



Universidad
Tecnológica de
Querétaro

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO

Firmado digitalmente por Universidad
Tecnológica de Querétaro
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=Universidad Tecnológica de Querétaro,
o=UTEQ, ou=UTEQ, email=vcruz@uteq.edu.mx,
c=MX
Fecha: 2014.02.05 16:54:13 -06'00'

Nombre del proyecto:

**“HABILITACIÓN DE SISTEMA ANDON EN LÍNEA
DE TORNEADO TR6060”**

Empresa:

TREMEC QUERÉTARO

Memoria que como parte de los requisitos para obtener el título de:

**TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN MECATRÓNICA
ÁREA AUTOMATIZACIÓN**

Presenta:

GERARDO GALVÁN GUERRERO

Asesor de la UTEQ
Lic. Jorge Leonel Cabrera Acosta

Asesor de la Organización
Ing. Antonio Ibarra Gómez

Santiago de Querétaro, Qro. Enero 2014

RESUMEN

El proyecto denominado “Sistema ANDON” (Ayuda Visual) fue presentado y realizado como propuesta en la empresa TREMEC (Transmisiones y Equipos Mecánicos S.A. de C.V.). La empresa manufactura transmisiones para vehículos de alto desempeño y ofrece servicio ligero y refacciones. Está ubicada en Av. 5 de Febrero 2115 de la Zona Industrial Benito Juárez, en la ciudad de Querétaro. El proyecto mencionado se llevó a cabo en el periodo septiembre – diciembre del presente año. En las células del modelo TR-6060 no se contaba con un control estadístico que permitiera consultar o graficar los paros e interferencias de las diferentes áreas de soporte (calidad, manufactura, smed, control de producción y, en especial, mantenimiento). El personal operativo solo era consciente de que debía registrar las interferencias; sin embargo, no se consideraba que los registros tienen unos objetivos a los que se les debe dar seguimiento, tales como: aumentar la productividad de fabricación de las piezas, reducir tiempos por paros no planeados, evitar los tiempos muertos y, con base en esos datos, revisar las tendencias del nivel de eficiencia de cada área de soporte, para lograr así el resultado de equipo. Para TREMEC el objetivo principal es garantizarle al cliente la calidad, la cantidad y el tiempo de entrega de las piezas o productos, ya que hay mucha competencia en el mercado, por lo que se requiere que todo el trabajo realizado se cumpla bajo las normas, tiempo y estándares de la empresa.

(Palabras clave: Calidad, Cantidad y Tiempo)

DESCRIPTION

I did my internship in TREMEC Querétaro; the company is 49 years old. This is a global worldwide class company. My boss was Antonio Ibarra, he is tall and a little fat and he has dark skin. He is nice and when he gives an order his character is strong due to his commitment to the department. The work environment is noisy in some areas, but the order and cleanliness are practiced constantly in TREMEC.

DEDICATORIAS

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a mis hijos, por haberme dado parte de su tiempo para poder superarme y finalmente culminar la carrera de Técnico Superior Universitario en la UTEQ. Gracias Ricardo, Daniel y Valeria. Gracias por su consideración.

Esta memoria la dedico también a mis hermanas, amigos, y a todas aquellas personas que me apoyaron de muy diversas maneras para lograr terminar mis estudios como TSU en la Universidad Tecnológica de Querétaro.

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la valiosa colaboración del profesor Lic. Jorge Leonel Cabrera, por su asesoría en el desarrollo de esta memoria de estadía.

Agradezco, asimismo, la orientación y apoyo del Ing. Antonio Ibarra durante la planeación y desarrollo del proyecto en la empresa.

Agradezco también su importante apoyo a todo el personal docente y administrativo de la Universidad Tecnológica de Querétaro, por haberme brindado generosamente su atención y sus conocimientos para poder realizar y culminar felizmente mis estudios en esta honorable institución.

Y finalmente, mi más sincero agradecimiento a mis hermanas, amigos y personas que hicieron posible mi estancia y formación en la UTEQ.

ÍNDICE

	Página
Resumen.....	1
Description.....	2
Dedicatorias.....	3
Agradecimientos.....	4
Índice.....	5
Índice de Figuras.....	6
Índice de Tablas.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. ANTECEDENTES.....	11
2.1 Antecedentes de la Empresa.....	11
2.1.2 Estructura Organizacional.....	14
2.2 Antecedentes del Proyecto.....	16
III. JUSTIFICACIÓN.....	18
IV. OBJETIVOS.....	19
V. ALCANCE.....	20
VI. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	21
VII. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	22
VIII. PLAN DE ACTIVIDADES.....	33
IX. RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS.....	34

X.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	37
XI.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	57
XII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
XIII.	ANEXOS.....	59
XIV.	BIBLIOGRAFÍA.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Transmisión TR6060.....	11
Figura 2. Vista de Torre de TREMEC.....	12
Figura 3. Secciones de TREMEC.....	13
Figura 4. División del Grupo Desc y Kuo.....	14
Figura 5. Mapa de Organigrama del Grupo Desc.....	15
Figura 6. Fotografía Panorámica de TREMEC.....	16
Figura 7. MicroLogix 1500.....	24
Figura 8. Vista principal de RsLogix 1500.....	27
Figura 9. Ejemplo de Lenguaje KOP.....	32
Figura 10. Estructura del tablero Andon.....	37
Figura 11. Colocación de focos y bocina.....	37
Figura12. Cableado por pares e identificado por números de colores.....	38

Figura 13. Cableado e identificación.....	39
Figura 14. Número de identificación de cada cable.....	40
Figura 15. Tablilla de doble contacto para conectar cable múltiple.....	40
Figura 16. Cable múltiple.....	41
Figura 17. Cables agrupados por números.....	42
Figura 18. Andon con todos sus componentes.....	42
Figura 19. Colocación del Andon en el área de Torneado.....	43
Figura 20. Ensamble de switch, contacto doble y tablilla de contactos.....	45
Figura 21. Cableado del PLC con el AC/COM 0, 1 y 2.....	45
Figura 22. Cableado del PLC a la tarjeta del audio.....	46
Figura 23. Cable aux del amplificador conectado a la tarjeta de audio.....	46
Figura 24. Tablero de control con todos los componentes cableados.....	47
Figura 25. Identificación del sonido de Mantenimiento.....	48
Figura 26. Identificación del sonido de producción.....	49
Figura 27. Identificación del sonido de seguridad.....	49
Figura 28. Identificación del sonido de manejo de materiales.....	50
Figura 29. Identificación del sonido de calidad.....	50
Figura 30. Identificación del sonido de manufactura.....	51
Figura 31. Señales Andon.....	51
Figura 32. Botón rojo de reset.....	52
Figura 33. Amplificador conectado a 110 V	52

Figura 34. Registro de incidencias en bitácora.....	56
Figura 35. Registro de incidencias en PC.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Iconos de la barra de instrucciones.....	30
Tabla 2. Plan de actividades.....	33
Tabla 3. Herramientas y equipo.....	34
Tabla 4. Recursos materiales.....	35-36
Tabla 5. Paros no programados en hrs.....	53
Tabla 6. Interferencias no planeadas.....	54
Tabla 7. Incidencias de movimiento de materiales en hrs.....	55
Tabla 8. Diagrama de escalera.....	59-63

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica de Querétaro es una institución comprometida en formar Técnicos Superiores Universitarios (T.S.U.) con voluntad de servicio, conocimiento y desarrollo, tanto en el aspecto humano como el profesional que convierte a los egresados en personas responsables y aptas para incorporarse al sector productivo.

Esta institución cuenta con un modelo educativo basado en un enfoque esencialmente práctico (Modelo 70/30, que significa que en el proceso enseñanza-aprendizaje el 70% es práctica y el 30% teoría) lo que hace que el T.S.U. en mecatrónica sea un profesional de excelencia que desarrolla actividades que contribuyen a elevar los niveles de productividad y calidad, mediante el empleo de técnicas modernas.

En orden a que la formación del TSU este contextualizada y actualizada, la universidad envía a sus estudiantes a complementar su formación a las empresas en el periodo correspondiente a su último cuatrimestre de estudios. Durante este periodo, llamado estadía, el estudiante realiza en las instalaciones de la empresa que le es asignada un proyecto relacionado con

sus competencias específicas, del cual debe entregar por escrito una memoria como requisito para su titulación.

El proyecto denominado “Sistema ANDON” (Ayuda Visual), asignado a Gerardo Galván Guerrero para acreditar su estadía, fue implementado en la empresa TREMEC (Transmisiones y Equipos Mecánicos S.A. de C.V.), la cual manufactura transmisiones para vehículos de alto desempeño, servicio ligero y refacciones.

La empresa TREMEC está ubicada en Av. 5 de Febrero 2115 de la Zona Industrial Benito Juárez, en la ciudad de Querétaro, y su objetivo principal es garantizarle al cliente la calidad, la cantidad y el tiempo de entrega de las piezas o productos.

El proyecto que a continuación se desarrolla consiste en crear una base de datos comunicada con el sistema ANDON para registrar todas las interferencias de las diferentes áreas de soporte del modelo TR6060. El objetivo es llevar un control estadístico de las fallas para implementar las estrategias pertinentes que aumenten la productividad, atender adecuadamente los requerimientos del cliente y contribuir a la mejora continua en la empresa.

II. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes de la Empresa

Transmisiones y Equipos Mecánicos S.A. de C.V. “TREMEC” es una compañía perteneciente al Grupo Desc. Del sector automotriz del Corporativo Desc, uno de los ocho grupos industriales más importantes de México. Es fabricante de Transmisiones Estándar de tracción trasera para vehículos de alto desempeño y deportivos para el mercado mundial y camiones ligeros para el mercado mexicano, al igual de componentes automotrices para vehículos agrícolas y militares.

TREMEC tiene presencia mundial con ventas directas a 14 países del mundo y de manera indirecta está presente en los 5 continentes, lo cual implica que el 80% de la producción se exporte.

En la figura 1 se muestra la transmisión TR-6060 como producto terminado.



Figura 1 Transmisión TR6060

2.1.1 Historia de la Empresa

TREMEC inició operaciones en 1964 en la ciudad de Querétaro, México; siendo una de las primeras empresas en el estado, gracias a la visión del Ing. Bernardo Quintana Arrijoja, su fundador.

En la figura 2 se muestra la torre de TREMEC, la cual está desde sus inicios.



Figura 2 Vista de la torre de TREMEC.

En Junio de 1994 TREMEC pasa a formar parte del grupo Desc, con lo cual se afianza en el mercado automotriz, debido a que la división Automotriz de este grupo tiene una amplia y sólida participación en el tren motriz de este importante ramo.

Desde sus inicios TREMEC ha fabricado transmisiones manuales de tracción trasera, y a partir de principios de los 80's diversificó su fabricación, incursionando en el mercado de componentes para transmisiones, motores y reductores de velocidad para el sector agrícola, militar y otras aplicaciones. Al paso de los años, TREMEC se ha consolidado como una empresa de clase mundial a la altura de las mejores del mundo en su ramo.

Es fabricante de transmisiones manuales de tracción trasera para vehículos de alto desempeño y deportivos para el mercado mundial, y de camiones ligeros para el mercado mexicano.

En la figura 3 se muestra la localización del área donde se desarrolló el proyecto.

