

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y EL CONTROL DE LA
PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE DESPACHO EN EL
DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

TERÁN FIALLOS PABLO DARÍO

Email: olbapnaret@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JORGE MOLINA MOYA

Email: jorge.molina@epn.edu.ec

Quito, Abril 2010

DECLARACIÓN

Yo Pablo Darío Terán Fiallos, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pablo Terán Fiallos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Pablo Darío Terán Fiallos, bajo mi supervisión.

Ing. Jorge Molina

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme e iluminarme en cada paso de mi vida.

A mis padres, Hugo y Rita por su cariño y comprensión incondicional.

A mis hermanos y sus familias por brindarme siempre su apoyo.

A Mónica por estar siempre a mi lado.

A mis amigos que directamente o indirectamente colaboraron con esta etapa de mi vida.

Al Ing. Jorge Molina, director de Tesis y a Toyota del Ecuador por su colaboración.

DEDICATORIA

A todos los seres que de forma positiva han enriquecido mi vida
siendo fuente de inspiración y motivación.

CONTENIDO

CONTENIDO	VI
CONTENIDO DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	XI
PRESENTACIÓN.....	XII
CAPÍTULO 1.....	1
SEGURIDAD INDUSTRIAL	1
<i>1.1. INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2. CONCEPTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....</i>	<i>2</i>
<i>1.3. LA ESTRUCTURA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.....</i>	<i>2</i>
<i>1.4. ACCIDENTES LABORALES</i>	<i>3</i>
<i>1.5. SEGURIDAD INDUSTRIAL EN TOYOTA</i>	<i>6</i>
1.5.1. POLÍTICA DE SEGURIDAD BÁSICA	6
1.5.2. ORGANIZACIÓN	9
1.5.3. FIVE – S (CINCO “S”).....	9
1.5.3.1. Seiri (Clasificar).....	11
1.5.3.2. Seiton (Seleccionar)	11
1.5.3.3. Seiso (Limpiar)	13
1.5.3.4. Seiketsu (Estandarizar).....	14
1.5.3.5. Shitsuke (Disciplina).....	15
1.5.4. PATRULLAS DE SEGURIDAD	16
1.5.5. KYT	16
1.5.6. SUGERENCIA HIYARI – HATTO	17
1.5.7. PPE (EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL)	18
<i>1.6. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE</i> <i>PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR.</i>	<i>18</i>
CAPÍTULO 2.....	20
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR S.A.....	20
<i>2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....</i>	<i>20</i>
<i>2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA.....</i>	<i>21</i>
2.2.1. TABLERO DE CONTROL	21
2.2.1.1. Controlador lógico programable (PLC).....	22
2.2.1.2. Módulos de expansión del PLC.....	22
2.2.1.3. Fuente de alimentación	23
2.2.1.4. Relés.....	24
2.2.1.5. Selectores, pulsador y luces piloto	26

2.2.2. SENSORES.....	27
2.2.3. SEMÁFOROS.....	29
2.2.4. SIRENA.....	30
2.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.....	30
2.3.1. INGRESO PERSONAS.....	30
2.3.2. INGRESO MONTACARGAS.....	31
2.3.3. ALARMAS.....	32
2.3.4. REINICIALIZACIÓN DEL SISTEMA.....	33
2.3.5. CONTROL DE LOS CORREDORES.....	33
2.4. MANUAL DEL USO DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR S.A.....	34
2.5. LOGROS OBTENIDOS.....	36
CAPÍTULO 3.....	43
PROCESO DE DESPACHO EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA.....	43
3.1. INTRODUCCIÓN.....	43
3.2. PRODUCTIVIDAD EN TOYOTA MOTOR CORPORATION.....	45
3.3. PROCESO DE DESPACHO EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR.....	47
3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	47
3.3.2. ESQUEMA EXPLICATIVO DEL PROCESO.....	50
3.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	51
3.4. PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN.....	53
CAPÍTULO 4.....	57
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE DESPACHO.....	57
4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	57
4.2. COMPONENTES DEL SISTEMA.....	58
4.2.1. MICROCONTROLADOR.....	59
4.2.2. DISPLAY 7 SEGMENTOS.....	62
4.2.3. CIRCUITO INTEGRADO 74LS47.....	64
4.2.4. DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD).....	65
4.2.5. ELEMENTOS ELECTRÓNICOS COMPLEMENTARIOS.....	67
4.2.6. TORRES DE SEÑALIZACIÓN.....	67
4.2.7. TABLERO DE CONTROL.....	68
4.3. CIRCUITO ELECTRÓNICO.....	69
4.4. SOFTWARE DEL SISTEMA.....	71
4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE LOS MICROCONTROLADORES.....	71

4.4.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.....	73
4.5. OPERACIÓN DEL SISTEMA	75
4.6. PRUEBA DEL SISTEMA	79
4.7. LOGROS ALCANZADOS CON EL PROYECTO.....	81
CAPÍTULO 5.....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. CONCLUSIONES	83
SOBRE EL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES	83
SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD	83
5.2. RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
DIRECCIONES DE INTERNET	86
ANEXOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

CONTENIDO DE FIGURAS

CAPITULO 1.....	1
SEGURIDAD INDUSTRIAL	1
Figura 1.1. Estructura matricial de la Seguridad Industrial	4
Figura 1.2. Pilares de la Seguridad en Toyota	7
Figura 1.3. Las 5'S	10
Figura 1.4. Diagrama de flujo de SEIRI.....	11
Figura 1.5. Esquema de la Organización (SEITON).....	13
Figura 1.6. Esquema secuencial SHITSUKE (Disciplina).....	15
CAPITULO 2.....	20
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR S.A.....	20
Figura 2.1. Tablero de control: a. vista externa b. vista interna	21
Figura 2.2. PLC LOGO de Siemens	22
Figura 2.3. Módulo de Expansión Siemens	23
Figura 2.4. Fuente de alimentación Siemens.....	23
Figura 2.5. Portafusibles SASSIN.....	24
Figura 2.6. Sistema controlador instalado	24
Figura 2.7. Relé Tyco – Schrack.....	25
Figura 2.8. Relés en el tablero de control	25
Figura 2.9. Luces piloto, selectores y pulsador del tablero.....	26
Figura 2.10. Sensor Hanyoung PZ1-T7N.....	27

<i>Figura 2.11. Sensor Hanyoung PZI-M2N</i>	27
<i>Figura 2.12. Sensores instalados</i>	28
<i>Figura 2.13. Protección de los sensores</i>	28
<i>Figura 2.14. Semáforos instalados</i>	29
<i>Figura 2.15. Sirena instalada</i>	30
<i>Figura 2.16. Indicador de ingreso de personas</i>	31
<i>Figura 2.17. Indicador de ingreso de montacargas</i>	32
<i>Figura 2.18. Botón reset</i>	33
<i>Figura 2.19. Indicadores de corredores</i>	34
CAPÍTULO 3	43
PROCESO DE DESPACHO EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA.....	43
<i>Figura 3.1. Sistema de Producción Toyota (casa)</i>	45
<i>Figura 3.2. Ventana de software Sistema de Repuestos de Toyota</i>	47
<i>Figura 3.3. Zona de chequeo y clasificación</i>	48
<i>Figura 3.4. Ventana de facturación</i>	49
<i>Figura 3.5. Salida y llegada de repuestos</i>	49
CAPITULO 4	57
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE DESPACHO	57
<i>Figura 4.1. Microprocesador PIC 16F877A de Microchip</i>	59
<i>Figura 4.2. Distribución de pines del PIC16F877A</i>	60
<i>Figura 4.3. Display de 7 segmentos</i>	63
<i>Figura 4.4. Circuito Integrado 74LS47</i>	64
<i>Figura 4.5. Conexión del 74LS47 al display</i>	64
<i>Figura 4.6. Display de cristal líquido 2x16</i>	65
<i>Figura 4.7. Elementos electrónicos complementarios</i>	67
<i>Figura 4.8. Torre señalización Hanyoung</i>	68
<i>Figura 4.9. Relé y su distribución de pines</i>	68
<i>Figura 4.10. Vista del tablero</i>	69
<i>Figura 4.11. Diseño del circuito electrónico mediante software</i>	70
<i>Figura 4.12. Circuitos impresos del diseño electrónico</i>	71
<i>Figura 4.13. Diagrama de flujo de microcontrolador 1</i>	73
<i>Figura 4.14. Diagrama de flujo de microcontrolador 2</i>	74
<i>Figura 4.15. Ubicación del sistema</i>	75
<i>Figura 4.16. Módulo de configuración</i>	76
<i>Figura 4.17. Sistema configurado y listo para operación</i>	76

<i>Figura 4.18. Operador 1 iniciando proceso.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 4.19. Operador 2 iniciando proceso.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 4.20. Operador 1 a su llegada.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4.21. Inducción a los trabajadores.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 4.22. Diagrama indicador de mejora de productividad.....</i>	<i>82</i>
CAPÍTULO 5.....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
DIRECCIONES DE INTERNET.....	86
ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

RESUMEN

En la actualidad las empresas buscan de cualquier forma mejorar los procesos en todas sus áreas para alcanzar calificaciones internacionales o índices que permitan constituirse como líderes. Dos de estos indicadores calificativos son la productividad y la seguridad industrial.

Relacionar la electrónica y control a la mejora de estos índices empresariales parece imposible, pero como se demuestra en este trabajo, el uso de controladores lógicos programables y microcontroladores ayudan a alcanzar un mejoramiento altamente considerable.

En Toyota del Ecuador, específicamente en el depósito central de partes, ubicado en la ciudad de Quito, se implementó dos sistemas electrónicos, el primero, con respecto a seguridad industrial en función de prevenir accidentes entre operadores y montacargas; el segundo, en mejora de la productividad en el proceso de despacho, considerando el control de tiempo en la recolección de pedidos de partes y repuestos.

El sistema de prevención de accidentes está basado en la detección diferenciada de personas y montacargas a través de sensores ubicados en los accesos de los corredores de la bodega. Las señales de los sensores son controladas por un PLC, que a su vez envía señales hacia indicadores visuales similares a un semáforo.

Para la mejora de la productividad, el control de tiempo en la recolección se implementó mediante un sistema microprocesado y su respectivo diseño electrónico. Este sistema permite establecer el tiempo de ciclo de trabajo de dos operadores que tienen cronómetros y torres de señalización que les permiten un control visual de sus períodos de tiempo.

Los sistemas implementados lograron en Toyota del Ecuador una calificación más alta respecto a la seguridad en el depósito de partes a nivel internacional y lograr un aumento considerable en la productividad en el proceso de despacho.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo está desarrollado en cinco capítulos donde se detalla aspectos de seguridad industrial y productividad en Toyota del Ecuador basados en sus políticas internacionales y los diseños de los sistemas electrónicos implementados en beneficio de mejorar estos dos aspectos de la empresa y los logros alcanzados.

En el capítulo uno, se describe aspectos de seguridad industrial en general y específicos de Toyota. Adicionalmente, se presenta la razón de implementar un sistema de prevención de accidentes en el depósito central de partes.

En el capítulo dos, se da a conocer el diseño e implementación del sistema de prevención de accidentes con todos sus componentes y la descripción de su funcionamiento. Como complemento de este capítulo se destaca los logros alcanzados y la mejora de la calificación respecto a seguridad industrial en el depósito de partes de Toyota del Ecuador.

Con respecto al proceso de despacho, en el capítulo 3, se presenta información de Toyota Motor Corporation a nivel de productividad y el proceso de despacho en el depósito central de partes de Toyota Ecuador.

En el capítulo cuatro se describe el diseño e implementación del sistema microprocesado con sus elementos que constituyen el controlador de tiempo para el proceso de recolección. Con respecto a esta parte se detalla las pruebas y logros alcanzados en los índices de productividad del proceso.

Finalmente, en el capítulo final se resalta las conclusiones y recomendaciones con respecto a los dos sistemas instalados en la bodega de Toyota del Ecuador.

Capítulo 1

SEGURIDAD INDUSTRIAL

1.1. INTRODUCCIÓN

La Seguridad, en la actualidad, se ha convertido en una preocupación sobresaliente en la sociedad. No existe actividad humana que sea ajena a esta práctica, con la que intentamos prever respecto al daño que podamos sufrir.

Contra la mayoría de amenazas de sufrir un daño físico, material, etc. no es fácil, sino muy difícil, y a veces imposible, tomar medidas precautorias sistemáticas, por el altísimo grado de incertidumbre inherente a muchos fenómenos naturales y a factores sociales. En el caso del riesgo industrial, éste está afectado al mismo nivel de incertidumbre que las catástrofes naturales, el tráfico vial o los actos delictivos.

El riesgo industrial está asociado al comportamiento de los individuos y a los fenómenos del mundo físico, pues el comportamiento de los materiales y la maquinaria, o las reacciones de los seres humanos que manejan máquinas o controlan procesos, no puede garantizarse para alcanzar una fiabilidad en la seguridad. Por tanto, las averías de equipos y los fallos humanos son las causas fundamentales que afecta a las actividades industriales. La diferencia respecto de los otros riesgos, es que en el ámbito industrial se pueden aplicar medidas preventivas para reducir los efectos de estos riesgos hasta niveles significativamente menores. ^[1]

^[1] MUÑOZ A, HERRERLAS J, MARTÍNEZ J. *La Seguridad Industrial, su estructura y contenido*, p. 12

1.2. CONCEPTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de toda actividad industrial tiene inherentes que necesitan de una correcta gestión.

Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental y perjudicar a regiones enteras, aún más allá de la empresa donde ocurre el siniestro.

La seguridad industrial, por tanto, requiere de la protección de los trabajadores y su monitoreo médico, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos.

Un aspecto muy importante de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que permite advertir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones.

La innovación tecnológica, el recambio de maquinaria, la capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial.

No puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores. De igual forma, el estado tiene la obligación de controlar la seguridad, algo que muchas veces no sucede por negligencia o corrupción.

1.3. LA ESTRUCTURA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

En la figura 1.1 se presenta una estructura matricial de la seguridad industrial. ^[2] En el eje horizontal se encuentra los orígenes del riesgo, que en

^[2] MUÑOZ A, HERRERLAS J, MARTÍNEZ J. *La Seguridad Industrial, su estructura y contenido*, p. 111

dicho cuadro no presenta una clasificación exhaustiva de materias, aunque sí se señalan las más significativas.

A menudo las causas están ligadas entre sí, un alto número de accidentes laborales se relaciona con fuertes repercusiones económicas y sociales.

En el eje vertical izquierdo, se disponen tres niveles diferentes que señalan distintos grupos humanos sobre los que actúan los efectos de la inseguridad. En el nivel inferior, más próximo al origen del riesgo, encontramos a los profesionales del ramo. Sobre éstos, encontramos usuarios no profesionales, entendiendo por éstos a personas que han adquirido productos o son usuarios de servicios industriales a cuyos riesgos están expuestos.

Por último se contabiliza el público en general, que puede sufrir los efectos de la inseguridad como consecuencia de emanaciones de sustancias tóxicas o de energía fuera de los ámbitos donde nominalmente han de estar confinados.

Adicionalmente hay que considerar los efectos socio-económicos de la inseguridad industrial, reflejados en el eje derecho de la figura 1.1. Los efectos económicos no siempre guardan relación con los daños biológicos causados, pues pueden quedar limitados a la propia instalación, que sufra un gran deterioro o quede indisponible.

1.4. ACCIDENTES LABORALES

Toda situación presente en el ambiente laboral, con la posibilidad de que un trabajo sufra un determinado daño derivado de las labores que ejecuta es considerada un riesgo laboral.

Las consecuencias de estos riesgos en el ambiente laboral son dos: las enfermedades profesionales y los accidentes laborales.

La enfermedad laboral es el deterioro lento de la salud del trabajador producida por exposición continua a un riesgo.

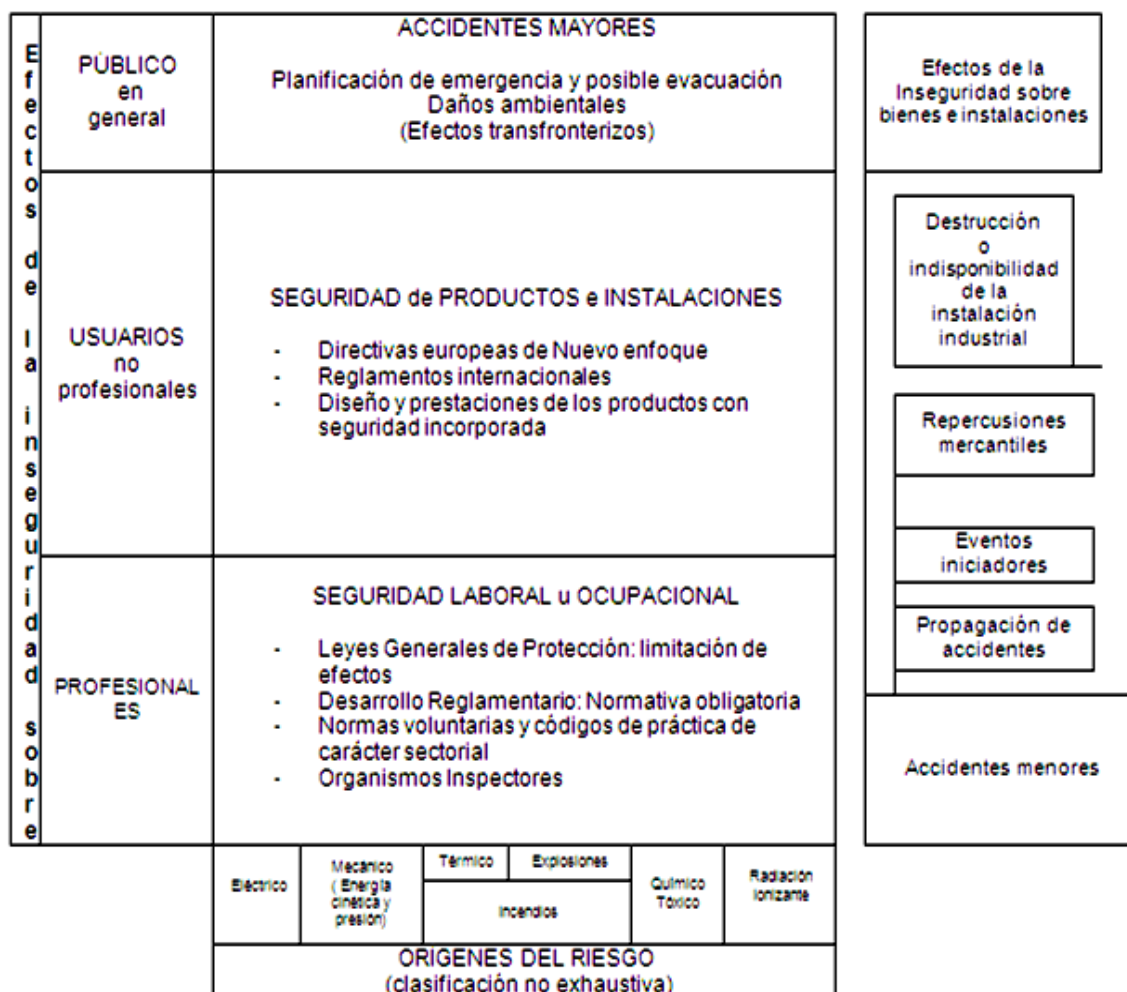


Figura 1.1. Estructura matricial de la Seguridad Industrial

Por otro lado, un accidente de trabajo o accidente laboral es todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e indeseado, que interrumpe la actividad laboral, genera daños humanos y materiales y además se presenta de forma brusca. Las causas para que un accidente laboral llegue a pasar son debidas a condiciones y actos inseguros.

Las condiciones peligrosas o inseguras están relacionadas con todo factor de riesgo que depende única y exclusivamente de las condiciones existentes en el ambiente de trabajo. Por ejemplo: maquinaria, herramientas, instalaciones, iluminación, falta de orden y limpieza, etc.

Se puede citar como las condiciones más comunes:

- Falta de mantenimiento preventivo a equipos y maquinaria de trabajo.
- Falta de supervisión.
- Falta de condiciones en lugares de trabajo.
- Falta de señalización.
- Falta de dispositivos de seguridad en los equipos de trabajo.
- Falta de comunicación entre directivos y trabajadores.
- Malos procedimientos de trabajo.
- Falta de orden y limpieza.
- Instalaciones eléctricas inadecuadas.

La otra causa de los accidentes de trabajo es el acto inseguro, que se relaciona directamente con violación a normas y procedimiento de trabajo y principalmente referido a la falla humana, es decir, lo referido al comportamiento del trabajador (distracción, temeridad, exceso de confianza, entre otros).

Como actos inseguros frecuentes se puede mencionar:

- Exceso de confianza.
- Imprudencia del trabajador
- Falta de conocimiento de la actividades y operaciones a realizar.
- Adoptar posiciones inseguras.
- Malos procedimientos de trabajo.
- Trabajar junto a equipos en movimiento.

Los accidentes de trabajo se pueden prevenir realizando una vigilancia constante, tanto sobre las condiciones inseguras que existan en el ambiente de trabajo como sobre los actos inseguros de los trabajadores. Los accidentes indican que algo se puede mejorar en la empresa, y para mejorar y prevenir el accidente se debe realizar inspecciones, investigación de accidentes, normas, capacitación, estadísticas que tienen un doble objetivo la prevención de los accidentes y su indemnización.

1.5. SEGURIDAD INDUSTRIAL EN TOYOTA

Teniendo en cuenta los potenciales riesgos a los que los trabajadores se encuentran expuestos y atendiendo las necesidades de cumplir las disposiciones legales vigentes, en TOYOTA se ha establecido como premisa fundamental la prevención en las diferentes áreas a fin de evitar eventuales accidentes, así como también la provisión de adecuados elementos de protección, eficiente disposición de carteles de alerta y la más completa capacitación al personal en temas de seguridad, todo ello bajo factores y actividades para concientizar la seguridad que son los siguientes:

1. Política de Seguridad Básica
2. Organización
3. Las cinco “S”
4. Patrullas de seguridad
5. KYT (Entrenamiento de Predicción de Peligro)
6. Sugerencia Hiyari – Hatto
7. PPE (Equipo de Protección Personal)

1.5.1. POLÍTICA DE SEGURIDAD BÁSICA

En 1957, el Dr. Eiji Toyoda realizó la declaración de Seguridad Básica, enfocada a desarrollar un conocimiento de seguridad en los empleados. Desde entonces, Toyota Motor Corporation (TMC) hizo de la seguridad su prioridad y ha incorporado la seguridad dentro de las actividades corporativas por más de 50 años.

Para fortalecer la cultura de la seguridad y la salud más concretamente, se denominó dos frases: “Autosuficiencia para llevar a cabo actividades de seguridad y salud ocupacional con todos los miembros en el lugar de trabajo” e “Innovación para crear ambientes de trabajo libres de accidentes y promover las actividades de seguridad”, no solamente los operarios del lugar de trabajo, sino

también la gerencia de la compañía tiene que estar involucrada a la actividad de la seguridad y demostrar esta determinación como política de la compañía.

Esto permitirá reconfirmar la política básica de seguridad de TMC, “PRIMERO SEGURIDAD”, e incorporar la actividad segura de su propia compañía.

La política de la seguridad en TMC está basada en tres pilares fundamentales, como muestra la figura 1.2., pero al pasar de los años y seguir innovando en la cultura de la seguridad se ha ido introduciendo otros factores y actividades que se enumeró anteriormente.

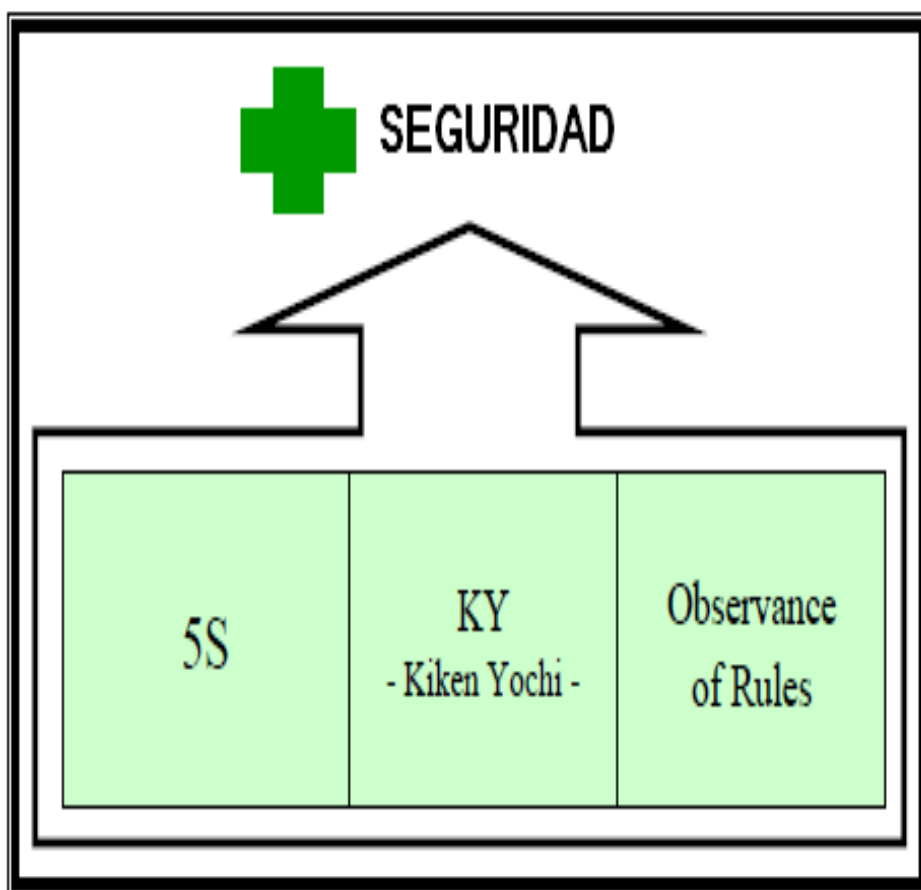


Figura 1.2. Pilares de la Seguridad en Toyota

Una breve descripción de los tres pilares fundamentales de la seguridad en Toyota se da a conocer a continuación, describiéndolos detalladamente más adelante en este mismo contexto.

