:10: 16	0:10: 09	0:20: 32

		0:04: 30	0:04: 35	0:09: 05	0:05: 27	0:05: 33	0:11:0 0	0:04: 11	0:04: 16	0:08:2 7	0:04:2 5	0:04: 30	0:08: 54	0:04:2 2	0:04:2 7	0:08:4 9
	Total	0:27: 57	0:27: 09	0:55: 06	0:33: 13	0:32:5 1	1:06:0 4	0:26: 00	0:25: 15	0:51:1 5	0:27:2 3	0:26: 36	0:54: 00	0:27:0 7	0:26: 20	0:53:2 7

ANEXO H. REGISTRO DE TIEMPOS MF-1

N	ACTIVIDAD	TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			TOMA 4			TOMA 5		
		LH	RH	TOTALS	LH	RH	TOTALS	LH	RH	TOTALS	LH	RH	TOTALS	LH	RH	TOTALS
1	Instalación de Brakets LH/RH y Montaje del guardachoque delantero.	0:02:15	0:00:00	0:02:15	0:02:12	0:00:00	0:02:12	0:02:42	0:00:00	0:02:42	0:02:08	0:00:00	0:02:08	0:02:10	0:00:00	0:02:10
2	Instalación de los Brakets LH/RH del soporte del condensador inferior y Braket del soporte del refrigerante.	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:26	0:00:00	0:01:26	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:09	0:00:00	0:01:09
3	Instalación del Gancho para remolque LH.	0:01:05	0:00:00	0:01:05	0:01:04	0:00:00	0:01:04	0:01:18	0:00:00	0:01:18	0:01:02	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:01:02
4	Instalación de Brakets de refuerzo y soporte del Guardachoque posterior.	0:00:00	0:01:33	0:01:33	0:00:00	0:01:31	0:01:31	0:00:00	0:01:52	0:01:52	0:00:00	0:01:28	0:01:28	0:00:00	0:01:29	0:01:29
5	Instalación del Guardachoque posterior.	0:00:00	0:01:10	0:01:10	0:00:00	0:01:09	0:01:09	0:00:00	0:01:24	0:01:24	0:00:00	0:01:06	0:01:06	0:00:00	0:01:07	0:01:07
6	Instalación de la Tapa del combustible.	0:00:00	0:00:52	0:00:52	0:00:00	0:00:51	0:00:51	0:00:00	0:01:02	0:01:02	0:00:00	0:00:49	0:00:49	0:00:00	0:00:50	0:00:50
7	Ajuste de pernos en la parte posterior LH/RH interna de la cabina.	0:00:16	0:00:21	0:00:37	0:00:16	0:00:21	0:00:36	0:00:19	0:00:25	0:00:44	0:00:15	0:00:20	0:00:35	0:00:15	0:00:20	0:00:36
8	Instalación de Brakets del panel de instrumentos LH/RH.	0:00:24	0:00:23	0:00:47	0:00:24	0:00:23	0:00:46	0:00:29	0:00:28	0:00:56	0:00:23	0:00:22	0:00:45	0:00:23	0:00:22	0:00:45
9	Amarre de rieles y Brakets en la parte frontal superior LH/RH interno de la cabina.	0:00:22	0:00:20	0:00:42	0:00:22	0:00:20	0:00:41	0:00:26	0:00:24	0:00:50	0:00:21	0:00:19	0:00:40	0:00:21	0:00:19	0:00:40
10	Lijado de puntos de suelda en las puertas	0:00:52	0:00:49	0:01:41	0:00:51	0:00:48	0:01:39	0:01:02	0:00:59	0:02:01	0:00:49	0:00:47	0:01:36	0:00:50	0:00:47	0:01:37