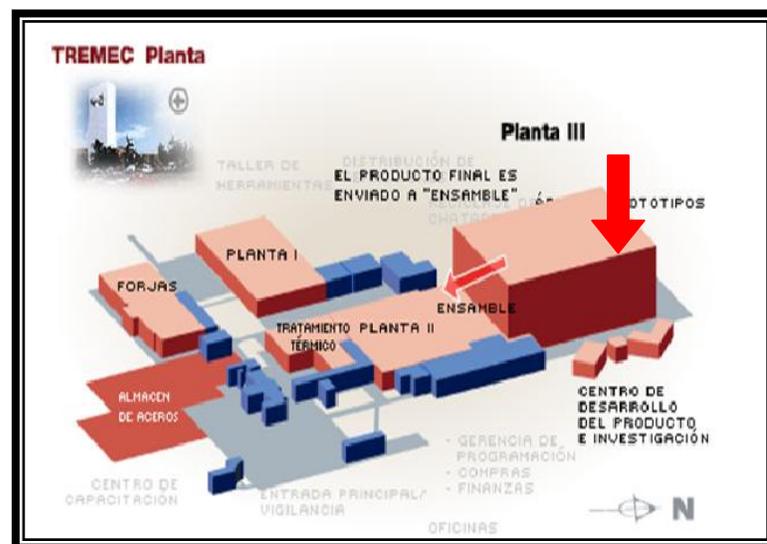


Figura 3 Secciones de TREMEC

2.1.2 Estructura Organizacional

TREMEC fue adquirida por el grupo denominado Desarrollo Social Civil (DESC), el cual está estructurado en varias divisiones, clasificadas por su naturaleza, como son: productos alimenticios, productos químicos, fideicomisos y autopartes, de la que se desprende la división KUO automotriz. Esta última división es la encargada de todo lo relacionado a la industria automotriz, y a ella pertenece TREMEC. Véase la figura 4.



Figura 4 División del Grupo Desc y Kuo

Información relevante sobre la empresa TREMEC Querétaro:

- Planta: 110,000 m2 construidos en terreno de 442000 m2.

- Localización: Querétaro de Arteaga, Qro.
- Fundación: 1964
- Empleados: 1100
- Centros de Desarrollo de Tecnología (Querétaro y Toledo, E.U.A).
- Ventas anuales mayores a los 170 Millones de USD.
- Presencia mundial: Ventas directas a 14 países y clientes indirectos en 5 continentes
- Exportaciones: 80%

En la figura 5 se muestra el mapa del organigrama del grupo Desc



Figura 5 Mapa de Organigrama del grupo Desc

En la figura 6 se muestra la vista panorámica de TREMEC.



Figura 6 Vista panorámica de TREMEC

2.2 Antecedentes del Proyecto

TREMEC es una empresa que comprende cuatro unidades de negocio:

Planta I: Fabrica la carcasa de la transmisión y sincronizadores de la misma.

Planta II: Fabrica componentes militares, agrícolas y refacciones.

Planta III: Fabrica todos los engranes, flechas y trenes que llevan las transmisiones de los modelos TR-4050, TR-3650, TR-3550, TR-3160, **TR-6060** y TR-6070.

Y, por último, Forjas, donde TREMEC fabrica sus propias forjas.

La planta III es la encargada de la fabricación del modelo TR-6060, y es el lugar donde se estará desarrollando el proyecto. Esta planta está dividida en las siguientes áreas productivas: torneado, generado, rectificado y honeado.

El área que se requiere monitorear y medir a través del sistema Andon es la de torneado, pues en ella se registran con mayor frecuencia paros no planeados para servicio de mantenimiento y surtimiento de materiales.

Para llevar a cabo esta tarea se contará con la información registrada por los operadores de los tornos, pero ya no de manera manual, sino por vía electrónica en una PC. Al momento de ocurrir una falla, una incidencia o una interferencia por alguna causa especial, en las áreas de soporte (mantenimiento, calidad, manufactura, manejo de materiales y producción), la información se guardará en el programa SuperCEP, el cual compilará y procesará fácil y rápidamente los datos para generar una gráfica estadística. Esta gráfica cumplirá con la finalidad de medir y proporcionar indicadores sobre el área que esté interfiriendo la productividad del área de torneado.

III. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se desarrolla a partir de la necesidad de contar en TREMEC con registros y evidencia de las principales interferencias en los procesos de producción (paros de línea y tiempos muertos). Para ello se realizarán gráficas y estadísticas que muestren las interferencias más recurrentes, pues esto permitirá tomar acciones preventivas y medir los niveles de eficiencia de cada área de soporte responsable. En TREMEC todo está sujeto a análisis estadístico y este es un rubro que estaba olvidado y para el cual no se tenía un medio adecuado de supervisión y registro. Hasta ahora, las interferencias se registraban manualmente en una bitácora, y nadie se hacía responsable de hacer una tabla de resultados para dar seguimiento a los problemas. Para remediar esta omisión y atender tal necesidad, se decidió implementar un software específico, el cual se complementará con el sistema Andon, de acuerdo con los requerimientos particulares de la empresa. TREMEC está siempre en constante innovación, y para actualizar y mejorar sus procesos aprovecha al máximo su capital económico y humano, desarrollando y creando su propia tecnología, que a su vez implementará en sus demás unidades de negocio, reduciendo así costos y tiempos de entrega.

IV. OBJETIVOS

- a) Habilitar el Andon de manera que los usuarios del mismo puedan utilizarlo con facilidad y eficiencia en el registro de incidencias.

- b) Generar en el Andon registros precisos:
 - De la fecha y hora.
 - Del nombre o número de máquina o célula donde ocurre la incidencia.
 - Del tiempo de espera para la atención de la incidencia.
 - De tiempo ocupado en la reparación de la incidencia.
 - Del tiempo que se dejó de producir en cada interferencia.

- c) Contabilizar y graficar los tiempos muertos: por horas, días, semanas y meses.

- d) Alcanzar el 85% de productividad en las células de torneado.

V. ALCANCE

El presupuesto estará limitado a \$70,000 pesos para el desarrollo del proyecto. Se cuenta con un tiempo de término y entrega de dicho proyecto (de Agosto a Diciembre del 2013), y estará dividido en cuatro etapas, en cada una de las cuales se abordarán diferentes actividades.

La primera etapa (primera y segunda semana de agosto) comprende:

- Identificar las células de torneado que requieren ser medidas
- Identificar cuáles son las interferencias
- Requisición de material

La segunda etapa (dos semanas del mes de septiembre):

- Realizar diagrama
- Hacer diagrama escalera
- Diagrama de bloques

La tercera etapa (septiembre y octubre):

- Ensamble de componentes
- Ensamble y colocación de señales
- Programación del plc

La cuarta etapa (noviembre y diciembre):

- Pruebas de las señales visuales y auditivas
- Liberación del proyecto por el área de torneado

VI. ANÁLISIS DE RIESGOS

La principal limitación que podría influir para no cumplir cabalmente con el objetivo del proyecto sería la falta o reducción del presupuesto inicialmente asignado. Esto puede llegar a darse debido a que la empresa periódicamente se ve obliga a realizar ajustes en los costos de operación y a reducir algunos de los presupuestos programados.

Otra posible limitante son los retrasos en los tiempos de entrega de algunos componentes, ya sea por parte de los mismos departamentos de TREMEC o de algún proveedor.

Otra barrera que podría impedir la plena realización del proyecto sería la falta de capacitación para realizar las actividades programadas.

VII. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

7.1 Generalidades

Las principales ventajas de los PLC sobre otros elementos de control radican en lo robusto del diseño de los mismos, lo que les permite soportar con mayor facilidad ambientes hostiles, tales como presencia de humedad, ruido electromagnético, variaciones de tensión y demandas altas de corriente.

7.1.1. Definición de Automatización

La Real Academia de las ciencias Física y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo del material. Las industrias relacionadas con la automatización son

básicamente la industria manufacturera y la industria de procesos. La industria manufacturera se caracteriza por la presencia de máquinas de control numérico por ordenador de sistemas de fabricación flexible. En esta industria destaca el uso de estaciones robotizadas, de forma que en la actualidad la necesidad de la automatización es elevada si se desea ofrecer productos de calidad en un entorno competitivo.

7.1.2. Definición de PLC

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y la otra para entrada. Los terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas solenoides, motores, lámparas indicadoras y otros dispositivos de salida. Los terminales de entrada reciben señales de realimentación para conexión a dispositivos como interruptores de láminas, disyuntores de seguridad, sensores de proximidad, sensores fotoeléctricos, pulsadores e interruptores manuales y otros dispositivos de entrada.

7.2. Los controladores MicroLogix™1500

Son los miembros más expandibles de la familia MicroLogix (Figura 7). Basado en las características fundamentales de los controladores MicroLogix 1200, este controlador se ajusta a muchas aplicaciones que tradicionalmente exigían

controladores más grandes y más costosos. Con un procesador, base con fuente de alimentación eléctrica y E/S incorporadas, este controlador empaqueta las mejores características de un sistema modular en unas medidas pequeñas y de bajo costo. Véase la figura 7.



Figura 7 MicroLogix 1500

7.2.1. PLC MicroLogix 1500

Un sistema básico MicroLogix 1500 se compone de una unidad de base que proporciona 12, 24 o 28 incorporado básica de E/S, una función de CA o la fuente de alimentación DC, y un módulo de procesador que se desliza en la unidad base. Puede completar la E/S incorporada en la unidad base con un

máximo de dieciséis digital y/o analógica de entrada y salida 1769™ módulos Compact I/O (según el consumo de corriente y la disipación de energía).

Amplia gama de opciones de comunicación – Un puerto incorporado RS – 232 soporta DF1 full-y half-duplex protocolos (master y Slave), protocolo Modbus RTU esclavo (master disponible a finales de 2003), el protocolo de módem de radio, y lleno ASCII leído y escribir la comunicación. Puede conectar el controlador MicroLogix 1500 a DH-485, DeviceNet o EtherNet / IP a través de módulos de interfaz de comunicación opcionales.

Facilidad de cableado e instalación de bloques de terminales con protecciones extraíbles en las unidades de base y Compact I / O Módulos de facilidad de cableado, instalación o sustitución cumpliendo con los estándares de seguridad mundial.

On-line de Supervisión de Datos y ajuste – La herramienta de acceso a datos opcional (DAT) para monitorizar y ajustar los datos definidos por el usuario entero y bits. Puede insertar o extraer la DAT mientras el controlador está en funcionamiento.

Flash actualizable en el campo del sistema operativo – Puede actualizar el firmware del controlador con la función Control Flash. Mejoras del controlador se pueden descargar en el campo, protegiendo su inversión.

Entrada de alta velocidad y salida de funciones de alta velocidad entradas y salidas integradas permiten el desarrollo rentable de las aplicaciones de alta Velocidad y aplicaciones de control de movimiento simples, sin la necesidad de sistemas de controlador más grandes o más dedicado.

7.3 Software de programación RSLogix 500

La familia RSLogix™ de paquetes de programación de lógica de escalera IEC-1131 – compatible le ayuda a maximizar el rendimiento, ahorrar tiempo de desarrollo del proyecto, y mejorar la productividad. Esta familia de productos se ha desarrollado para funcionar con ® sistemas operativos Microsoft® Windows. El apoyo a la Allen-Bradley SLC™ 500 y MicroLogix™ familias de procesadores, RSLogix™ 500 fue el primer PLC® software de programación para ofrecer una incomparable productividad con una interfaz del usuario líder en la industria.

7.3.1 Descripción general del software

RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas de la autómatas en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógica de escalera (Ladder. Incluye editor de Ladder y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras disposiciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows®.