- **5S**

Se dice que los niveles de seguridad, calidad, eficacia, productividad y relaciones personales en un taller pueden juzgarse según “Cinco-S (5S)” principalmente si están cumpliéndose.

- **KY**

KY es la sigla de Kiken Yochi. “Predicción del Peligro”. El propósito de este entrenamiento es desarrollar un conocimiento para juzgar lo que es peligroso y lo que debe hacerse para mantener una situación segura antes de que los accidentes sucedan.

- **Observance of Rules** (Observancia de las Reglas)

Es necesario hacer las reglas y asegurar que éstas sean observadas por los empleados.

Dentro de la política básica de la seguridad en TMC está involucrada una filosofía conocida como “STOP6” (SAFETY TOYOTA 0 (ZERO) ACCIDENT PROJECT 6), la cual clasifica cada uno de los accidentes para identificar a los de alto riesgo.

Esta clasificación ha sido detallada de la siguiente manera:

A: Pinchado o atrapado por una máquina

B: Contacto con objetos pesados

C: Contacto con vehículos

D: Caídas

E: Shock Eléctrico

F: Contacto con objetos calientes

Muchos de éstos se aplican a depósitos de partes de servicio, pero C y D son los elementos más importantes en el servicio de depósito central.

Como actividad realizada por TMC en apoyo al STOP6, se ha establecido "Puertas de seguridad" y "Banderas de seguridad" en cada fábrica y en partes centrales para cada lugar de trabajo para mejorar su conciencia de seguridad antes del trabajo.

1.5.2. ORGANIZACIÓN

Para establecer una cultura de seguridad, un marco cooperativo entre la dirección y empleados es importante. Por esto, se ha detallado puntos para poner en práctica actividades de seguridad por toda la empresa y son:

- Para la dirección, primero indicar su modo de pensar y su postura con respecto a la seguridad.
- Colocar cada lugar de trabajo bajo una organización en toda la empresa y permitir la puesta en práctica de actividades promocionales de seguridad basadas en coordinación con estas oficinas.

1.5.3. FIVE – S (CINCO “S”)

Una mejora del ambiente de trabajo en la empresa, es decir, un mayor orden y limpieza, podrían repercutir en un aumento de productividad debido fundamentalmente, a lo siguiente:

- Una mayor satisfacción de las personas.
- Menos accidentes.
- Menos pérdidas de tiempo para buscar herramientas o documentos.
- Una mayor calidad del producto o servicio ofrecido.
- Disminución de los desperdicios generados.
- Una mayor satisfacción de nuestros clientes

El desarrollo de las 5S tiene su origen en Japón y su nombre se debe a la denominación en japonés de cada uno de sus elementos y al procedimiento de su

implantación en sus diferentes fases que involucran relación con las cosas y relación con uno mismo como indica la figura 1.3.

Las 5S son las siguientes:

1. SEIRI : CLASIFICAR
2. SEITON: ORGANIZAR
3. SEISO: LIMPIAR
4. SEIKETSU: ESTANDARIZAR
5. SHITSUKE: AUTODISCIPLINA



Figura 1.3. Las 5'S

1.5.3.1. Seiri (Clasificar)

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos últimos.

El propósito de seleccionar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar.

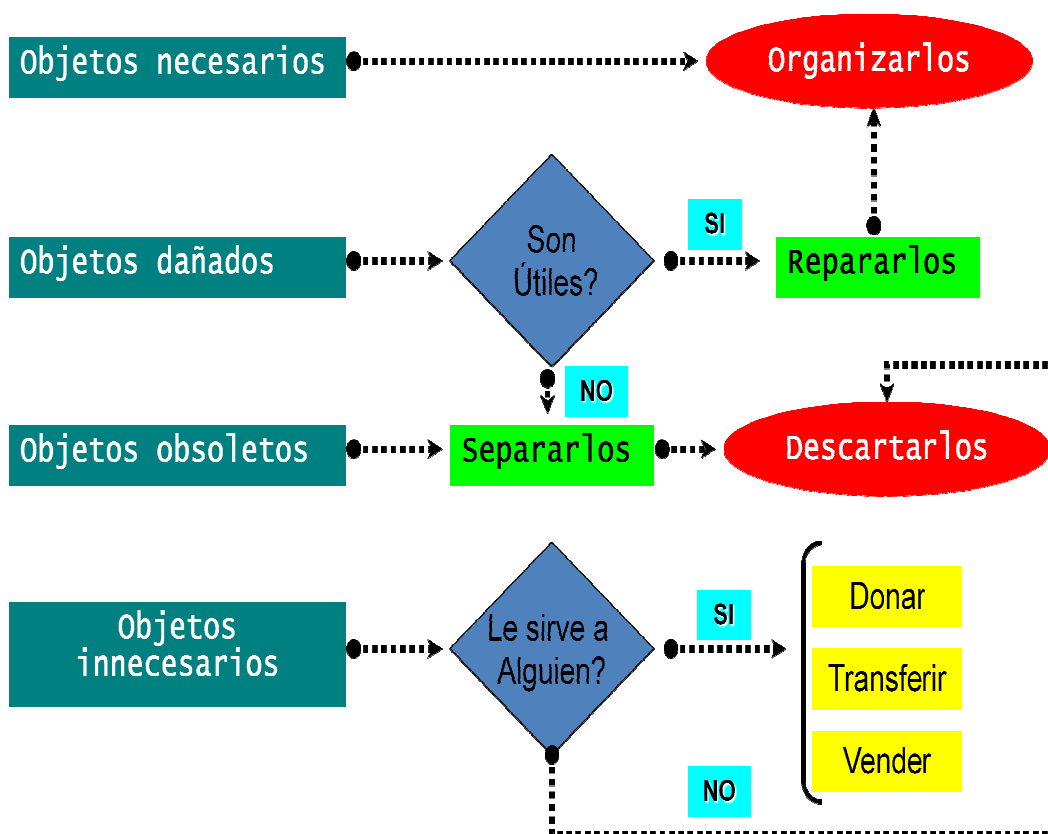


Figura 1.4. Diagrama de flujo de SEIRI

1.5.3.2. Seiton (Seleccionar)

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

La organización pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente “da la impresión de que las cosas se hacen bien”, mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos.

En la oficina facilita los archivos y la búsqueda de documentos, mejora el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información.

Dos palabras que involucran a la organización son el orden y la estandarización. El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización. La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. A continuación se entregaran ayudas para la organización.

Para organizar como se muestra en la figura 1.5 se sugiere los siguientes pasos:

- En primer lugar, definir un nombre a los objetos, es decir que se debe manejar con el mismo nombre a los artículos necesarios todas las personas en un área de trabajo y establecer un distintivo para cada clase de artículo en nuestro caso con letreros.
- Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso evitando mudas de movimiento y de tiempo.
- Acomodar las cosas de tal forma que se facilite la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.

Una vez seleccionados los objetos necesarios se puede ubicar por frecuencia de uso

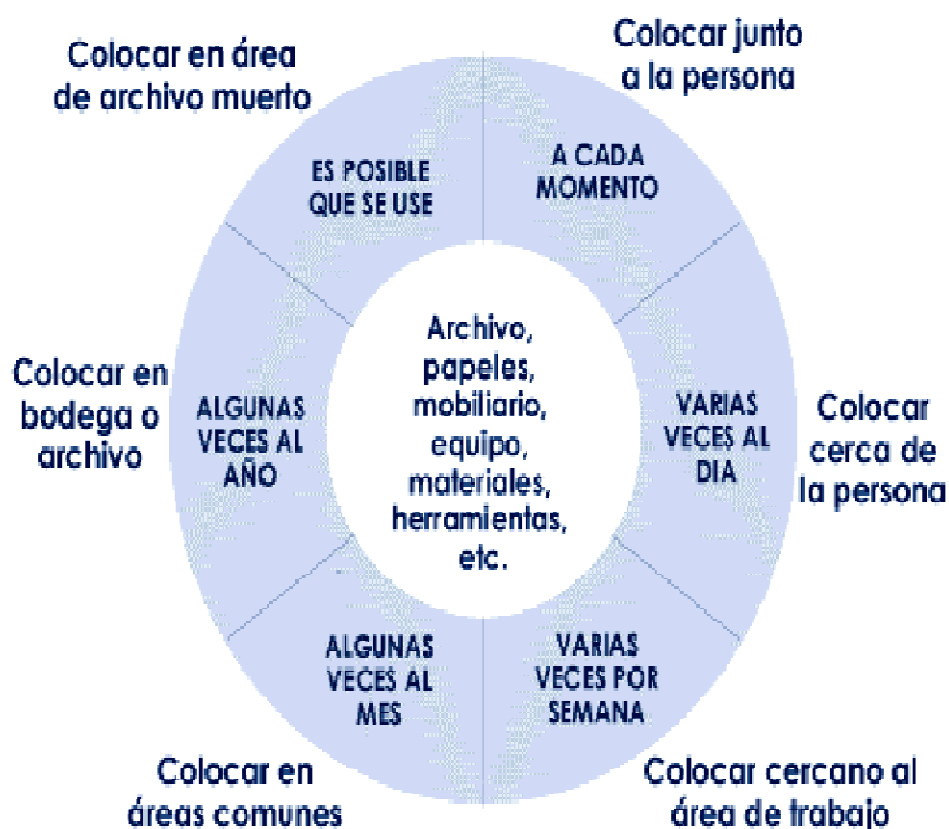


Figura 1.5. Esquema de la Organización (SEITON)

1.5.3.3. Seiso (Limpiar)

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado.

La limpieza pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Los beneficios conseguidos con la limpieza son muchos pero podemos destacar los siguientes:

- Aumentará la vida útil del equipo e instalaciones.
- Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- Menos accidentes.
- Mejor aspecto.
- Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.

1.5.3.4. Seiketsu (Estandarizar)

Su objetivo es mantener el estado de orden y limpieza de forma estandarizada, ser persistentes y mantener los logros o mejoras que se han alcanzado a través de las tres S anteriores.

Se debe hacer de nuestra persistencia un hábito para formar un cambio de mentalidad hacia el mejoramiento y la excelencia. Estando preparados para cualquier situación, ya que al hacer de la persistencia un hábito, se logra mejorar cada una de las situaciones de nuestros lugares de trabajo. Creando un ambiente proactivo, dejando atrás la actitud reactiva, estando preparados y sin que nos lo estén diciendo.

Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas: cantidades mínimas, identificación de las zonas
- Favorecer una gestión visual
- Estandarizar los métodos operatorios
- Formar al personal en los estándares

1.5.3.5. Shitsuke (Disciplina)

Consiste en desarrollar el hábito de trabajar naturalmente dentro de las cuatro S anteriores, alcanzando un conocimiento para seguir estas reglas, y conducta Kaizen (mejoramiento continuo) si se encuentra cualquier área irrazonable.

En el contexto de las 5S el término “DISCIPLINA” no implica una obligación impuesta por otros, sino es actuar de acuerdo a lo que se haya acordado entre todos por propia convicción.

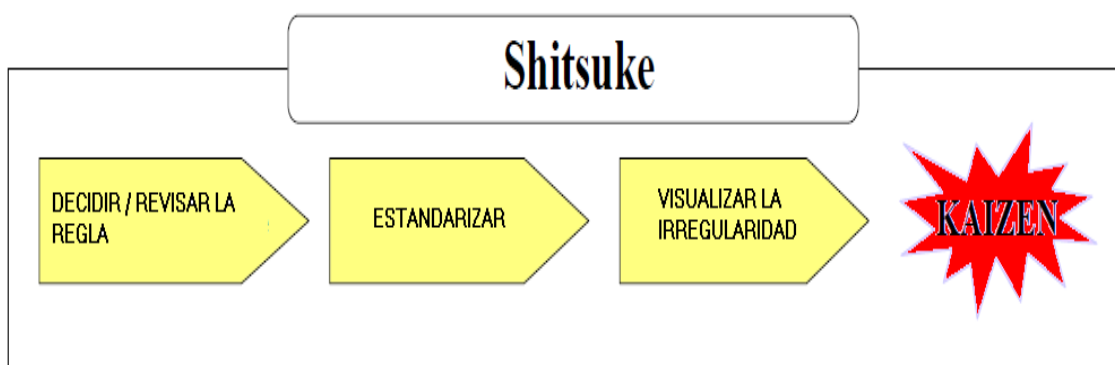


Figura 1.6. Esquema secuencial SHITSUKE (Disciplina)

La disciplina implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

1.5.4. PATRULLAS DE SEGURIDAD

Es necesario para Gerentes de Operación de depósito y Comités de Dirección de Salud las patrullas de seguridad para adquirir responsabilidad y conducir controles en todas partes del depósito para "Actos Inseguros" y "Condiciones Inseguras".

Los actos inseguros son fallas humanas, como por ejemplo: la persona ignora lo que está haciendo, existe complejidad o dificultad en las operaciones, etc.

Las condiciones inseguras están definidas como factores originados por defectos, errores de diseño, falta de planeamiento, peligros del ambiente, etc. Se puede citar como condiciones inseguras un ambiente excesivamente caluroso, superficies resbaladizas, mala iluminación, generación de sustancias tóxicas, exceso de ruido, etc.