	delanteras y posteriores LH/RH.															
11	Limpieza interna de la cabina.	0:01:20	0:01:30	0:02:50	0:01:18	0:01:28	0:02:47	0:01:36	0:01:48	0:03:24	0:01:16	0:01:25	0:02:41	0:01:17	0:01:26	0:02:43
12	Limpieza externa de la cabina.	0:01:10	0:01:01	0:02:11	0:01:09	0:01:00	0:02:08	0:01:24	0:01:13	0:02:37	0:01:06	0:00:58	0:02:04	0:01:07	0:00:59	0:02:06
13	Traslado de la cabina hacia la estación MF	0:00:14	0:00:32	0:00:46	0:00:14	0:00:31	0:00:45	0:00:17	0:00:38	0:00:55	0:00:13	0:00:30	0:00:44	0:00:13	0:00:31	0:00:44
14	Lijado y limpieza del Capot.	0:01:12	0:00:00	0:01:12	0:01:11	0:00:00	0:01:11	0:01:26	0:00:00	0:01:26	0:01:08	0:00:00	0:01:08	0:01:09	0:00:00	0:01:09
15	Lijado y limpieza interna del compartimiento del motor.	0:00:55	0:00:00	0:00:55	0:00:54	0:00:00	0:00:54	0:01:06	0:00:00	0:01:06	0:00:52	0:00:00	0:00:52	0:00:53	0:00:00	0:00:53
16	Lijado y limpieza del guardafango LH/RH.	0:00:17	0:00:19	0:00:36	0:00:17	0:00:19	0:00:35	0:00:20	0:00:23	0:00:43	0:00:16	0:00:18	0:00:34	0:00:16	0:00:18	0:00:35
17	Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas delanteras LH/RH.	0:01:35	0:01:39	0:03:14	0:01:33	0:01:37	0:03:10	0:01:54	0:01:59	0:03:53	0:01:30	0:01:34	0:03:04	0:01:31	0:01:35	0:03:06
18	Lijado y limpieza de las partes laterales delanteras LH/RH de la cabina.	0:01:22	0:01:05	0:02:27	0:01:20	0:01:04	0:02:24	0:01:38	0:01:18	0:02:56	0:01:18	0:01:02	0:02:20	0:01:19	0:01:02	0:02:21
19	Lijado y limpieza de los bordes laterales de las puertas posteriores LH/RH.	0:01:24	0:01:52	0:03:16	0:01:22	0:01:50	0:03:12	0:01:41	0:02:14	0:03:55	0:01:20	0:01:46	0:03:06	0:01:21	0:01:48	0:03:08
20	Lijado y limpieza de las partes laterales posteriores LH/RH de la cabina.	0:00:59	0:00:55	0:01:54	0:00:58	0:00:54	0:01:52	0:01:11	0:01:06	0:02:17	0:00:56	0:00:52	0:01:48	0:00:57	0:00:53	0:01:49
21	Lijado y limpieza de los laterales posteriores LH/RH de la cabina.	0:00:29	0:00:28	0:00:57	0:00:28	0:00:27	0:00:56	0:00:35	0:00:34	0:01:08	0:00:28	0:00:27	0:00:54	0:00:28	0:00:27	0:00:55
22	Lijado y limpieza de la compuerta posterior.	0:00:00	0:01:36	0:01:36	0:00:00	0:01:34	0:01:34	0:00:00	0:01:55	0:01:55	0:00:00	0:01:31	0:01:31	0:00:00	0:01:32	0:01:32
23	Lijado y limpieza del techo.	0:01:10	0:01:15	0:02:25	0:01:09	0:01:13	0:02:22	0:01:24	0:01:30	0:02:54	0:01:06	0:01:11	0:02:18	0:01:07	0:01:12	0:02:19