Existen diferentes menús de trabajo en el entorno de RS Logix 500. A continuación se hace una pequeña explicación de los mismos (véase la figura 8).

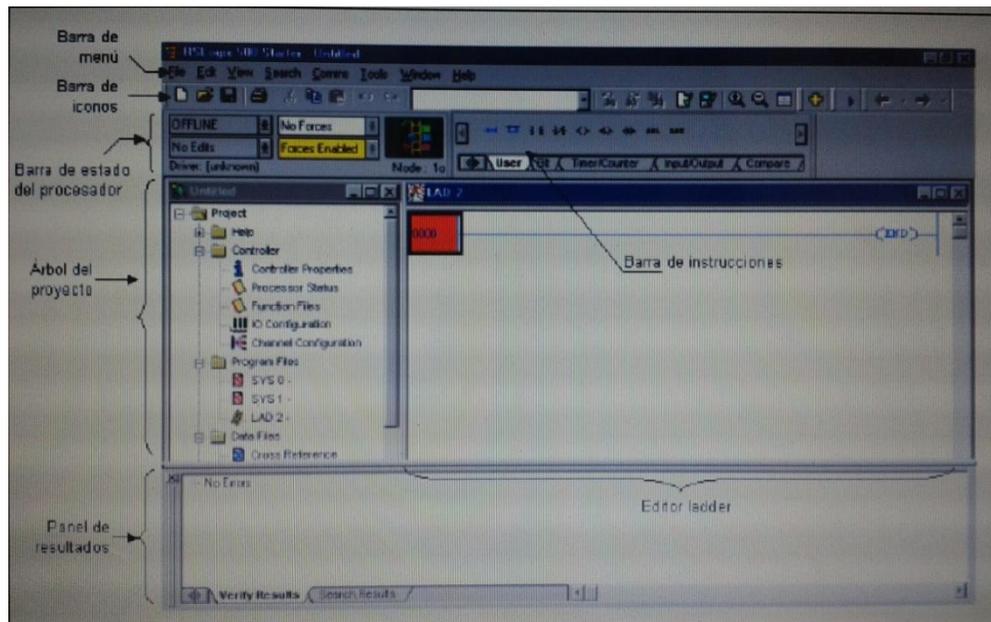


Figura 8 Vista principal de RS Logix 500

- Barra de menú: permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software.
- Barra de íconos: engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.
- Barra de estado del procesador: nos permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (online, offline, program, remote), cargar y/o descargar programas (upload/downloadprogram), así como visualizar el controlador utilizado (Ethernet drive en el caso actual).

- **Árbol del proyecto:** contiene todas las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas.
- **Panel de resultados:** aparecen los errores de programación que surgen al verificar la corrección del programa realizado (situados en la barra de iconos). Efectuando doble clic sobre el error, automáticamente el cursor se situará sobre la ventana de programa Ladder en la posición donde se ha producido tal error.
- **Barra de instrucciones:** esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder. Presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.
- **Ventana del programa Ladder:** contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas o seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).

7.3.2 Edición de un programa diagrama de escalera (Ladder)

Las diferentes instrucciones del lenguaje Ladder se encuentran en la barra de instrucciones citada anteriormente (figura 8). Al presionar sobre alguno de los

elementos de esta barra, estos se introducirán directamente en la rama sobre la que nos encontremos.

En la Tabla 1, se hace una breve explicación de los íconos de la barra de instrucciones que se utilizaron en el desarrollo del programa que llevará el Andon.

	Añadir nueva rama al programa
	Crear una rama en paralelo a la que ya está creada.
	Contacto normalmente abierto (XIC - Examine If Closed): Examina si la variable binaria está activa (valor=1), y si lo está, permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama. La variable binaria puede ser tanto una variable interna de memoria, una entrada binaria una salida binaria, la variable de un temporizador.
	Contacto normalmente cerrado (XIO – Examine If Open); Examina si la variable binaria está inactiva (valor=0), y si lo está permite el paso de la señal al siguiente elemento de la rama.

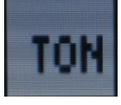
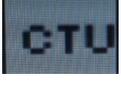
	<p>Activación de la variable (OTE – Output Energize); si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable. Si dejan de ser ciertas las condiciones o en una rama posterior se vuelve a utilizar la instrucción y la condición es falsa, la variable se desactiva.</p>
	<p>Temporizador (TON – Timer On – Delay); la instrucción sirve para retardar una salida, empieza a contar intervalos de tiempo cuando las condiciones del renglón se hacen verdaderas. Siempre que las condiciones del renglón permanezcan verdaderas, el temporizador incrementa su acumulador hasta llegar al valor preseleccionado. El acumulador se restablece (0) cuando las condiciones del renglón se hacen falsas.</p>
	<p>Contador (CTU – Count Up) se usa para incrementar un contador en cada transición de renglón de falso a verdadero.</p>

Tabla 1. Iconos de la barra de instrucciones

7.4 Lenguaje KOP

Se tienen diversos segmentos y cada uno de ellos debe terminar en una asignación de un valor a una bobina (salida) o marca (variable auxiliar), ya sea de igualdad o a través de otras funciones, como Set y Reset (Figura 9).

También puede terminar dando lugar a la ejecución de instrucciones dependientes del estado lógico al final (a la derecha) del segmento. El valor que finalmente llega a esta asignación o instrucción será 1/0 si el resultado de la combinación lógica de las entradas y marcas desde el inicio (a la izquierda) hasta el final (a la derecha) da como resultado un 1/0. Las operaciones lógicas en KOP son muy parecidas a la representación en el esquema cableado. En un esquema cableado (se suele disponer en vertical) se alimenta la bobina que se encuentra al final del circuito si se encuentra un camino para la corriente desde la parte superior (tensión de 220 V o 24 V) hasta la bobina. Para ello debe existir un camino donde todos los contactos estén cerrados. En el lenguaje KOP, empezando por la izquierda se va realizando una consulta al estado de las entradas y se combina lógicamente esa entrada con el estado anterior. Si la entrada está conectada a un contacto normalmente abierto, en condiciones de reposo, la entrada estará a "0" lógico. Si el contacto es activado, la entrada se pondrá a "1". Inversamente, si la entrada está asociada a un contacto normalmente cerrado, en reposo la entrada estará a "1" lógico. Si el contacto es activado, la entrada se pondrá a "0". Independientemente del tipo de contacto conectado a una entrada concreta 1, se puede operar con el valor

lógico de esa entrada o con su valor negado. El primer caso sería el de la consulta al estado de la entrada EX.Y ($-| | -$), en el que se emplea el valor lógico de dicha entrada. Para operar con el valor negado, se hará una consulta negada al estado de la entrada EX.Y ($-| /| -$). En la figura 9 se muestra un ejemplo de lenguaje KOP.

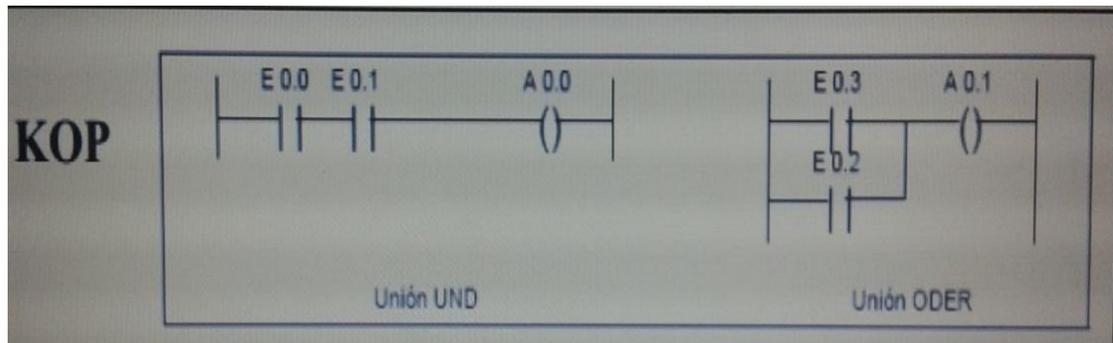


Figura 9 Ejemplo de lenguaje KOP

VIII. PLAN DE ACTIVIDADES

En la Tabla 2 se muestra el plan de actividades que se elaboró para llevar a cabo en las instalaciones de Tremec el proyecto “Sistema Andon”.

VIII PLAN DE ACTIVIDADES																
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO																
EMPRESA: TREMEC MECATRONICA																
Proyecto: sistema ANDON ASESOR EMPRESA: Ing. José Antonio Ibarra Gómez																
Alumno: Gerardo Galván ASESOR UTEQ: Lic. Jorge Leonel Cabrera																
ACTIVIDADES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definición del proyecto	P															
	R															
Identificación de oportunidades	P															
	R															
requisición de materiales	P															
	R															
armado de semaforo	P															
	R															
ensamble de componentes	P															
	R															
comprobacion de conexiones	P															
	R															
programacion de plc	P															
	R															
implementacion y validacion del proyecto	P															
	R															
elaboracion de graficas y formatos explicativos	P															
	R															
P= Avance																
R= Avance Real																

Tabla 2. Plan de actividades

IX. RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS

9.1 Recursos humanos

Las personas que llevaron a cabo la planeación y ejecución del proyecto son las que a continuación se mencionan.

-Ing. Antonio Ibarra (Ingeniero de Mantenimiento planta 3)

-TSU. Gerardo Galván Guerrero (Estadía)

9.2 Recursos materiales

El departamento de mantenimiento prestó apoyo para la realización del proyecto facilitando sus áreas y proporcionando las herramientas y equipos que se mencionan en la Tabla 3. En ésta se omiten los precios porque esos recursos no fueron comprados, pues la empresa ya contaba con ellos.

Descripción
Desarmador
Pinzas pela cable
Brocas
Taladro
Sierra
Laptop
Software RS Linxclassic
Multímetro

Tabla3. Herramientas y equipo

En la Tabla 4 se muestra la lista de los recursos materiales que sí fueron adquiridos para el proyecto, por lo que se especifica tanto su precio unitario como su costo total.

Descripción	Precio Unitario	Total
1.- Plc MicroLogix 1500 (12 input - 12 output)	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00
2.- Tablero de luces	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
3.- Cable blanco AWG 14 (10 m)	\$ 4.98 m	\$ 49.80
4.- Cable verde AWG 14 (5 m)	\$ 4.98 m	\$ 24.90
5.- Cable anaranjado AWG 18 (10 m)	\$2.50 m	\$ 25.00
6.- Cable rojo AWG 18 (10 m)	\$ 2.50 m	\$ 25.00
7.- Cable negro AWG 18 (10 m)	\$ 2.50 m	\$25.00
8.- Cable blanco AWG 18 (10 m)	\$ 2.50 m	\$ 25.00
9.- Cable múltiple AWG 12 (10 m)	\$ 15.00 m	\$ 150.00
10.- Interruptor principal	\$ 250.00	\$ 250.00
11.- Gabinete de 50 X 40 X 30	\$2,500.00	\$ 2,500.00
12.- Amplificador	\$ 2,500.00	\$2,500.00
13.- Bocina	\$ 800.00	\$ 800.00
14.- Tarjeta de audio	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
15.- Fuente de 24 volts	\$ 500.00	\$900.00
16.- Focos de colores (12 piezas)	\$ 25.00 c/u	\$ 300.00
17.- Socket (12 piezas)	\$ 10.00 c/u	\$120.00

18.- Clema de 10 contactos	\$ 100.00	\$100.00
19.- Zapatas eléctrica ponchables (25 pzas)	\$ 6.00	\$ 150.00
20.- Números de identificación (30 piezas)	\$3.00 c/u	\$ 90.00
21.- Conector glándula (2 piezas)	\$25.60 pieza	\$ 51.20
22.- Tramo de riel de 500 mm (2 piezas)	\$95.00	\$190.00
23.- PC	\$ 15,000.00	\$15,000.00
24.- Torretas (2 piezas)	\$ 400.00 c/u	\$800.00
25.- Caja de 2 contactos (2 piezas)	\$ 80.00 c/u	\$ 160.00
26.- Relevadores con base (4 piezas)	\$100 c/u	\$400.00
27.- Tarjeta de conexión db 37	\$2000	\$2,000
TOTAL		\$37,135

Tabla 4. Recursos materiales

Cabe añadir que no hubo costo de mano de obra, ya que este proyecto es interno y realizado por personal de la empresa.