1.5.5. KYT

KY = Kiken Yochi = Predicción de Peligro

KYT = Kiken Yochi Training = Entrenamiento de Predicción de Peligro

Es muy importante conducir actividades en respuesta a problemas especialmente cuando una situación potencialmente peligrosa es descubierta, e impedir que estos problemas lleguen a producir accidentes.

Estas habilidades también pueden ayudar a reducir riesgos específicos, situaciones en caso de peligros tal como fuego, terremoto o accidentes de tránsito cuando estamos lejos del lugar de trabajo, en un viaje de negocios o en la vida diaria. La práctica de este método ayuda a todas las personas a evitar peligros comunes en el diario vivir.

Dentro del trabajo, mejorar la Habilidad de Predicción de Peligro de cada operador permite un lugar de trabajo seguro.

Las ventajas de promover KYT son:

- Aumentar la capacidad de notar los accidentes potenciales en el lugar de trabajo
- Mejorar la concentración en el trabajo
- Desarrollar habilidades para solucionar problemas
- Aumentar el interés para participar en actividades de promoción de la seguridad
- Prevenir incidentes y accidentes en el depósito y crear una cultura en lugar de trabajo que garantice la seguridad antes de que los accidentes ocurran.

1.5.6. SUGERENCIA HIYARI – HATTO

¿Qué son las actividades de " Near Miss – Casi Accidentes"?

Patrullas de seguridad son creadas diariamente para descubrir peligros en el lugar de trabajo. Sin embargo, hay acciones e incidentes dónde ningún accidente ocurrió, pero alguien pensó, "Esto me dio un susto", (Hiyari-Hatto en japonés) que no puede ser descubierto en patrullas de seguridad y sólo el personal del depósito conoce.

El potencial de estos casos para causar un accidente puede ser reportado, así "kaizen" puede ser manejado, y las sugerencias pueden ser hechas para crear actividades de seguridad para el lugar de trabajo entero.

Las actividades de "Casi Accidentes" conducen a tomar precauciones.

Los gerentes simplemente no pueden decir al personal del lugar de trabajo "Deben ser cuidadosos con los accidentes". Ellos deben dar la instrucción sobre contramedidas específicas (actividades).

Tener muchas sugerencias no es necesariamente lo más deseable. Cosas importantes son comprobar si el contenido en realidad ayuda a prevenir accidentes y las sugerencias innecesarias aumentarán el número de sugerencias.

Esto es también un problema cuando solamente contramedidas simples están siendo sugeridas. La responsabilidad del gerente es sugerir la puesta en práctica de actividades en la empresa cuando sea necesario.

La dirección puntualmente responde creando contramedidas para sugerencias.

1.5.7. PPE (EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL)

PPE es importante para proteger la salud y la vida. El Equipo de Protección Personal es usado en Japón, de acuerdo a cualidades y calidades especificadas basadas en JIS (Japanese Industrial Standards), y en la actualidad está creciendo en todos los países.

A continuación, puntos importantes para usar PPE con eficacia:

- Seleccionar PPE apropiado para encontrar las reglas locales.
- Mantener buenas condiciones y realizar inspección regular para que cumpla correctamente su función.
- Conocer el uso correcto y educar a los operadores.

1.6. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR.

En el depósito central de partes de Toyota en la ciudad de Quito, al igual que en toda bodega de tamaño considerable, los trabajadores deben seguir las directrices de seguridad en todos los aspectos que comprende sus procesos, por

ejemplo, los sistemas de transporte, los montacargas, el almacenamiento y el manejo de materiales; y, la buena limpieza.

En este caso, los montacargas y los operadores trasladan los productos de la bodega de un lugar a otro, teniendo los dos libre acceso a los corredores, lo que es un alto riesgo de que ocurra un accidente, debido a que tanto el conductor del montacargas como los trabajadores no tienen ningún tipo de señal para saber que están cerca el uno del otro, y podría ocurrir un contacto que seguramente causará un gran daño y hasta la muerte al operador.

En el presente proyecto se presenta un sistema automatizado visual, con el objetivo de brindar a los trabajadores y al conductor del montacargas una alerta para conocer quien se encuentra en los accesos del despacho, y mediante un procedimiento establecido por la jefatura del lugar, realizar las correctas acciones y a su vez si estas reglas son violadas se activará una señal de alarma.

Capítulo 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR S.A.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de prevención de accidentes está basado en la detección diferenciada entre personas y montacargas, mediante sensores colocados en la entrada de los corredores del depósito central de partes de Toyota del Ecuador S.A.

Estos sensores emiten su señal a una central de control que será la encargada, mediante programación, de enviar la respectiva señal de salida al componente visual que comprende un grupo de lámparas tipo semáforo.

Cuando los sensores detectan la presencia del montacargas, el controlador programable acciona las lámparas que indican que el ingreso de las personas está prohibido en el lapso de tiempo que demora en salir el vehículo.

Si el sistema no registra ningún ingreso a los corredores del despacho, todas las lámparas de los semáforos permanecen apagadas.

Al ingresar una persona caminando, el controlador recibe esta señal de los sensores, y éste a su vez activa la señal visual que indica que está restringido el ingreso del montacargas en ese momento, pero si otra persona ingresa, el sistema realiza un conteo de las personas que están dentro del área de partes y cuando el controlador detecta cero personas, la lámpara indicadora se apagará.

Finalmente, cuando alguno de los dos involucrados (trabajador y montacargas), ingresa sin percatarse de la señal visual de los semáforos, se activa una alarma auditiva, que permite al jefe de bodega tomar las medidas del

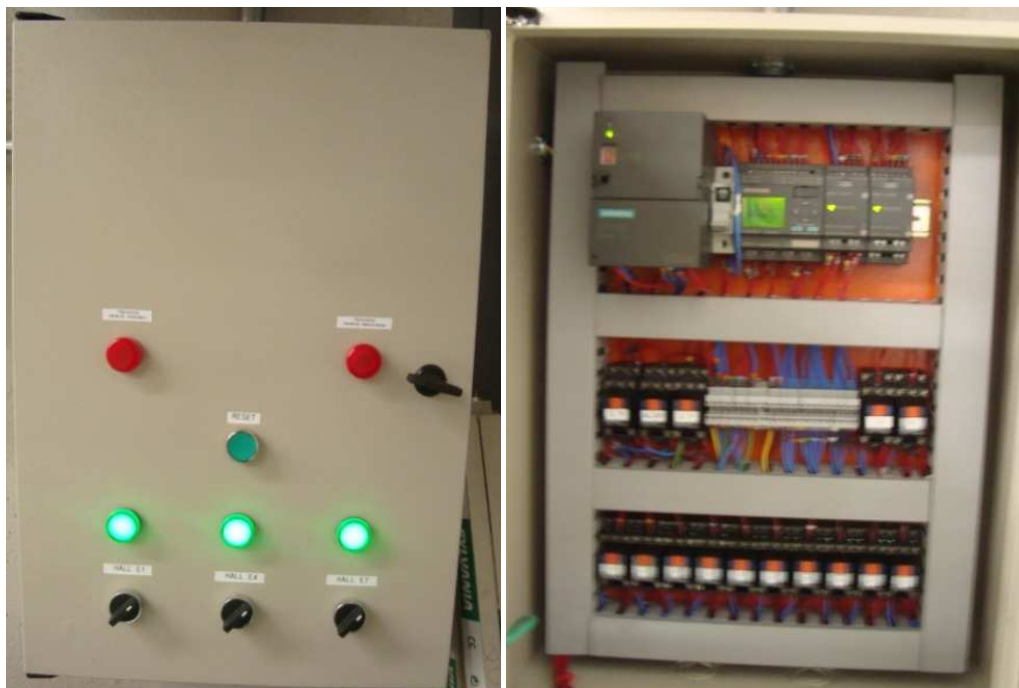
caso; o en su defecto los mismos trabajadores realizan la acción establecida en el procedimiento del sistema.

2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA

2.2.1. TABLERO DE CONTROL

El tablero de control está compuesto de los siguientes elementos:

- Controlador programable
- Módulos de expansión de entradas y salidas
- Fuente de poder 12V
- Portafusible y fusible
- Relés
- Selectores
- Luces piloto
- Pulsador de reset
- Gabinete metálico



(a)

(b)

Figura 2.1. Tablero de control: a. vista externa b. vista interna

2.2.1.1. Controlador lógico programable (PLC)

El controlador lógico programable es la unidad principal del sistema, encargado de controlar el proceso. El PLC utilizado es un LOGO de Siemens, tiene 8 entradas, 4 salidas y además posee una pantalla de cristal líquido.

Para la programación del controlador se dispone de: entradas digitales I1 hasta I24, entradas analógicas AI1 hasta AI8, salidas digitales Q1 hasta Q16, salidas analógicas AQ1 y AQ2, marcas digitales M1 hasta M24, M8: marcas de arranque, marcas analógicas AM1 hasta AM6, bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8, 4 teclas de cursor y 16 salidas no conectadas X1 hasta X16.



Figura 2.2. PLC LOGO de Siemens

2.2.1.2. Módulos de expansión del PLC.

Para completar las necesidades del proyecto, se añadió dos módulos de expansión Siemens de la serie DM8 12/24R 6ED1055-1M800-0BA1, que posee 4 salidas tipo relés de 5 amperios y 4 entradas de 12/24 voltios DC.



Figura 2.3. Módulo de Expansión Siemens

2.2.1.3. Fuente de alimentación

Para alimentar los diferentes componentes del sistema, se utilizó una fuente Siemens SITOP POWER 5 de la serie 6EP1333-1SL11, cuya alimentación es 120/230 Vac, salida a 24 VDC \pm 3% y corriente de 5 amperios.

Las fuentes de alimentación Siemens SITOP Power constituyen la familia de equipos de provisión de 24Vcc, aptas para variadas gamas de aplicación. Posee un diseño robusto y seguro adaptado a entornos industriales. Normalmente son utilizadas en sistemas de automatización, control y monitoreo, junto a la línea de automatización SIMATIC y LOGO.



Figura 2.4. Fuente de alimentación Siemens

Para protección de este grupo de elementos, se utilizó un portafusibles de la marca SASSIN RT18-32, 32A-100V, con su respectivo fusible de 10A.



Figura 2.5. Portafusibles SASSIN

Todos los elementos anteriormente mencionados están instalados dentro del tablero como muestra la figura 2.6.



Figura 2.6. Sistema controlador instalado

2.2.1.4. Relés

Dentro de los elementos de control y maniobra se hallan 15 relés que accionan las lámparas, los sensores y la sirena inmersos en el sistema.

El relé utilizado es un Tyco – Schrack 3 C/O, de corriente nominal 10 A y voltaje de conmutación de hasta 250 Vac y con potencia de bobina AC 1VA y DC 0,75 W.



Figura 2.7. Relé Tyco – Schrack

Todos los relés utilizados se instalaron en arreglo de dos filas en el tablero de control, con su respectiva leyenda de referencia.



Figura 2.8. Relés en el tablero de control

2.2.1.5. Selectores, pulsador y luces piloto

Estos elementos de mando y señalización están colocados en el exterior del tablero principal. Son tres selectores de dos posiciones que habilitan y deshabilitan el control de cada uno de los corredores. Los selectores tienen sus respectivas luces indicadoras de color verde que emiten su luz cuando el pasillo respectivo está activo.

El pulsador reinicia todo el sistema de control, colocando en cero los contadores del PLC y todas sus entradas y salidas en estado inicial.

Las luces piloto rojas son las indicadoras paralelas de lo que se está indicando en los semáforos, ya sea, restringido paso de montacargas o prohibido el paso de personas.



Figura 2.9. Luces piloto, selectores y pulsador del tablero.

2.2.2. SENSORES

En cada uno de los ingresos a los corredores se colocaron 4 sensores fotoeléctricos detectores de presencia, ubicados dos en la parte superior y dos en la parte inferior con sus respectivas bases metálicas.

Para los corredores denominados E1 y E7, que tienen una distancia entre estructuras de aproximadamente 4 metros, se usó sensores Hanyoung PZ1-T7N, tipo barrera, es decir, posee emisor y receptor, con un rango de 7 metros, alimentación 12 - 24 VDC.



Figura 2.10. Sensor Hanyoung PZ1-T7N

En el corredor E4, por ser la distancia entre estructuras metálicas más pequeña, se instaló el sensor fotoeléctrico retro reflectivo Hanyoung de la serie PZ1-M2N, igualmente con alimentación de 12 a 24 VDC, pero con un rango de 2 metros.

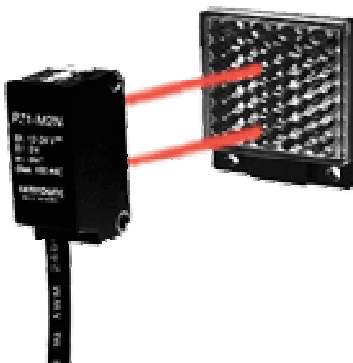


Figura 2.11. Sensor Hanyoung PZ1-M2N

En cada base metálica, se encuentran dos sensores para cumplir con el objetivo del proyecto.