24	Traslado de la cabina hacia la estación MF-3.	0:00:15	0:00:30	0:00:45	0:00:15	0:00:29	0:00:44	0:00:18	0:00:36	0:00:54	0:00:14	0:00:29	0:00:43	0:00:14	0:00:29	0:00:43
25	Verificación y enderezado de la superficie del capot.	0:00:19	0:00:19	0:00:38	0:00:19	0:00:19	0:00:37	0:00:23	0:00:23	0:00:46	0:00:18	0:00:18	0:00:36	0:00:18	0:00:18	0:00:36
26	Verificación de la superficie externa del guardafango LH/RH.	0:00:25	0:00:35	0:01:00	0:00:25	0:00:34	0:00:59	0:00:30	0:00:42	0:01:12	0:00:24	0:00:33	0:00:57	0:00:24	0:00:34	0:00:58
27	Verificación de la superficie externa e interna de la puerta delantera LH y RH.	0:00:41	0:00:41	0:01:22	0:00:40	0:00:40	0:01:20	0:00:49	0:00:49	0:01:38	0:00:39	0:00:39	0:01:18	0:00:39	0:00:39	0:01:19
28	Verificación de la superficie o bordes de las paredes laterales LH y RH delanteras.	0:00:28	0:00:31	0:00:59	0:00:27	0:00:30	0:00:58	0:00:34	0:00:37	0:01:11	0:00:27	0:00:29	0:00:56	0:00:27	0:00:30	0:00:57
29	Verificación de la superficie externa e interna de la puerta posteriores LH y RH.	0:00:53	0:00:50	0:01:43	0:00:52	0:00:49	0:01:41	0:01:04	0:01:00	0:02:04	0:00:50	0:00:47	0:01:38	0:00:51	0:00:48	0:01:39
30	Verificación de la superficie externa e interna de las paredes laterales LH y RH posteriores.	0:00:28	0:00:27	0:00:55	0:00:27	0:00:26	0:00:54	0:00:34	0:00:32	0:01:06	0:00:27	0:00:26	0:00:52	0:00:27	0:00:26	0:00:53
31	Verificación de la superficie del parante posterior LH/RH.	0:00:16	0:00:18	0:00:34	0:00:16	0:00:18	0:00:33	0:00:19	0:00:22	0:00:41	0:00:15	0:00:17	0:00:32	0:00:15	0:00:17	0:00:33
32	verificación de la superficie de la pared posterior de la cabina.	0:00:20	0:00:22	0:00:42	0:00:20	0:00:22	0:00:41	0:00:24	0:00:26	0:00:50	0:00:19	0:00:21	0:00:40	0:00:19	0:00:21	0:00:40
33	Verificación de la superficie del techo de la cabina	0:00:21	0:00:32	0:00:53	0:00:21	0:00:31	0:00:52	0:00:25	0:00:38	0:01:04	0:00:20	0:00:30	0:00:50	0:00:20	0:00:31	0:00:51
34	Verificación de la superficie de piso parte interna LH/RH de la cabina.	0:00:42	0:00:33	0:01:15	0:00:41	0:00:32	0:01:13	0:00:50	0:00:40	0:01:30	0:00:40	0:00:31	0:01:11	0:00:40	0:00:32	0:01:12
35	Verificación de la superficie de los	0:00:20	0:00:42	0:01:02	0:00:20	0:00:41	0:01:01	0:00:24	0:00:50	0:01:14	0:00:19	0:00:40	0:00:59	0:00:19	0:00:40	0:01:00

	parantes internos A, B, C LH/RH de la cabina.															
36	Traslado de la cabina hacia la compuerta de calidad.	0:00:00	0:00:14	0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:14	0:00:00	0:00:17	0:00:17	0:00:00	0:00:13	0:00:13	0:00:00	0:00:13	0:00:13
	Total	0:24:01	0:24:14	0:48:15	0:23:32	0:23:45	0:47:17	0:28:49	0:29:05	0:57:54	0:22:49	0:23:01	0:45:50	0:23:03	0:23:16	0:46:19