X. DESARROLLO DEL PROYECTO

10.1 Armado del semáforo

El proyecto dio inicio cuando los contratistas entregaron el tablero Andon, tipo semáforo, cuya estructura tiene las siguientes dimensiones: 50 cm de alto X 110 cm de largo X 40 cm de ancho. Y seis orificios por cada lado, de un diámetro de 10 cm cada uno (Ver fig. 10), para instalar en ellos los focos.



Figura 10 Estructura del tablero Andon

En la figura 11 se muestra cómo se colocaron los focos y la bocina.



Figura 11 Colocación de focos y bocina

Los sockets se colocaron dentro del tablero, se fijaron con pijas y se cablearon sujetando los cables con cinchos. Para facilitar su identificación, a los cables se les asignaron diferentes números de colores, y se juntaron en pares teniendo cuidado de revisar la continuidad. Véase la figura 12.



Figura 12 Cableado por pares e identificado por número de colores

A cada uno de los cables se les colocaron zapatas eléctricas ponchables, las cuales fueron atornilladas a una tablilla de doble contacto. En el otro extremo se procedió a poner un cable múltiple de 12 cables internos numerados, cada uno de los cuales corresponde a un foco de las áreas de soporte a medir. Véase la figura 13.



Figura13 Cableado e identificación

A continuación se describe cómo quedaron conectados los cables:

El número 1: al foco negro y corresponde a disponibilidad

El número 2: al foco amarillo y corresponde a calidad

El número 3: al foco verde y corresponde a herramental o manufactura

El número 4: al foco rojo y corresponde a manejo de materiales

El número 5: al foco azul y corresponde a seguridad

El número 6: al foco blanco y corresponde a producción

El número 7: va conectado a la torreta doble de aviso

El número 8: está conectado al cable positivo de la bocina

El número 9: está conectado al cable negativo de la bocina

El cable común de los focos es de color verde y está conectado al cable verde/amarillo del cable múltiple, como se muestra en las figuras 14 y 15.

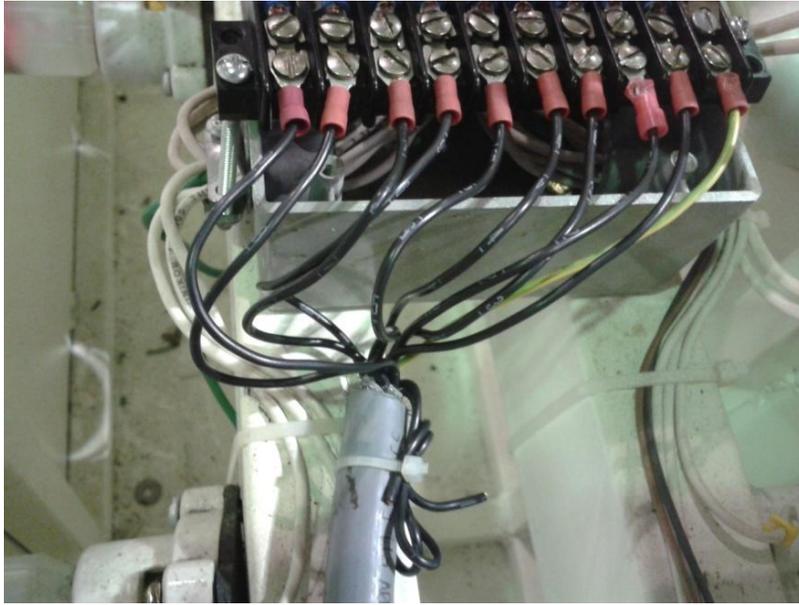


Figura 14 Número de identificación de cada cable



Figura 15 Tablilla doble contacto para conectar cable múltiple

Con la colocación de la bocina, la torreta doble y todos los focos, el tablero de aviso quedó listo. El cable múltiple que se instaló quedará colgado hasta que se coloque el gabinete de control.

Las siguientes fotografías ilustran el proceso. La figura 16 muestra el cable múltiple; la figura 17, la forma como se agruparon los cables; la figura 18, el Andon armado con todos sus componentes, y la figura 19, la forma como quedó colocado el Andon en el área de torneado.



Figura 16 Cable múltiple



Figura17 Cables agrupados por número



Figura 18 Andon con todos sus componentes



Figura 19 Colocación del Andón en el área de torneado

10.2 Ensamble de componentes

Después de armar y hacer la colocación del Andon, se procedió a armar el gabinete de control. Para ello se perforó la placa del tablero, donde se sujetan los componentes. Al tablero se le hicieron plantillas de los componentes, que son:

≈ 1 Amplificador

≈ 1 Plc

≈ 1 Fuente

≈ 1 Tarjeta de audio

≈ 1 Switch

- ≈ 1 Contacto doble de 110 v
- ≈ 1 Tarjeta de interfaz del cable db 37
- ≈ 1 Cable auxiliar conectado a la tarjeta de audio
- ≈ 6 Clemas
- ≈ 3 m de cable rojo de 14 awg para 110 v
- ≈ 1m de cable azul de 16 awg para 24 v
- ≈ 1m de cable múltiple de 4 cables internos
- ≈ 1 amplificador

El armado del gabinete se comenzó haciendo las perforaciones pertinentes del switch contacto 110 v; de la tablilla de contactos dobles; de la guía de la placa ciega, donde va montado el plc; de la fuente; de la tarjeta de audio, del amplificador y, por último, de los orificios donde irá colocada la tarjeta de interfaz del cable db 37.

Se le conectaron al switch 2 cables rojos de alimentación de 110 v, fijándolos a la tablilla doble con zapatas ponchables y tornillos. Asimismo se conectaron a misma, el plc y la fuente. Una vez que se conecta la fuente al voltaje 110v, da a su salida 24 v, que alimentarán la tarjeta de audio. El cable positivo irá conectado a los contactos del plc. Véase la figura 20.

El cable neutro que llega a la fuente alimenta al común de las entradas del plc y va puentado a los otros comunes AC/COM0, AC/COM1, AC/COM2 del cable múltiple amarillo, el cual tiene 4 cables internos que vienen conectados a las terminales 9, 10, 12, y 13 de la tarjeta db 37 (véase la figura 21).

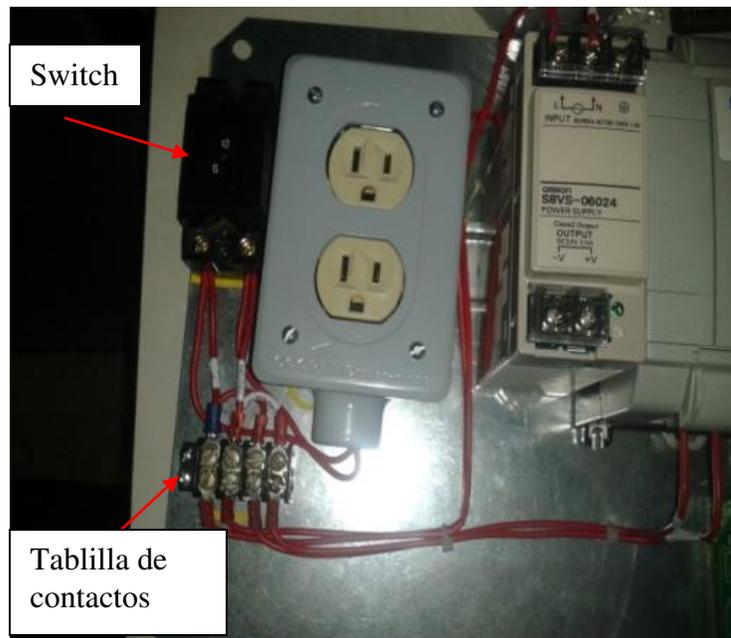


Figura 20 Ensamble de switch, contacto doble y tablilla de contactos



Figura 21 Cableado del plc en el AC/ COM 0, 1 y 2

El otro cable amarillo más chico viene conectado de los contactos de salida del plc VAC / VDC 5 a la clema más grande de la tarjeta de audio, que está conectada en sus pines 1, 2, 5 y 6, como se muestra en la figura 22.

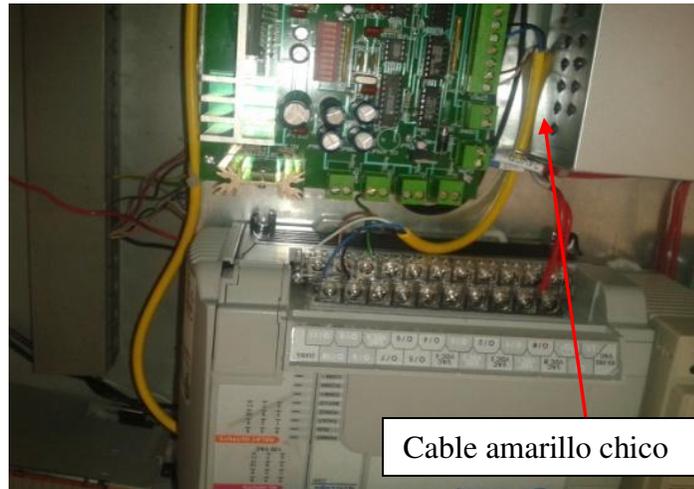


Figura 22 Cableado del PLC a la tarjeta de audio

El cable auxiliar que sale del amplificador va conectado a una clema de las entradas de audio (véase la figura 23).

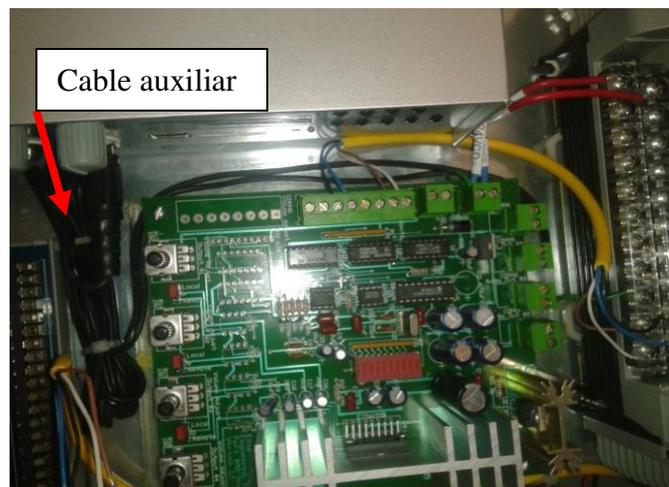


Figura 23 Cable auxiliar del amplificador conectado a la tarjeta de audio

El cable de tomacorriente del amplificador va conectado al contacto de 110v. Finalmente, el armado y cableado del gabinete quedó como se muestra en la figura 24.