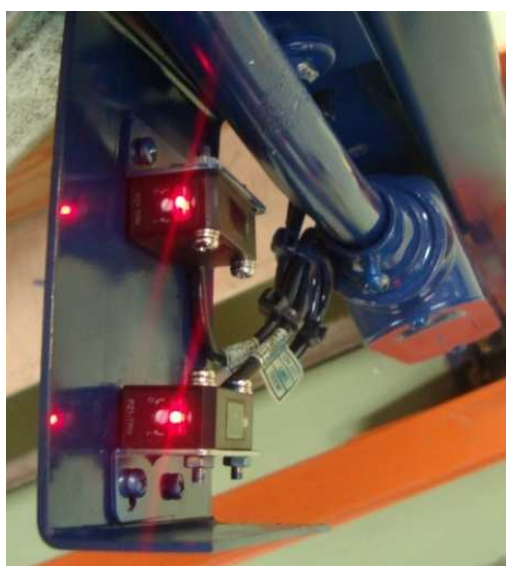


Figura 2.12. Sensores instalados

Los sensores para su correcto funcionamiento se encuentran alineados y calibrados, por lo que se colocó protecciones metálicas para prevenir impactos de los trabajadores con piezas grandes y del montacargas.



Figura 2.13. Protección de los sensores

2.2.3. SEMÁFOROS

En el proyecto están instalados 6 semáforos, ubicados en la parte superior de los ingresos a los corredores. Cada semáforo posee dos lámparas luminosas rojas, una con la simbología de personas y el otro con la de montacargas.

En cada acceso están ubicados 2 semáforos, el primero que se observa al ingresar al corredor y el segundo que es observado desde el interior del depósito de partes.

La estructura del gabinete de los semáforos es policarbonato y fibra de vidrio. Las lámparas internas soportan la alimentación de 110 a 220 Vac.



Figura 2.14. Semáforos instalados

2.2.4. SIRENA

Para la señal de alarma se instaló una sirena de uso interior con luz intermitente (estroboscópica) de la marca General Electric, para indicar de forma audio-visual. La mejor señal interna audible es a 120 db y el pulso de luz mínimo es de 100 candelas durante periodos de 200 mseg.



Figura 2.15. Sirena instalada.

2.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

El sistema de prevención de accidentes implementado, se le puede resumir en cinco etapas de funcionamiento detalladas a continuación.

2.3.1. INGRESO PERSONAS

1. Al ingresar una persona a cualquiera de los tres corredores se encienden los seis semáforos indicando que se encuentra prohibido el paso a montacargas. Figura 2.16.



Figura 2.16. Indicador de ingreso de personas

2. A los corredores deben ingresar y salir una persona a la vez, con un lapso de 3 segundos entre cada una.
3. El sistema cuenta la cantidad de personas que ingresa a los corredores, por lo que los semáforos se apagarán cuando salgan todas las personas que ingresaron a los corredores.

2.3.2. INGRESO MONTACARGAS

1. Al ingresar el montacargas en los corredores, se encenderán los seis semáforos indicando que está prohibido el paso para personas. Figura 2.17.

2. Una vez ingresado el montacargas debe esperar mínimo 6 segundos para volver a salir. Si existiera un mayor número de montacargas, el sistema realiza también un conteo.



Figura 2.17. Indicador de ingreso de montacargas

3. Cuando sale el montacargas se volverá a apagar el semáforo.

2.3.3. ALARMAS

Al ingresar una persona mientras el montacargas se encuentre dentro de los corredores, va a sonar una sirena, y el semáforo se va a encender en modo intermitente, hasta que la persona vuelva a salir. Sucederá exactamente lo mismo, si ingresa el montacargas estando alguna persona dentro de los corredores.

2.3.4. REINICIALIZACIÓN DEL SISTEMA

Si por cualquier circunstancia el sistema se bloquea, o se quiera silenciar la alarma, existe la posibilidad de reiniciarlo, presionando el botón de reset en el tablero de control. Figura 2.18.

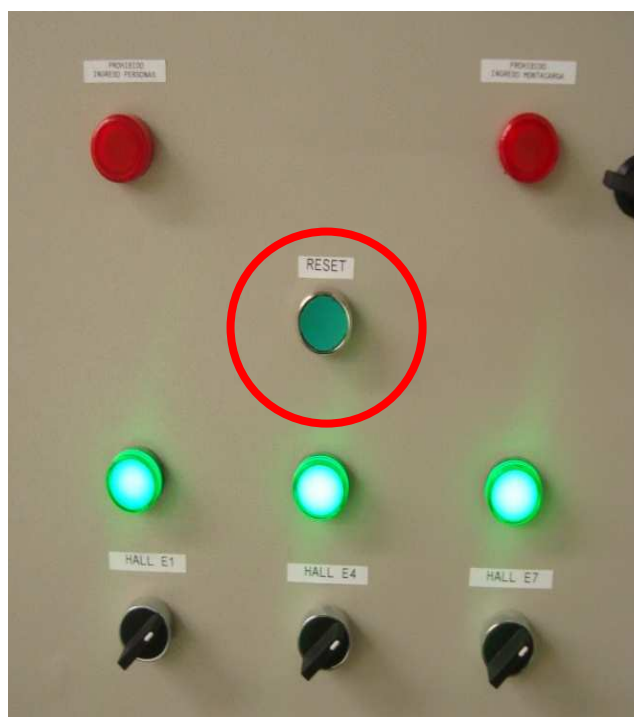


Figura 2.18. Botón reset

2.3.5. CONTROL DE LOS CORREDORES

El sistema presenta la posibilidad de deshabilitar cualquiera de los 3 corredores, colocando los selectores ubicados en el tablero de control en la posición off, cuando se apaga la luz indicadora color verde, indica que el hall correspondiente se encuentra deshabilitado. Figura 2.19.

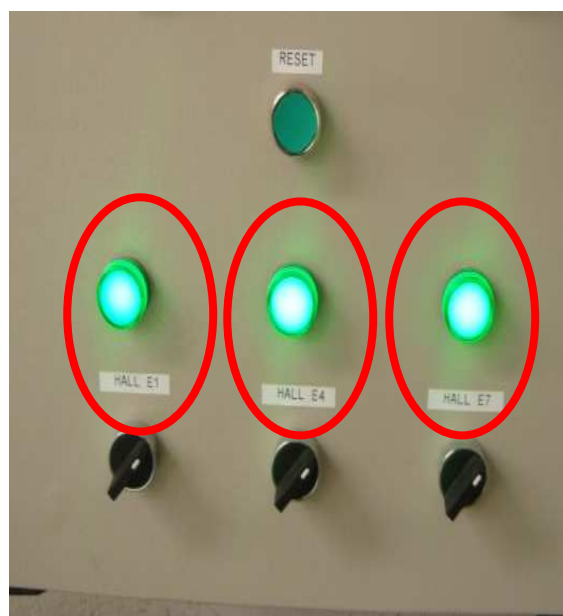


Figura 2.19. Indicadores de corredores

En caso de que se obstaculice los sensores por más de un minuto, o si por causa de algún impacto los mismos se hayan desalineado, el sistema detectará este fallo y deshabilitará el hall correspondiente, hasta que se alineen nuevamente los sensores, o se retire cualquier objeto que esté interrumpiendo la operación de los sensores. Cuando sucede este tipo de eventos, en el tablero empezará a titilar la luz verde correspondiente al hall, donde haya sucedido este inconveniente y volverá a su estado normal cuando el problema haya sido superado.

2.4. MANUAL DEL USO DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR S.A.

Para el correcto funcionamiento del sistema implementado, juntamente con el jefe del depósito central de Toyota, se realizó un informativo dirigido a los trabajadores del lugar, que da a conocer el funcionamiento y las limitaciones del sistema.

A continuación, los puntos del informativo interno:

INGRESO PERSONAS:

1. No ingresar si el semáforo indica prohibido el ingreso a personas.
2. Ingresar una persona a la vez.
3. Para ingresar otra persona, ingresar mínimo 3 segundos después de la anterior.
4. No quedarse obstaculizando el área de sensores.
5. En caso de obstaculizar los sensores debe ingresar dentro del corredor, y esperar 3 segundos para volver a salir.
6. No ingresar con carga cuya altura sobrepase los sensores superiores.
7. Al ingresar por cualquiera de los 3 corredores necesariamente deben salir por cualquiera de estos corredores, y no salir por otra sección de la bodega.

INGRESO MONTACARGAS

1. No ingresar si el semáforo indica prohibido el ingreso a montacargas.
2. Al ingresar el montacargas se debe esperar mínimo 6 segundos después de la interrupción de sensores, para que pueda salir.
3. No quedarse parqueado en el área de sensores.
4. En caso de obstaculizar los sensores debe ingresar dentro del corredor, y esperar 6 segundos para volver a salir.

2.5. LOGROS OBTENIDOS

El proyecto una vez concluido y funcionando correctamente, fue observado por los altos funcionarios japoneses de Toyota del Ecuador, quedando altamente satisfechos por el sistema de seguridad.

Se ordenó inmediatamente publicar el proyecto en la página principal de Toyota a nivel mundial.

ANZEN
FIRST

RISK REDUCTION ACTION



TOYOTA
GENUINE PARTS

Toyota Ecuador has implemented a control system to eliminate or minimize the contact with vehicles in service parts warehouse. The system restrict the access for forklift while parts pickers are working and vice verse.



Control activated : parts picker working
Red light for forklift



Control activated : Forklift working
Red light for parts picker





Alarm system is activated if the control detect to parts pickers and forklift are at the same time

BACKGROUND & KEY POINTS OF THIS BEST PRACTICE

- Benefits to all warehouse employees include protection from illness and injury producing hazards in the workplace; the freedom to do their jobs to the best of their abilities secure in the knowledge that all precautions have been taken.
- Group leader checks the current status on the system Control, and notify to Supervisor the action plan for contain near misses.
- System Control help our employees realize a healthy, injury-free environment.
- We are committed to protecting the health and safety of each employee as a goal of the Warehouse TDE. (Safety Policy).

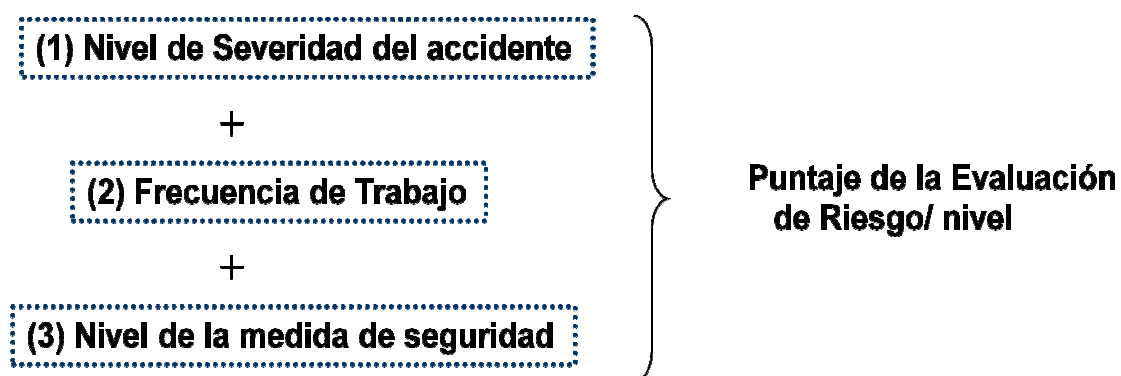
1

Por otra parte, regularmente la empresa realiza una Evaluación del Riesgo de OSHMS (Occupational Safety & Health Management System), que Toyota Motor Corporation - TMC ha adoptado como su sistema de gestión para mejorar la seguridad y salud en áreas específicas, en este caso para la evaluación de riesgos para centros de distribución de repuestos,

A continuación se presenta un extracto de cómo se realiza la calificación y como se mejoró dicha calificación después de implementar el sistema de señalización.

Evaluación de Riesgo: con calificación medida por OSHMS

Los riesgos se han cuantificado en los siguientes elementos:



(1) Nivel de Severidad del accidente

Nivel de Severidad del Accidente	Pt.	Contacto con vehículos (persona - montacargas)
Accidente Fatal (a)	12	Montacargas Vehículos Industriales > 10 km/h
Accidente con Día de trabajo perdido (b)	6	Montacargas Vehículos Industriales < 10 km/h
Accidente con No-día de trabajo perdido (c)	2	-

En caso de montacargas o un vehículo con máxima velocidad mayor a 10 km/h que está en la zona de trabajo: 12 puntos. Otros vehículos con máxima velocidad menor a 10 km/h: 6 puntos

(2) Frecuencia de Trabajo

Frecuencia de Trabajo	Pt.	Frecuencia
Extremadamente frecuente	5	Una o más / semana
Moderadamente frecuente	4	Alrededor de una / mes
No frecuente	3	Alrededor de una / año

Se considera que la mayoría de accidentes dentro de un centro de distribución de repuestos en funcionamiento normal cae en la categoría de "muy frecuentes" = 5 puntos.

(3) Nivel de la medida de seguridad

Nivel de las medidas de seguridad	Pt.	Contacto con vehículos
Inefectivo No existen medidas de seguridad (depende de la atención humana)	8	- No se tiene protecciones de seguridad para la maquinaria de ningún tipo.
Moderadamente efectivo Parcialmente depende de la atención humana	4	- Protecciones de seguridad se encuentran en el lugar: Ayudas visuales, marcas en el piso.