ANEXO I. TABLA TIEMPOS SUPLEMENTOS

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16		0	
a) Trabajo de pie				14		0	
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12		0	
Trabajo se realiza de pie		2	4	10		3	
b) Postura normal				8		10	
Ligeramente incómoda		0	1	6		21	
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	5		31	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4		45	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				3		64	
Peso levantado por kilogramo				2		100	
2,5		0	1	f) Tensión visual			
5		1	2	Trabajos de cierta precisión		0	0
7,5		2	3	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
10		3	4	Trabajos de gran precisión		5	5
12,5		4	6	g) Ruido			
15		5	8	Sonido continuo		0	0
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y fuertes		2	2
20		9	13	Sonidos intermitentes y muy fuertes		5	5
22,5		11	16	Sonidos estridentes		7	7
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental			
30		17		Proceso algo complejo		1	1
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida		4	4
d) Iluminación				Proceso muy complejo		8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	i) Monotonía mental			
Bastante por debajo		2	2	Trabajo monótono		0	0
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono		1	1
				Trabajo muy monótono		4	4
				j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	2
				Trabajo muy aburrido		5	5

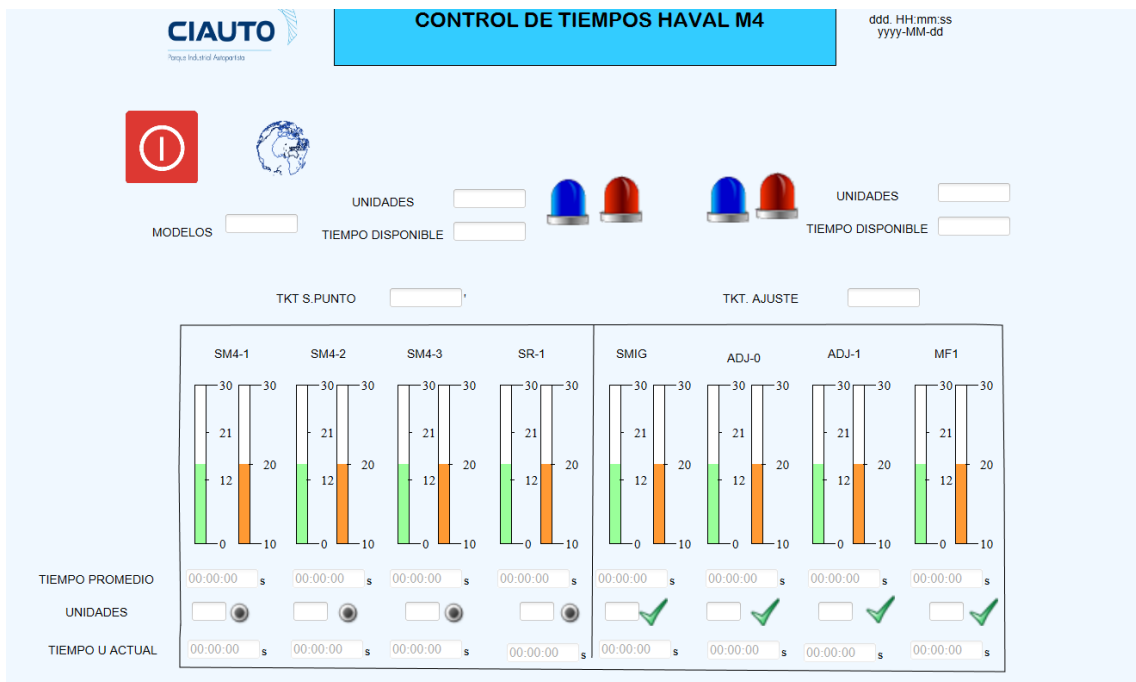
ANEXO J. TABLA DE CICLOS

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

ANEXO K. TABLA LIMITES DE CONTROL

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

ANEXO L. SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO



PULSADORES DEL SISTEMA





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 01 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Esteban Eduardo Cousen Torres</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Mecánica</i>
Carrera: <i>Ingeniería Industrial</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Industrial</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.26 10:11:18 -05'00'



0125-DBRA-UTP-2022