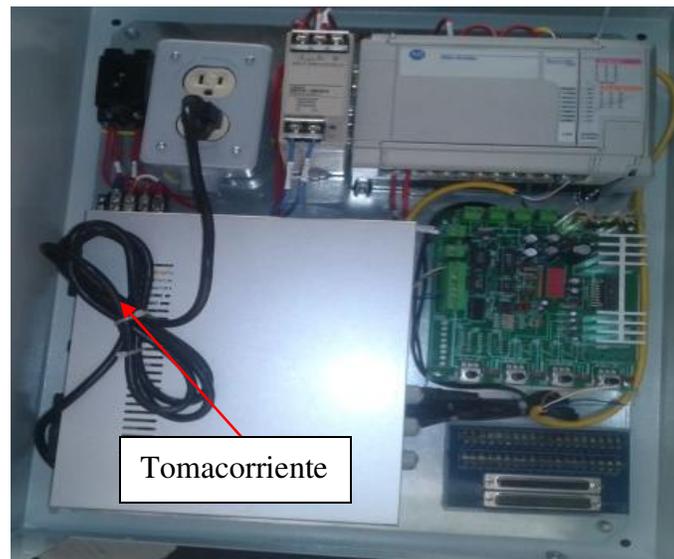


Figura 24 Tablero de control con todos los componentes cableados

10.3 Comprobación de conexiones

Antes de conectar la tarjeta de audio y montarla en el tablero de control, se verificó que los sonidos y las entradas de audio correspondieran a cada área de soporte, de modo que el sonido o melodía fuera la establecida por Tremec. Además se corroboró que el encendido de las señales visuales, consistentes en diferentes filas de leds colocadas en la placa, coincidiera con sus respectivos tonos.

Para establecer un orden, a cada led se le asignó un número. Al área de mantenimiento le corresponden los números 1, 5 y 6, que son los leds que deben encender con su respectiva melodía cuando el señalamiento corresponda a esta área (véase la figura 25).

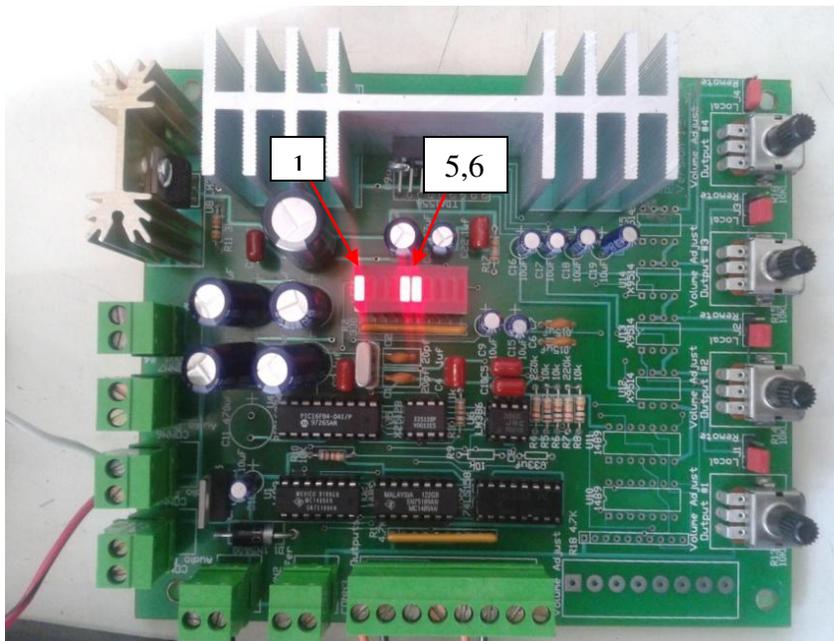


Figura 25 Identificación del sonido de mantenimiento

Al área de producción se le asignaron los números 1, 2, 5 y 6, y al encenderse deberán hacerlo con su respectiva melodía (véase la figura 26).

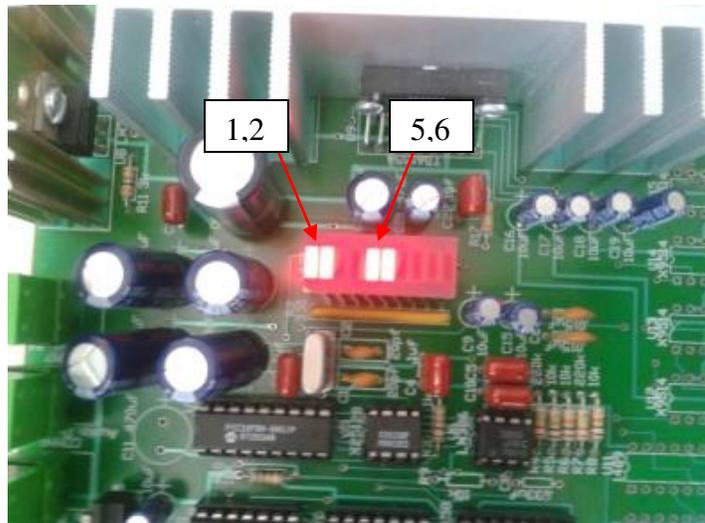


Figura 26 Identificación del sonido de producción

Al área de seguridad se le asignó el número 1, y este led, como los demás, al encenderse lo hace con su propia melodía (véase la figura 27).



Figura 27 Identificación del sonido de seguridad

Al área de manejo de materiales se le asignó los leds 1 y 6 y a cada uno de ellos una melodía propia (Véase la figura 28).

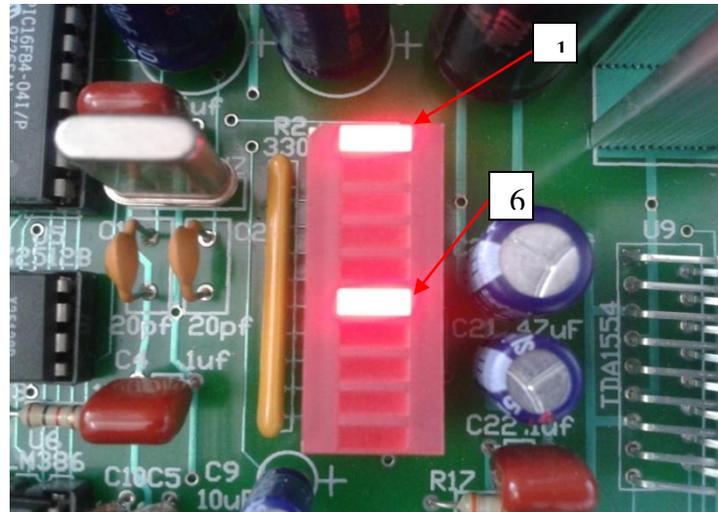


Figura 28 Identificación del sonido de manejo de materiales

Al área de calidad se le asignó el led número 5, el cual se muestra encendido (Véase la figura 29).

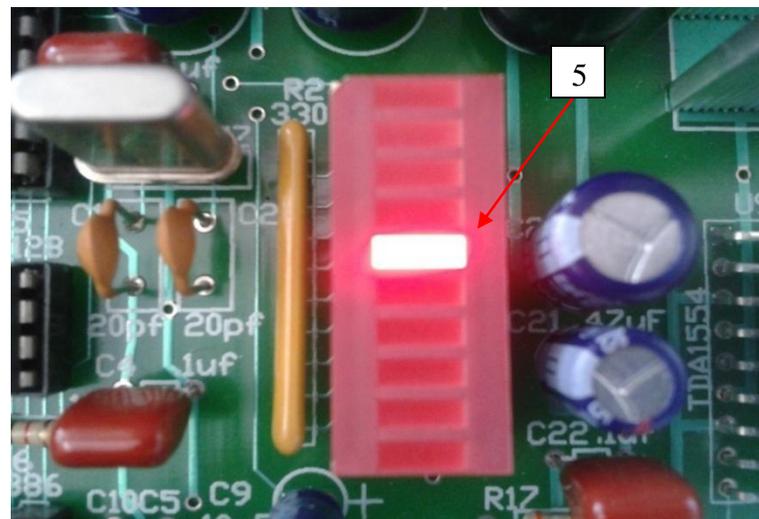


Figura 29 Identificación del sonido de calidad

Al área de manufactura se le asignó el led número 6 (véase la figura 30).

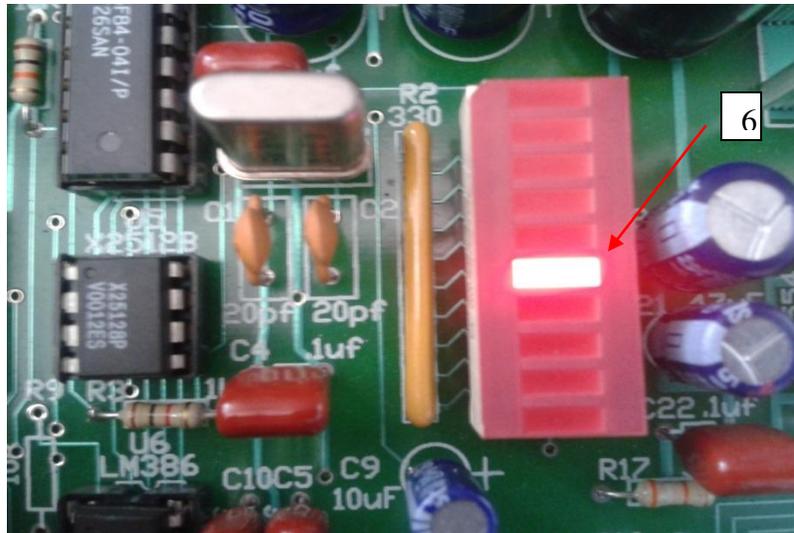


Figura 30 Identificación del sonido de manufactura

Cada vez que suena una melodía, también se enciende una lámpara del tablero, así como la torreta doble (véase la figura 31).



Figura 31 Señales del Andon

El botón rojo es para resetear y apagar la incidencia que esté activada (Véase la figura 32).

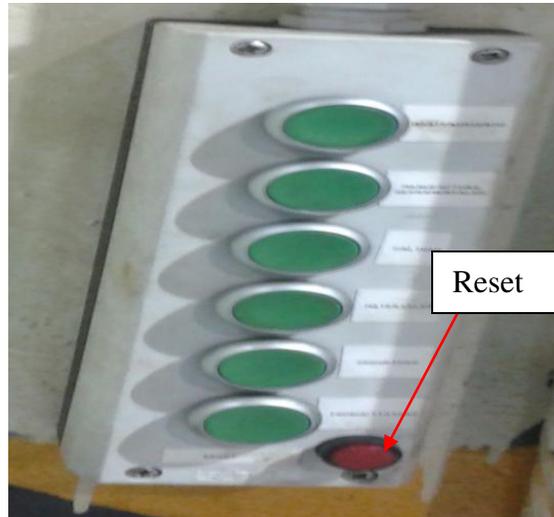


Figura 32 Botón rojo reset

El amplificador está conectado a 110 V y a la tarjeta de sonido por un cable auxiliar (Véase la figura 33).