<p>Extremadamente efectivo</p> <p>No necesita depender de la atención humana</p>	1	<p>- Protecciones de seguridad se encuentran en el lugar: barandas de separación, controles automáticos, separación con cadena, etc.</p>
---	---	--

RESULTADOS:

Con esta evaluación el objetivo del depósito central de partes de Toyota Ecuador y de los centros de distribución es tener un nivel de riesgo B calificado como intermedio, que comprende de 10 a 18 puntos,

OBJETIVO DE TOYOTA PARA CENTROS DE DISTRIBUCIÓN:

Evaluación de Riesgo (Puntaje)	Riesgo	Nivel de Riesgo
19 - 25 points	A	Alto
10 - 18 points	B	Intermedio
6 - 9 points	C	Bajo

Antes de la implementación del proyecto en el centro de distribución ubicado en Quito, tenía la calificación A, es decir alto nivel de riesgo.

Obteniendo en nivel de severidad del accidente 12 puntos, en frecuencia de trabajo 5 puntos y en nivel de medida de seguridad 4 puntos.

SITUACIÓN ANTES DEL PROYECTO DE TESIS:

Evaluación de Riesgo (Puntaje)	Riesgo	Nivel de Riesgo
19 - 25 points	A	Alto
10 - 18 points	B	Intermedio
6 - 9 points	C	Bajo

$$\text{Evaluación de Riesgo} = 12 + 5 + 4 = \mathbf{21}$$

Con el proyecto implementado y funcionando correctamente, Toyota a nivel internacional ha calificado al depósito central de partes de Ecuador en B, es decir nivel de riesgo intermedio.

La calificación mejorada obedece al nivel de la medida de seguridad teniendo antes un nivel moderadamente efectivo (4 puntos). Hoy la calificación es extremadamente efectiva, reduciendo de 4 a 1 punto.

SITUACIÓN CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS:

Evaluación de Riesgo (Puntaje)	Riesgo	Nivel de Riesgo
19 - 25 points	A	Alto
10 - 18 points	B	Intermedio
6 - 9 points	C	Bajo

$$\text{Evaluación de Riesgo} = 12 + 5 + 1 = \mathbf{18}$$

Esta fue la razón de ser del proyecto implementado, cumplir con los objetivos de la organización, siendo una empresa de clase mundial que cumple con parámetros internacionales.

Capítulo 3

PROCESO DE DESPACHO EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA

3.1. INTRODUCCIÓN

Partiendo de la premisa de que todo producto o servicio es el resultado de un proceso, a toda organización que desee mejorar la calidad de sus productos o servicios, y a su vez mejorar la productividad, no le queda otra alternativa que orientar esfuerzos al mejoramiento de sus procesos y a optimizar los recursos utilizados en los mismos.

Actualmente la industria necesita un cambio fundamental, un avance que la coloque y la mantenga más adelante que la competencia, y esto sólo se podrá lograr si se atacan con más dinamismo los procesos de la empresa.

La productividad es la razón entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.³

En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como: $P = \text{producción}/\text{recursos}$.

³ Fernando Casanova, *Formación profesional, productividad y trabajo decente*, Boletín n°153, Cinterfor Montevideo 2002

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado.

Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta en una mayor rentabilidad para la empresa. Por ello, el sistema de gestión de la calidad de la empresa trata de aumentar la productividad.

La productividad va relacionada con la mejora continua del sistema de gestión de la calidad y gracias a este sistema de calidad se puede prevenir los defectos de calidad del producto y así mejorar los estándares de calidad de la empresa. La productividad va en relación a los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.

Muchas de las empresas desarrollan la productividad tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Estudio de aplicaciones de nuevas tecnologías, organizaciones de trabajo, etc.,
- Aprovechamiento del personal a todos los niveles.
- Estudio de los ciclos y cargas de trabajo, así como su distribución.
- Conjugación productividad- calidad.
- Alternativas de los apoyos de la producción a fin de mejorar la eficiencia.
- Estudio de la falta de eficiencia tanto proveniente de los paros técnicos como de los rechazos.
- Estudio de los materiales y obra en curso.
- Estudio de sistemas de medición de tiempos e incentivos.
- Asesoramiento y participación. ⁴

⁴ Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, *XVII Convenio colectivo SEAT S.A. 2006*, BOE nº74 de 28-3-2006, España, Art. 122.

3.2. PRODUCTIVIDAD EN TOYOTA MOTOR CORPORATION

Para Toyota Motor Corporation, todo su accionar enfocado a productividad está basado en el Toyota Production System (Sistema de Producción Toyota), principio fundamental de la producción en Toyota.

El sistema de producción desarrollado por Toyota tiene como objetivo la más alta calidad, el costo más bajo y el menor plazo de espera a través de la eliminación de pérdidas. Este sistema se levanta sobre dos pilares, “Just in Time” y “Jidoka”, que se ilustra a menudo con la "casa" mostrada en la figura 3.1.

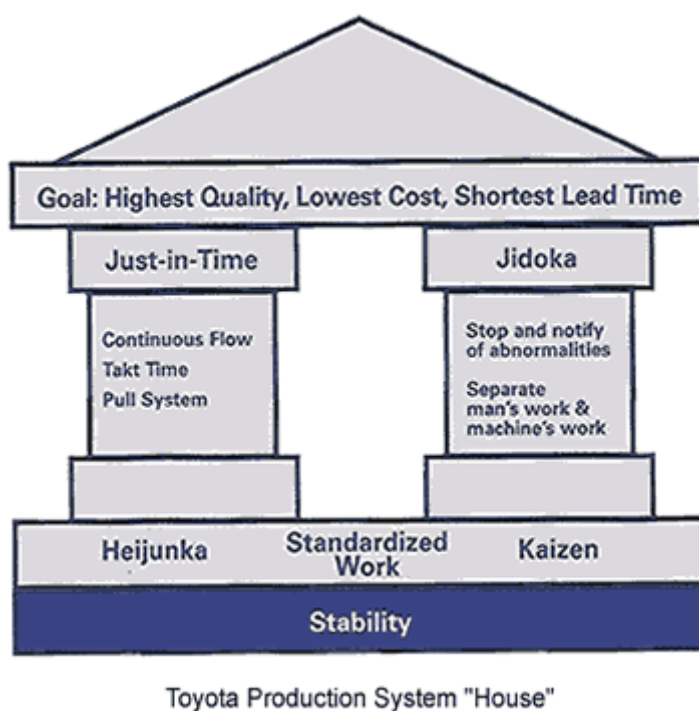


Figura 3.1. Sistema de Producción Toyota (casa)

Se utiliza el concepto del “JIT” Just in Time, “justo a tiempo”, que se fundamenta en producir y transportar únicamente bienes, mano de obra e información que son necesarias, en el momento correcto y en la cantidad requerida. Para llevarlo a cabo se tiene un requisito y tres principios.

El requisito es Heijunka, palabra japonesa que designa la regulación del programa de producción por el volumen y el mix de productos fabricados durante

un tiempo dado. Permite amortiguar las variaciones de la demanda comercial produciendo por pequeños lotes y varios modelos diferentes en la misma línea de producción.

Con este sistema, los productos no se fabrican directamente según las necesidades de los clientes. La cartera de pedidos de un periodo dado está regulada para poder fabricar cada día la misma cantidad y el mismo mix de productos. Optimizando la repartición de las tareas y normalizándolas, Heijunka permite: optimizar el uso de los recursos humanos disponibles y reducir los despilfarros a través de la normalización del trabajo.

Complementando el requisito de JIT que es Heijunka están los tres principios: el primero, "Procesamiento de flujo continuo", que significa eliminar la paralización de trabajo en y entre procesos, así como llevar a cabo la producción de uno-a-uno; el segundo, "Sistema pull", que significa recoger los repuestos o información necesarios para el proceso, en el momento y en la cantidad requeridos. Finalmente, el tercer principio es Takt – time, que es un estándar que define el número de minutos en los cuales cada proceso (o persona) debe manejar la tarea (recolección, reparación, etc.).

El otro pilar fundamental del sistema de producción Toyota es "Jidoka", que comprende la capacidad de las líneas de producción de detenerse en caso de alguna irregularidad en el equipo, calidad, retraso, etc., ya sea originado por repuesto de la maquinaria o por los operarios. Los objetivos de Jidoka son tres:

1. Prevenir productos defectuosos y/o transferir defectos al siguiente proceso.
2. Prevenir problemas complicados.
3. Los problemas son claramente identificados por lo que el "Kaizen" se puede ejecutar.

Kaizen es una palabra Japonesa que significa "cambio para mejorar" o "mejoramiento"; pero el uso común de su traducción al español es "mejora continua" o "mejoramiento continuo". Es una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo.

La idea básica de Kaizen es identificar y eliminar "Muda", de tal forma, incrementar la rapidez y eficiencia de los procesos operativos, mantener un ambiente de trabajo y constantemente mejorar la calidad de los productos. Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio; y son considerados los elementos que, dentro de las operaciones, no agregan valor alguno, sean estos artículos o trabajos.

Toyota considera "Los 7 tipos de "Muda": muda de sobreproducción, muda de espera, muda de transporte, muda de procesos, muda de inventario, muda de movimiento y muda de corrección.

3.3. PROCESO DE DESPACHO EN EL DEPÓSITO CENTRAL DE PARTES DE TOYOTA DEL ECUADOR

3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de despacho de Toyota del Ecuador comienza con el pedido por parte de los concesionarios por medio de internet hacia el software de sistema de repuestos.



Figura 3.2. Ventana de software Sistema de Repuestos de Toyota.

De acuerdo al horario programado para la recolección, se imprime las etiquetas de pedidos de repuestos. El líder de grupo clasifica las tandas de

etiquetas en el organizador de Picking (recoger), tomando en cuenta la zona de recolección.

Cada operador toma el grupo de etiquetas, observa e identifica por qué sector se encuentran los repuestos, se traslada a la zona de coches, toma uno de estos, se dirige a la ubicación y recolección del repuesto de acuerdo a la instrucción de la etiqueta. Se toma la(s) pieza(s) pegando la etiqueta y se continúa la recolección.

Una vez finalizada la recolección, el operador se traslada al área de chequeo y clasificación con el coche de repuestos recogidos, luego de lo cual se dirige nuevamente al fichero de instrucciones para el inicio de una nueva operación.

Al igual que los operadores que realizan la recolección con el coche manual, el mismo proceso realizan otros operadores con el montacargas y la canasta, en la zona de repuestos de mayor volumen.

En la zona de chequeo, el trabajador controla que el repuesto coincida en código y cantidad solicitada, lo clasifica de acuerdo a la agencia que realizó el pedido. Terminado este proceso se da el aviso para dar paso a la facturación.

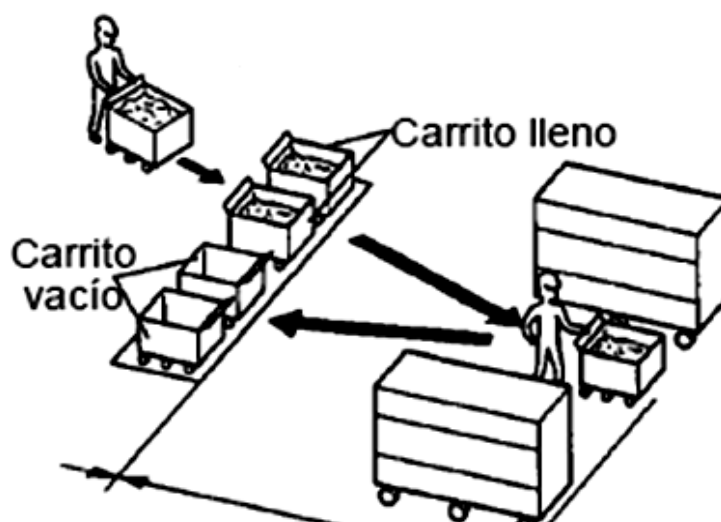


Figura 3.3. Zona de chequeo y clasificación

La facturación se realiza en el mismo software, seleccionando la agencia se imprime la guía de remisión.

Facturacion Automatica por pedido (REPRO_FACTURA_AUTPEDIDO)

TOYOTA DEL ECUADOR

Repuestos Facturacion por pedido

Concesionario: 1790009459001 CASABACA SA

Agencia: 01 MATRIZ

Direccion: MATR-10 DE AGOSTO 1865 CARRION

Lineas: 30

Compania: TE PROCESAR Centro: 02

Figura 3.4. Ventana de facturación

Se comprueba si lo facturado coincide con lo clasificado por agencia. Se coloca rótulos y se procede con el embalaje. Si no hay ningún error se entrega el pedido a los transportistas con la factura y guía.

Se recibe las copias firmadas tanto de guías y facturas por parte del transportista y para finalizar la operación, se clasifican las facturas y guías en el archivo correspondiente.