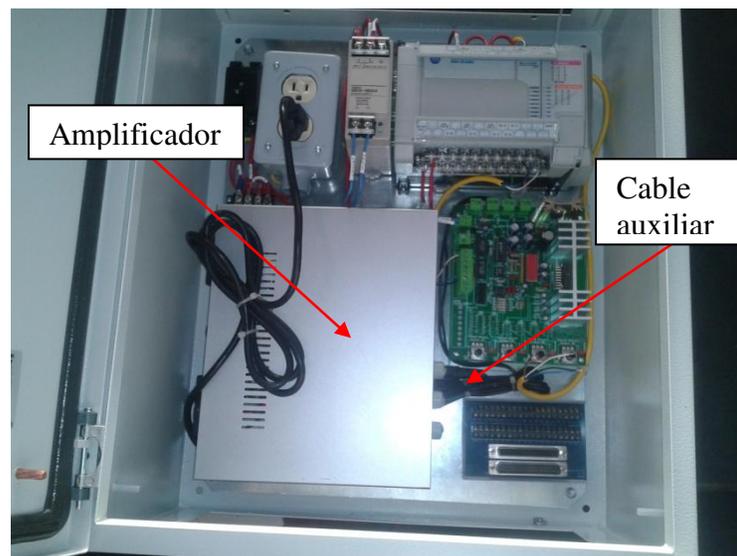


Figura 33 Amplificador conectado a 110 v

10.4 Elaboración de gráficas y formatos explicativos

En la tabla 5 se muestran datos obtenidos de los registros de la bitácora haciendo totales por mes de cada una de las interferencias y total de mes de todas las interferencias y un total general de todas ellas, este dato es en horas.

CAUSAS POR PAROS NO PROGRAMADOS	MAY 2013	JUN 2013	JUL 2013	AGO 2013	SEP 2013	OCT 2013	NOV 2013	DIC 2013	TOTAL GRAL
FALTA DE MATERIA PRIMA	45	32	23	45	55	55	42	22	319
FALTA DE HERRAMENTAL	3	1	5	0	11	1	1	2	24
MANTENIMIENTO	45	33	22	20	12	15	44	15	206
SEGURIDAD	1	0	0	0	0	1	0	0	2
CAMBIO DE MODELO	13	14	28	10	11	18	67	44	205
TOTAL	107	80	78	75	89	90	154	83	756

Tabla 5. Paros no programados en hrs.

En la tabla 6 y 7 se muestran las graficas de las interferencias en horas, estas se hacen de forma manual en Excel, la ventaja del software que se instalara en la PC. Es que esta proporcionara de manera automática las graficas por día, semana, mes y año. De todas las interferencias o de solo una sea cualquiera de los casos.

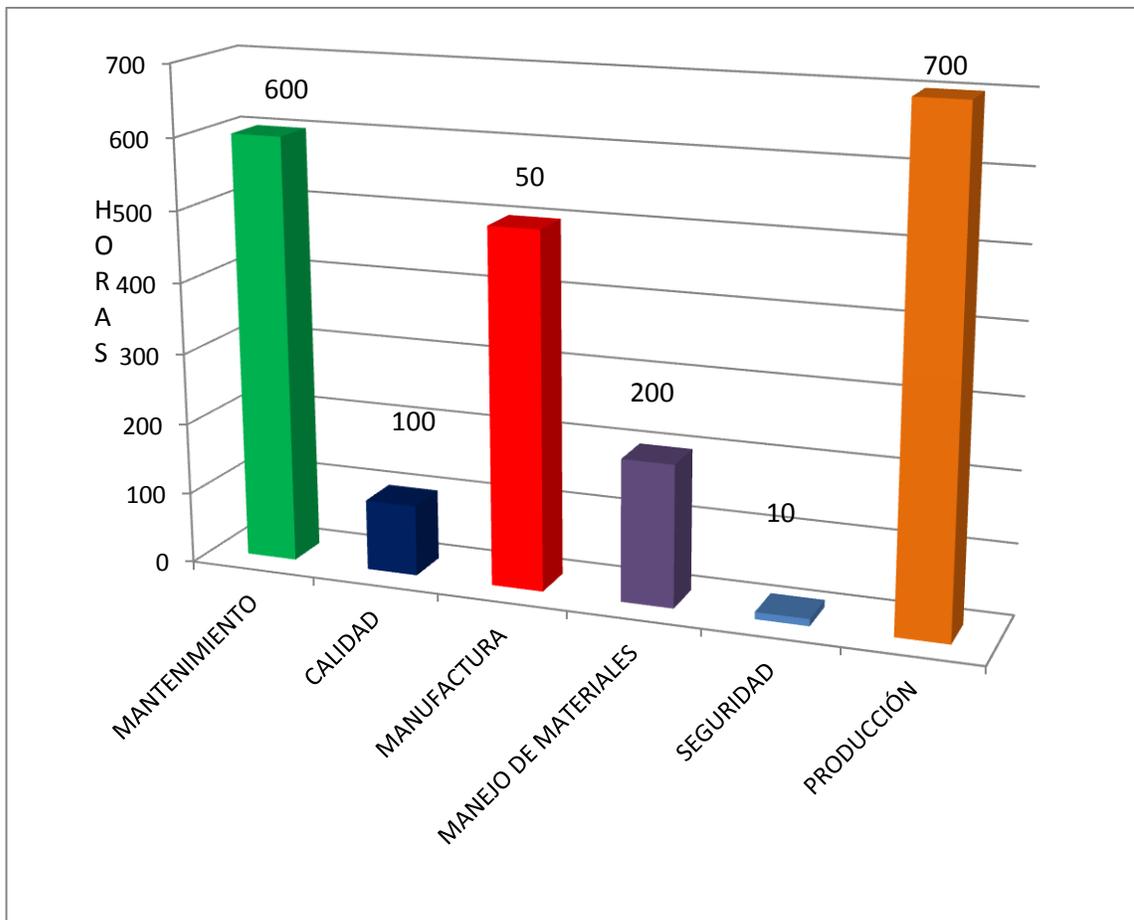


Tabla 6. Interferencias no planeadas

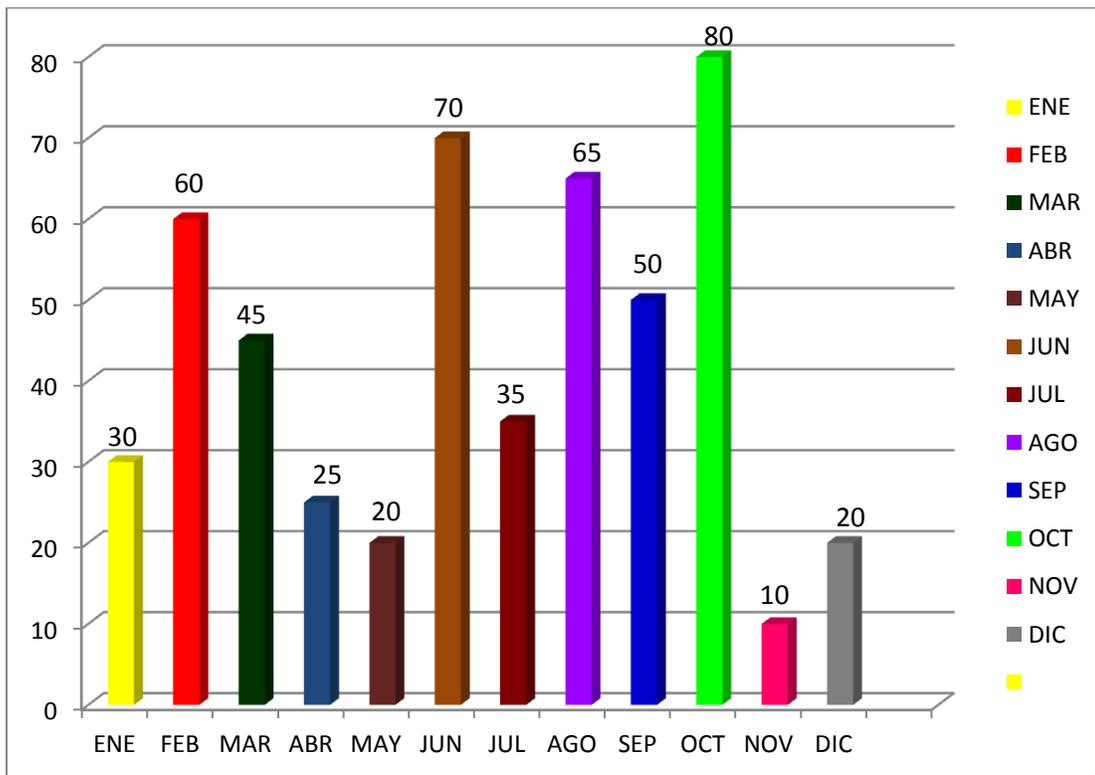


Tabla 7. Incidencias de movimiento de materiales en Hrs por mes.

La figura 34 ilustra cómo se han registrado hasta ahora las incidencias: en una bitácora y en forma manuscrita. En contraste, la figura 35 muestra cómo se verán los registros una vez implementado el Sistema Andon: en una pantalla, en forma digital y con las secciones y encabezados claramente diferenciados.

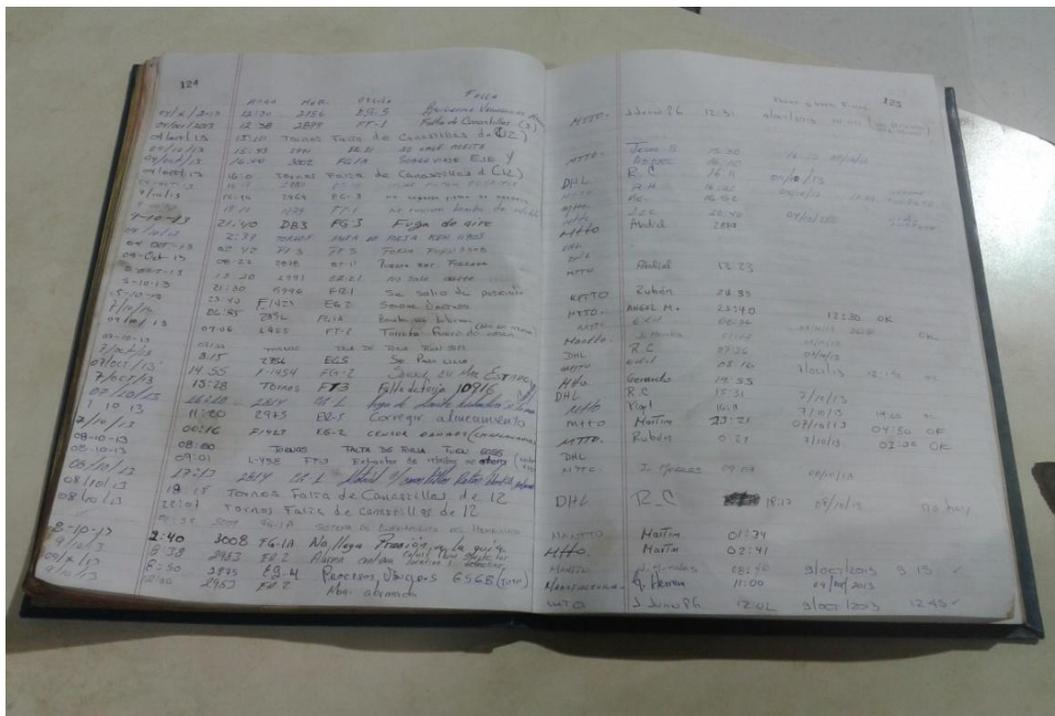


Figura 34 Registro en bitácora

SuperCEP v.2012.22 SC12-0013/A TREMEC

Configurar Gráficas Reportes Varios Información Datos Renglón Ventana Ayuda

Usuario: JESUS JESUS ROJAS

Estación: PROD ECD1A

Máquina: 1266 Línea ECD1A

#	Fecha y Hora	T	Operador	LOT	DINT	DEXT
26426	29-oct-2013 12:19:37	1	GUADALUP		25.00842	
26427	29-oct-2013 12:20:39	1	GUADALUP		25.00940	35.97884
26428	29-oct-2013 12:23:45	1	GUADALUP		25.01000	35.97908
26429	29-oct-2013 12:25:48	1	GUADALUP		25.01000	35.97821
26430	29-oct-2013 12:27:52	1	GUADALUP		25.01117	35.97908
26431	29-oct-2013 12:30:58	1	GUADALUP		25.00940	35.97884
26432	29-oct-2013 12:33:01	1	GUADALUP		25.00842	35.97940
26433	29-oct-2013 12:35:05	1	GUADALUP		25.00880	35.97940
26434	29-oct-2013 12:38:11	1	GUADALUP		25.00803	35.97821
26435	29-oct-2013 12:40:14	1	GUADALUP		25.00744	35.97788
26436	29-oct-2013 12:42:18	1	GUADALUP		25.00900	35.97757
26437	29-oct-2013 12:44:21	1	GUADALUP		25.00667	35.97726
26438	29-oct-2013 12:46:25	1	GUADALUP		25.00724	35.97726
26439	29-oct-2013 12:48:29	1	GUADALUP		25.00900	35.97757
26440	29-oct-2013 12:50:32	1	GUADALUP		25.00724	35.97726
26441	29-oct-2013 12:53:38	1	GUADALUP		25.00803	35.97757
26442	29-oct-2013 13:00:51	1	GUADALUP		25.00472	35.97888
26443	29-oct-2013 13:02:55	1	GUADALUP		25.00453	35.97888

Figura 35 Registro en SuperCEP

XI. RESULTADOS OBTENIDOS

Al término de la estadía, se realizó todo lo planeado por el asesor de la empresa. Se revisó minuciosamente la instalación de todos los componentes, y se hicieron las pruebas de buen funcionamiento de las luces y los sonidos programados para cada área. Se verificó que los focos y la torreta giratoria encendieran de acuerdo a lo programado en el plc. Sin embargo, el proyecto no pudo concluirse totalmente, debido a que se presentaron algunos de los factores de riesgo ya considerados en la planeación del mismo. Entre estos factores, los principales fueron: la falta de una PC; los problemas del departamento de sistemas por los que aún no han logrado instalar todo el software que hará la comunicación entre la PC y el control del plc. Además de la falta de parte del equipo solicitado, otra limitante fue la falta de tiempo, pues la estadía concluyó en el mes de diciembre de acuerdo a lo convenido con la UTEQ. Debido a esta situación, los resultados previstos no se alcanzaron en su totalidad, por lo que este proyecto se presenta finalmente con el carácter de propuesta. Al ser concluido por alguien más, este proyecto se implementará en toda la planta, de acuerdo al objetivo planteado por la gerencia de TREMEC.

XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

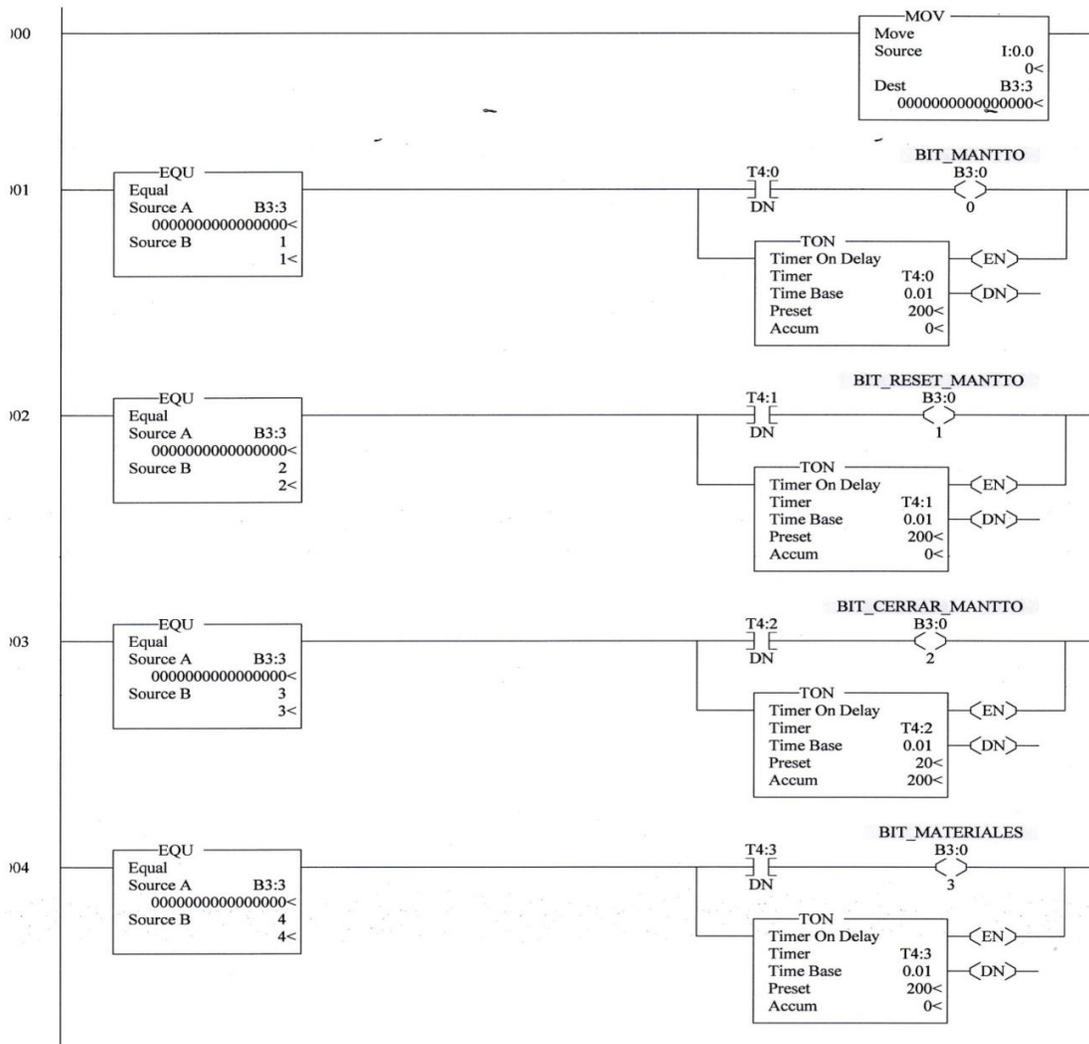
Durante mi estadía, el apoyo recibido por parte del asesor de la empresa fue muy constante, lo cual redujo el impacto de las limitaciones de tiempo inherentes a los trámites dentro de la empresa, los cuales tienen que gestionarse para que entren dentro de un presupuesto. Todo lo que se solicitó de materiales pequeños y que no requerían una orden de compra especial, lo proporcionó mi asesor o me orientó donde lo había en la empresa, sin cargo. Siempre estuvo al pendiente de mi participación en este proyecto, solucionando problemas, aclarando dudas y compartiendo experiencias.

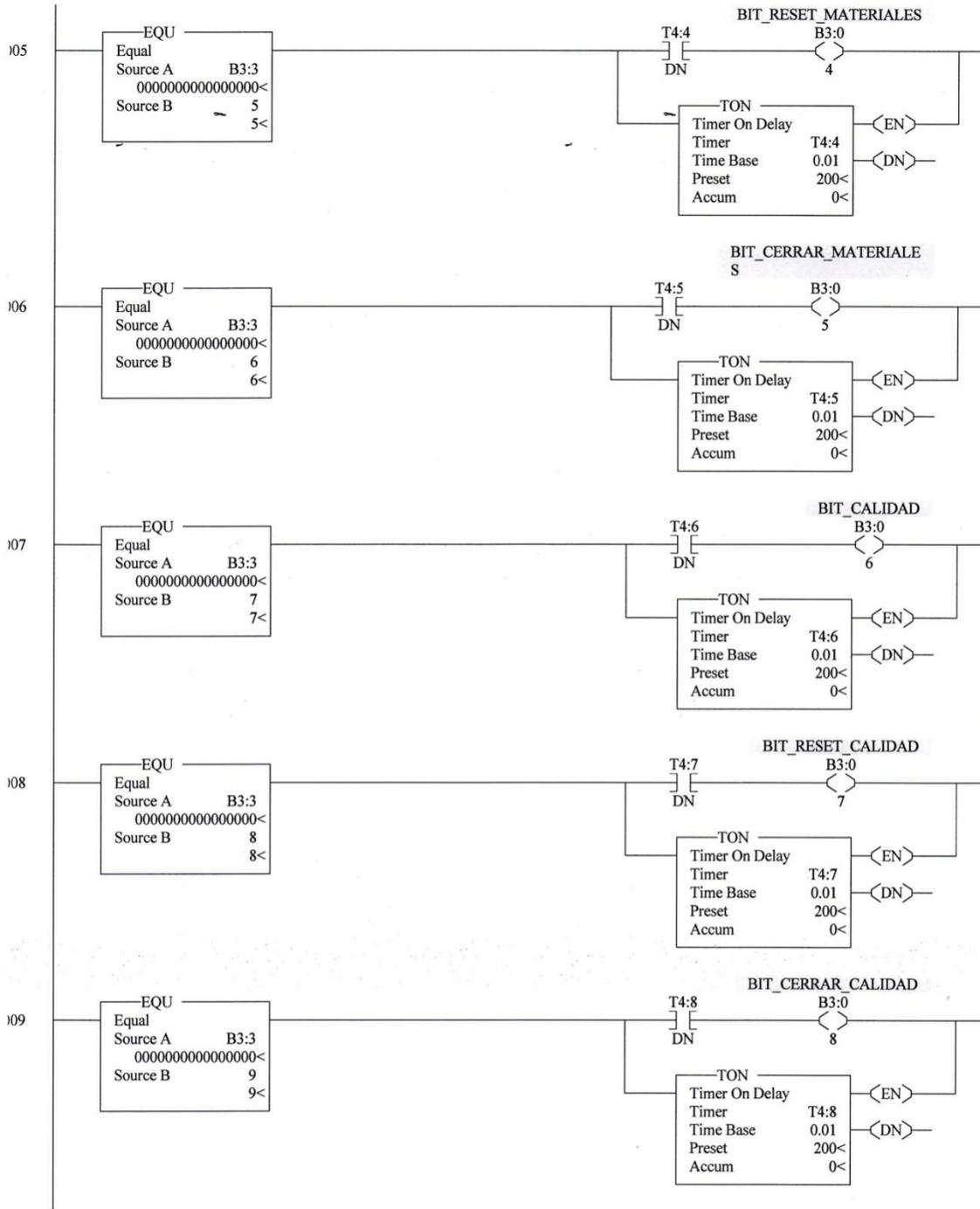
El presente proyecto destacó la importancia de la automatización de los propios proyectos. Puso de manifiesto que el desarrollo de la tecnología para atender necesidades internas de la empresa, genera un ahorro, optimiza los recursos, agiliza los procesos y mejora la calidad de los mismos. Por lo mismo, se recomienda un análisis de las diferentes áreas, a fin de identificar nuevos proyectos susceptibles de ser automatizados.