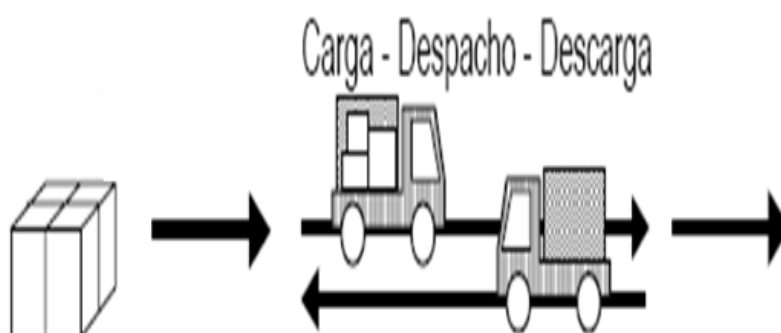
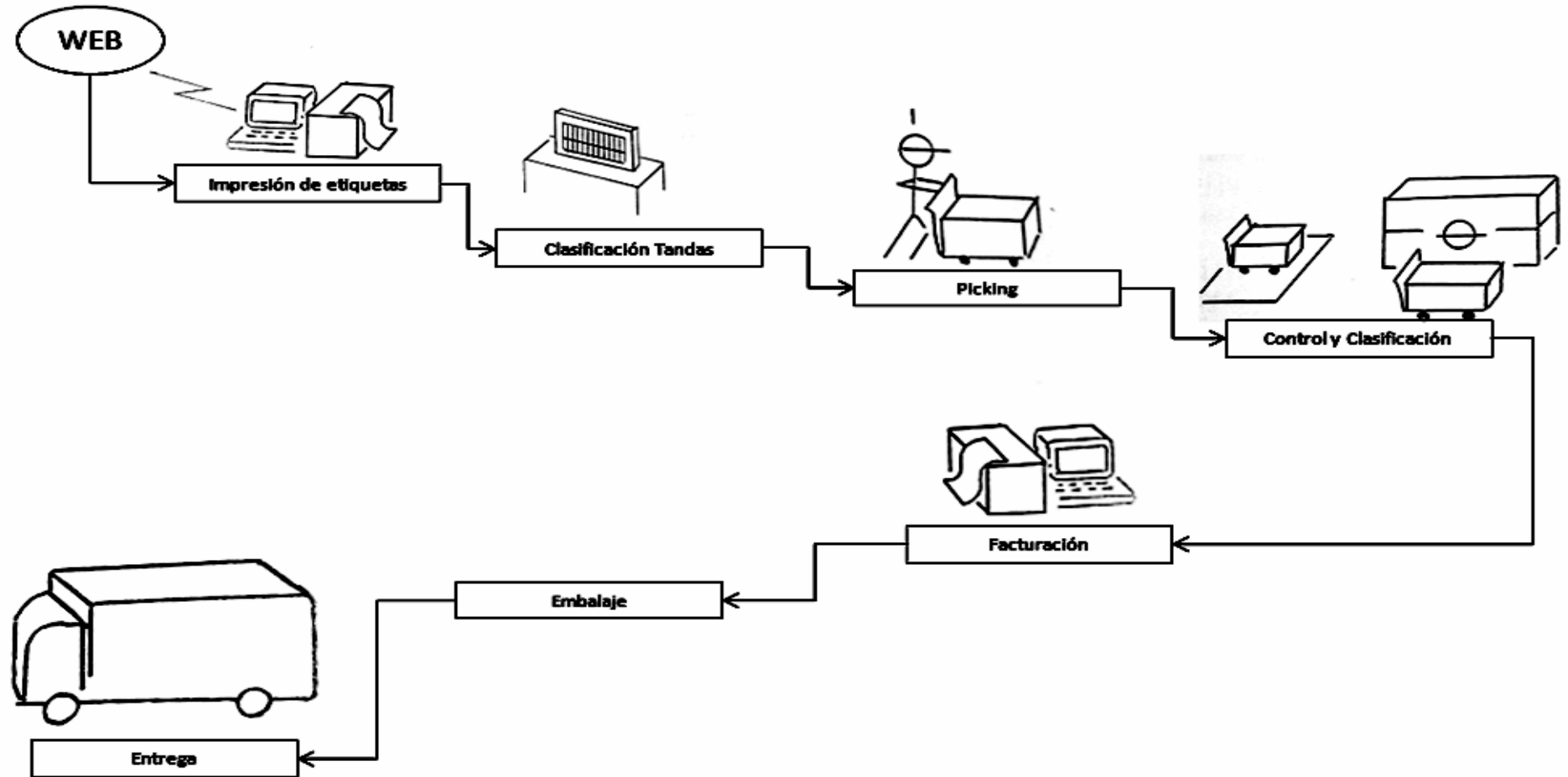
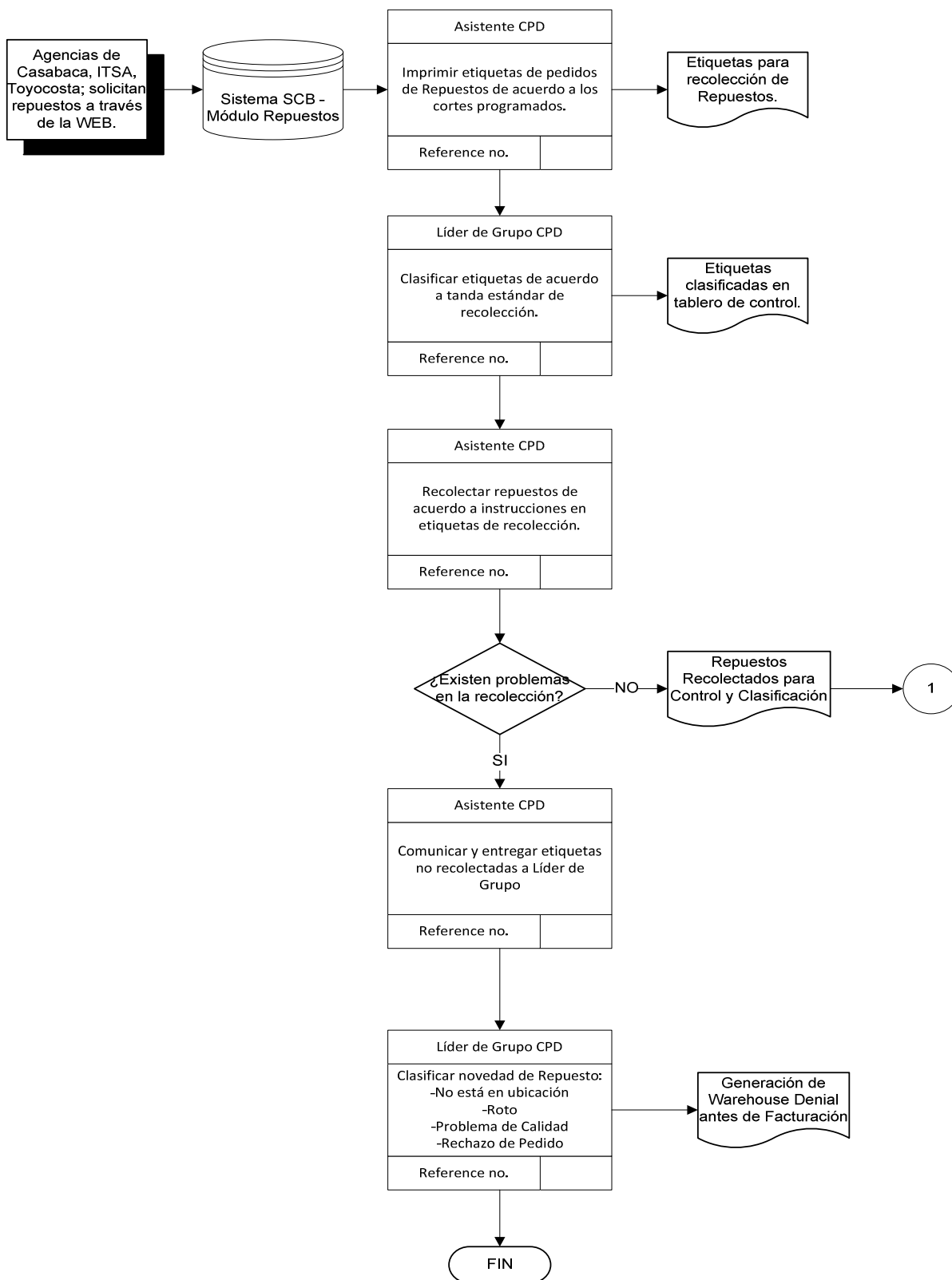


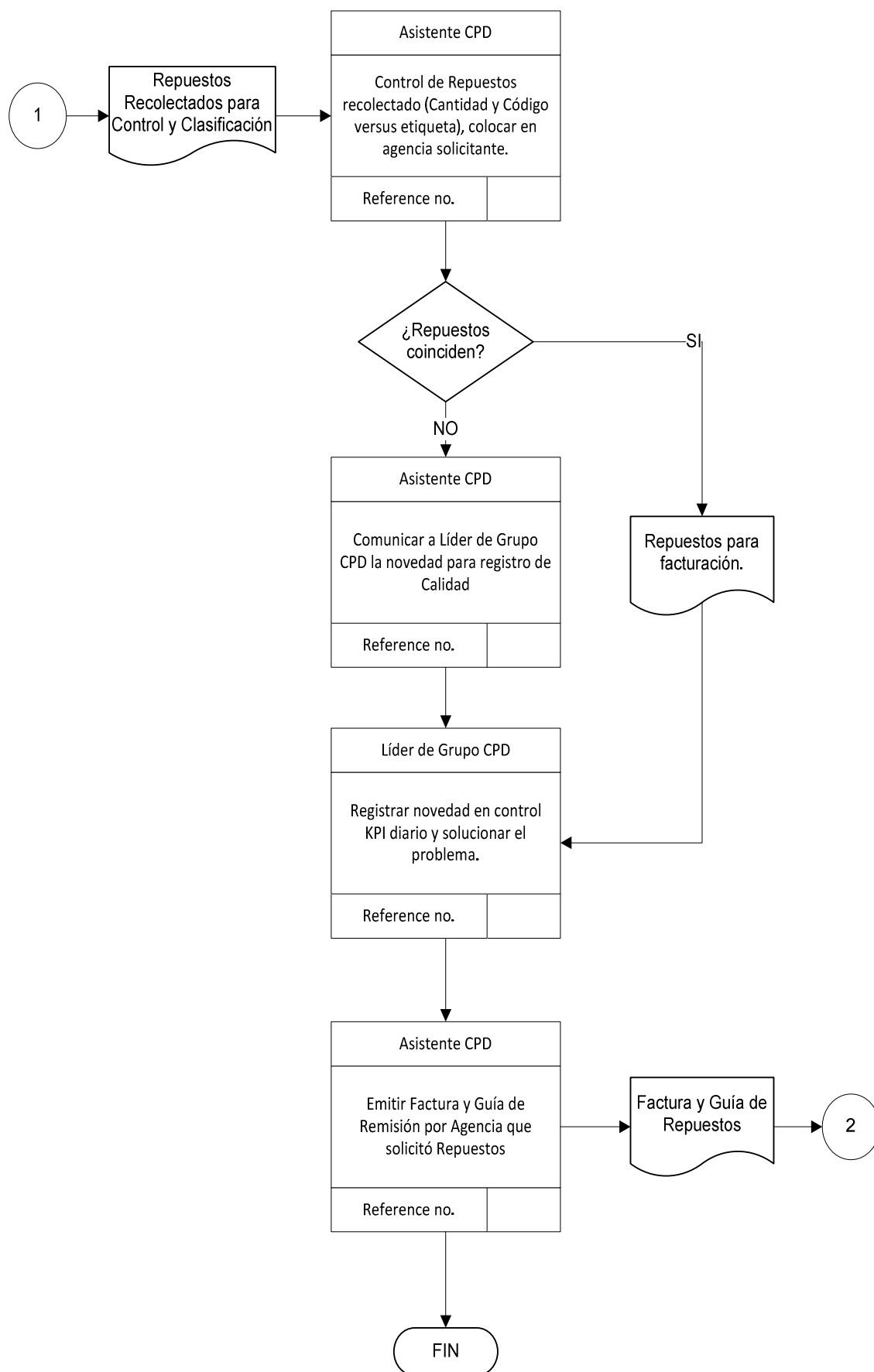
Figura 3.5. Salida y llegada de repuestos.