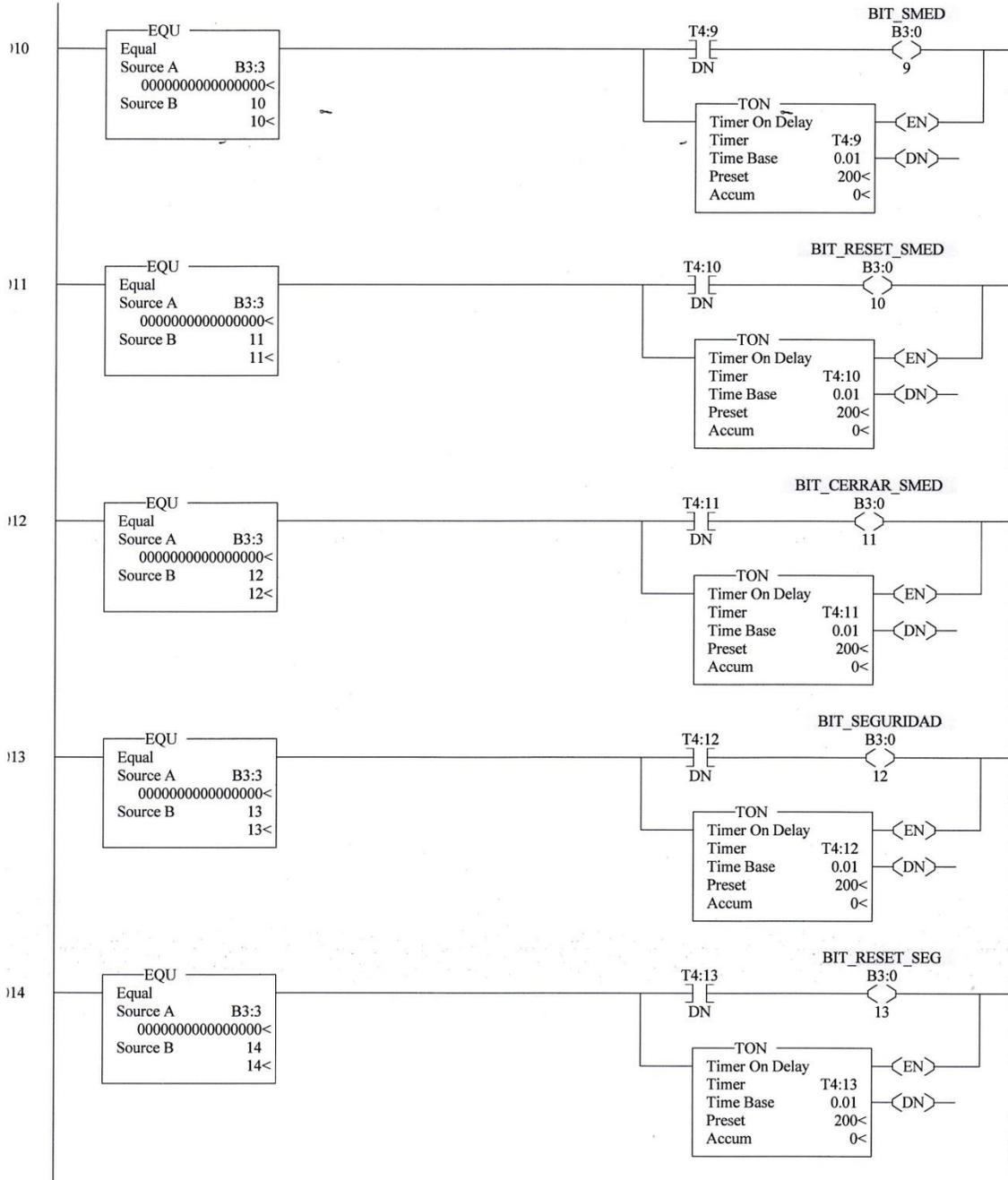
XIII. ANEXOS

ANEXO 1

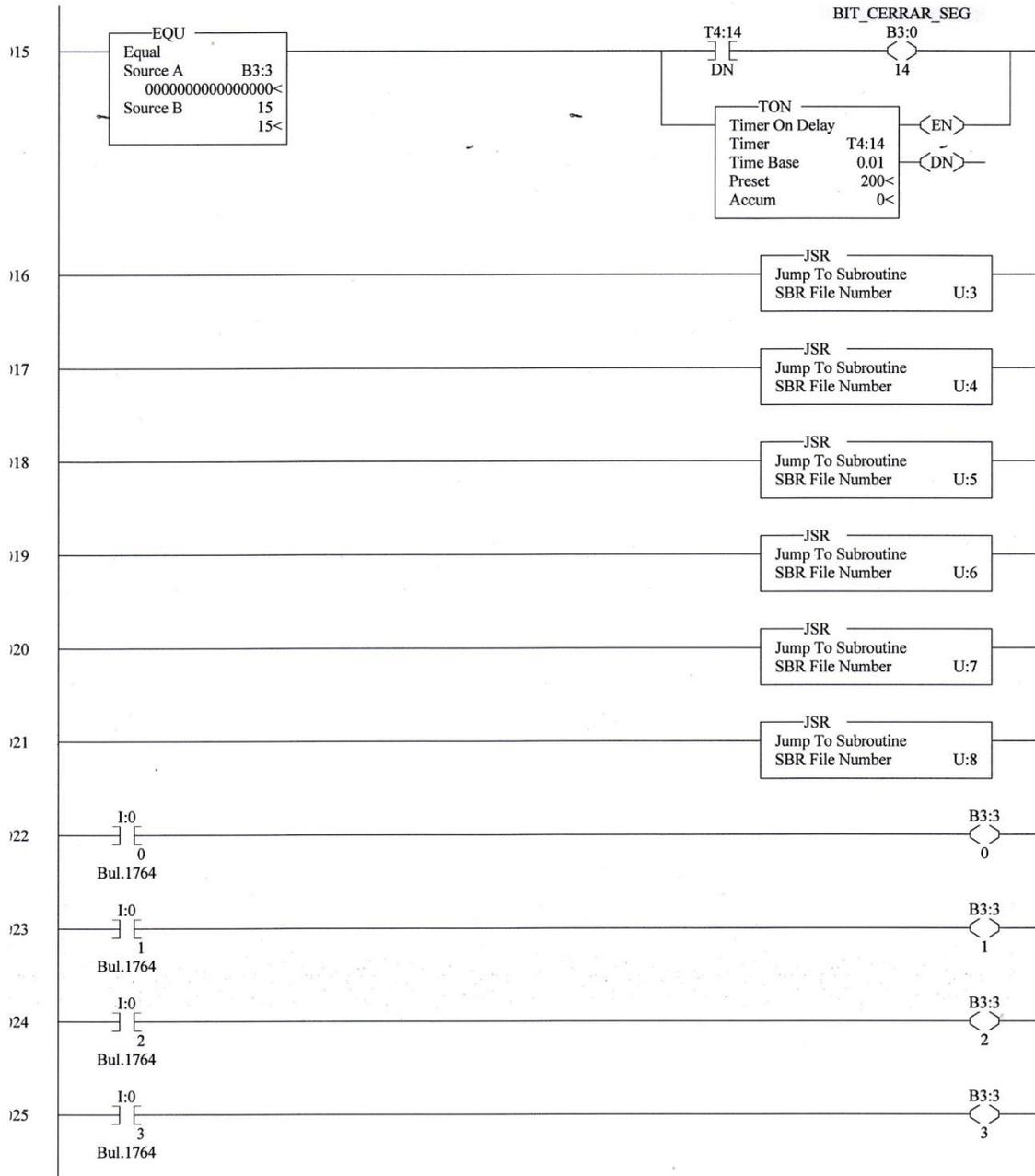
En la Tabla 8, correspondiente al Anexo 1, se muestra un diagrama de escalera, el cual ilustra las secuencias de como quedo programado el plc con cada una de las interferencias, comenzando por mantenimiento, materiales, calidad, smed y seguridad. Teniendo cada interferencia su bit de reset y de cerrar o apagado.







LAD 2 - GENERAL --- Total Rungs in File = 28



LAD 2 - GENERAL --- Total Rungs in File = 28

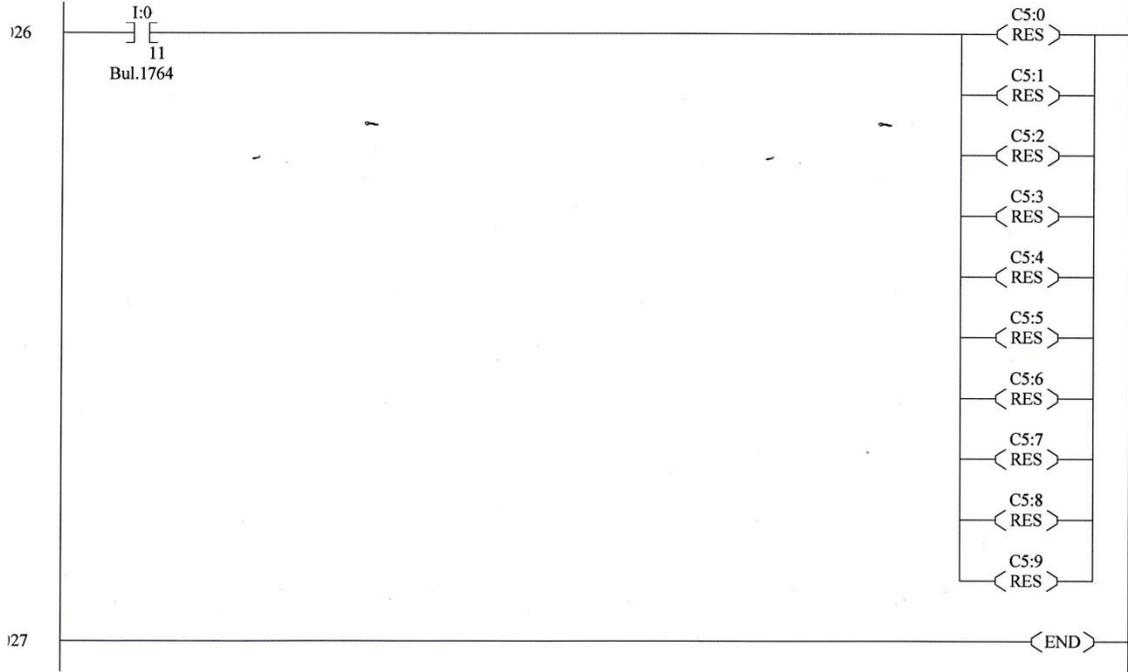


Tabla 8. Diagrama de escalera

XIV. BIBLIOGRAFÍA

- David G Alcitare y Michel B. Histan (2007), Introducción a la Mecatrónica.

- Hide, Regué y Cuspinera (1997), PLC.

- Autómatas Programables Allen Bradley, Rockwell.

- RSLogix 500, Programing for the SLC 500 and MicroLogix.

De <http://www.ab.com/micrologix>

- [ab.rockwellautomation.com](http://www.ab.com/micrologix)

- Controladores Programables MicroLogix 1500 manual de referencia conjunto de instrucciones.

De <http://www.ab.com/micrologix>

<http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1769>.

<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/Accessories-I-O-Modules>.

- Intranet Red local TREMEC.