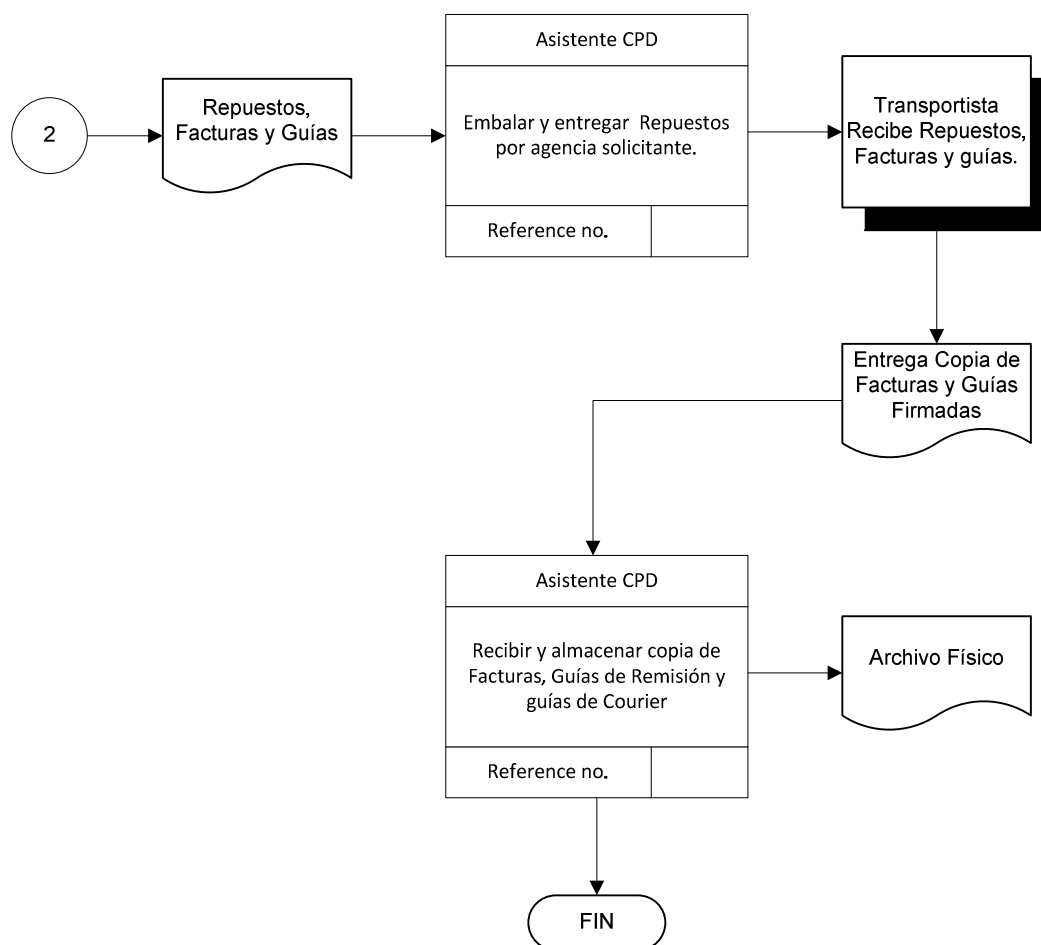
3.3.2. ESQUEMA EXPLICATIVO DEL PROCESO



3.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO







3.4. PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN

Toyota utiliza para la medición de sus procesos los KPI, que son indicadores clave de desempeño. El gerenciamiento de KPI exigido por Toyota Motor Corporation para todos sus distribuidores se basa en 4 categorías:

- Seguridad
- Calidad
- Productividad
- Costo

Para el caso de este proyecto se entra en materia de productividad para el área de despacho de repuestos del Depósito Central de Partes de Toyota del Ecuador; siendo el indicador de productividad así:

La productividad en el proceso de despacho está dada por el número de líneas atendidas por hora, en toda la operación de despacho, de acuerdo a la siguiente relación:

Total líneas atendidas / Tiempo total (Horas Hombre) en toda la operación de despacho.

El término línea corresponde a un pedido de un código de repuestos, el mismo que puede ser de una o varias unidades. Por ejemplo: un pedido de un filtro de código 9091520003, es considerado una línea y un pedido de diez filtros del mismo código, también es considerado una línea. Es decir, una línea está en relación al código solicitado por el cliente.

Para esto la demanda de pedidos ha sido calculada de la siguiente manera:

Volumen de trabajo del día	=	1650 líneas
Tanda estándar por ciclo	=	40 líneas
Número total de ciclos del día	=	1650 / 40 = 41 ciclos
Tiempo de trabajo recolección al día	=	210 min. (7 cortes de 30 min.)

El Takt Time está establecido como el tiempo deseable para obtener un producto terminado y satisfacer la demanda del cliente.

Ecuación:

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ de\ trabajo\ por\ día}{número\ de\ ciclos\ de\ trabajo\ por\ día}$$

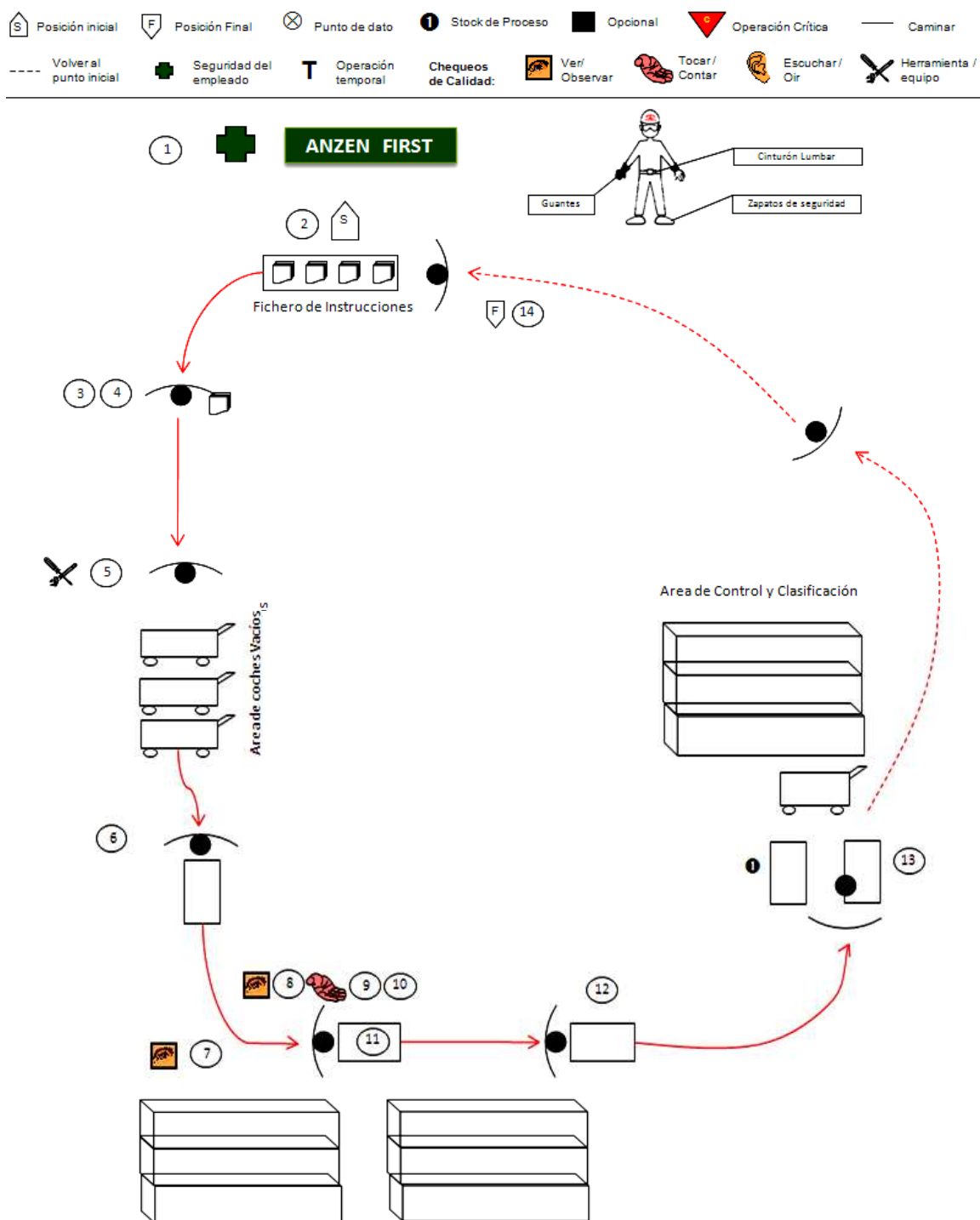
$$Takt\ time = \frac{210\ min}{41\ ciclos} = 5\ min$$

Tiempo requerido para un ciclo 10 min.

Mano de obra requerido = 10 min. / 5 min = 2.0 operadores

Con esto se determinó que cada ciclo de trabajo inicia cada 5 minutos.

Ejemplo de un ciclo de recolección de 10 minutos:



1	Utilizar el Equipo de Protección Personal necesario
2	Trasladarse al fichero de instrucciones.
3	Tomar las instrucciones de recolección.
4	Leer la primera instrucción para identificar la zona de recolección asignada.
5	Trasladarse a la zona de espera de coches vacíos de recolección.
6	Tomar un coche vacío y dirigirse a la primera ubicación de recolección.
7	Identificada la ubicación recolectar el repuesto de acuerdo a la instrucción.
8	Compare los códigos de la instrucción con el del repuesto.
9	Tome solo la cantidad solicitada.
10	Pegue la etiqueta en el repuesto recolectado.
11	Coloque el repuesto recolectado en el coche.
12	Trasladarse a la siguiente ubicación de acuerdo a la instrucción de recolección. Repita los pasos 7 al 11.
13	Finalizado el total de recolección trasladarse al área de chequeo y clasificación y dejar el coche en el espacio disponible.
14	Trasladarse al fichero de instrucciones. Para inicio de una nueva operación.

En este proceso no se lograba cumplir con índices correctos de productividad ya que no se disponía de un sistema de control que maneje los inicios y fin de operación de cada ciclo.

Las metas de recolección no se cumplían ya que los operadores no eran controlados y se retrasaban los pedidos y las entregas a los concesionarios que solicitaban los repuestos.

Con ello nace la propuesta de tener un sistema de control que visualmente se pueda detectar las irregularidades en la recolección de repuestos.

Capítulo 4

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE DESPACHO

4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

En el capítulo anterior se realizó la descripción del proceso de despacho en el Depósito Central de Partes de Toyota del Ecuador y los factores considerados para la medición de la productividad en dicho proceso. El objetivo de este capítulo es diseñar e implementar un sistema microprocesado que permita de manera visual llevar un control de tiempo en el proceso de recolección y despacho de piezas.

La función del sistema será permitir programar, al jefe o líder de bodega; un ciclo de trabajo en un rango de 1 a 20 minutos a través de una pequeña pantalla de cristal líquido y pulsadores que permiten variar el valor en minutos. Este valor del ciclo de trabajo dependerá de las necesidades del despacho de piezas y repuestos en el día o temporada de trabajo y será establecido por el jefe de bodega.

Una vez fijado el tiempo del ciclo de trabajo, la misma persona dejará, por medio de pulsadores, listo dos módulos visuales de control de tiempo.

Cada módulo posee un cronómetro implementado con 4 displays, los cuales marcarán el tiempo en minutos y segundos. Este cronómetro, al igual que uno normal, posee tres botones: marcha, paro y reset que serán manipulados por el trabajador que realice la recolección.

Paralelamente al funcionamiento de los cronómetros, se activan unas torres de iluminación tricolores, que indican con sus luces los rangos de tiempo de

la siguiente manera: del inicio a la mitad del ciclo el color verde, de la mitad al fin del ciclo color amarillo y del fin del ciclo de tiempo en adelante color rojo.

4.2. COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema implementado está estructurado en un solo tablero, cuyo principal componente es un microprocesador que, mediante programación, se constituye en el controlador del sistema. El diseño electrónico se implementó en un circuito impreso que se encuentra dentro del tablero.

Los elementos utilizados son los siguientes:

- 2 microcontroladores
- 2 decodificadores BCD
- 1 pantalla de cristal líquido
- 8 displays
- 14 transistores
- 6 diodos
- 6 relés
- 10 pulsadores
- 33 resistencias
- 4 capacitores
- 2 cristales 4Mhz
- 1 potenciómetro
- 1 fuente de alimentación
- 2 torres de iluminación tricolor
- 1 tablero

A continuación se hace una breve descripción de los principales elementos utilizados en el sistema. Al final de este escrito se anexan las hojas de datos de los fabricantes de cada uno de los elementos.

4.2.1. MICROCONTROLADOR

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Estos dispositivos poseen una memoria interna que almacena dos tipos de información; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógica Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (de entrada y salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten, mientras que los pines son los que se encargan de comunicarlo con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de energía para el micro o pines de control específico.

En este proyecto se utilizó el PIC16F877A. Este microcontrolador es fabricado por Microchip familia a la cual se la denomina PIC. Este modelo posee varias características que le hacen un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado.

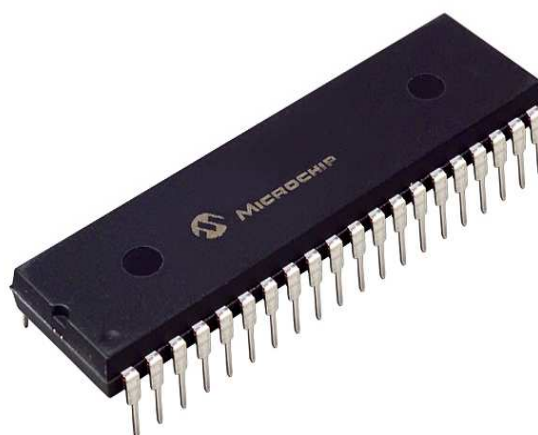


Figura 4.1. Microprocesador PIC 16F877A de Microchip

Para el sistema implementado se utilizaron dos de los mencionados microcontroladores, uno que actúa como maestro, en el cual se ingresará el dato del ciclo de trabajo y que éste enviará al otro microprocesador dicho dato, además es el que controla a la pantalla de cristal líquido.

Los microprocesadores son los encargados de procesar la base de tiempo para desplegarlo a los displays en segundos y minutos, además de realizar la operación del ciclo de tiempo en su inicio, al 50% y al 100% de su valor, para ser enviada la señal a las torres de iluminación.

Cada microcontrolador posee un cristal de 4Mhz y dos capacitores cerámicos de 22 pico Faradios. El máster reset (MCLR) está compartido para los dos micros con un pulsante y dos resistencias para lograr un solo reinicio en el sistema.

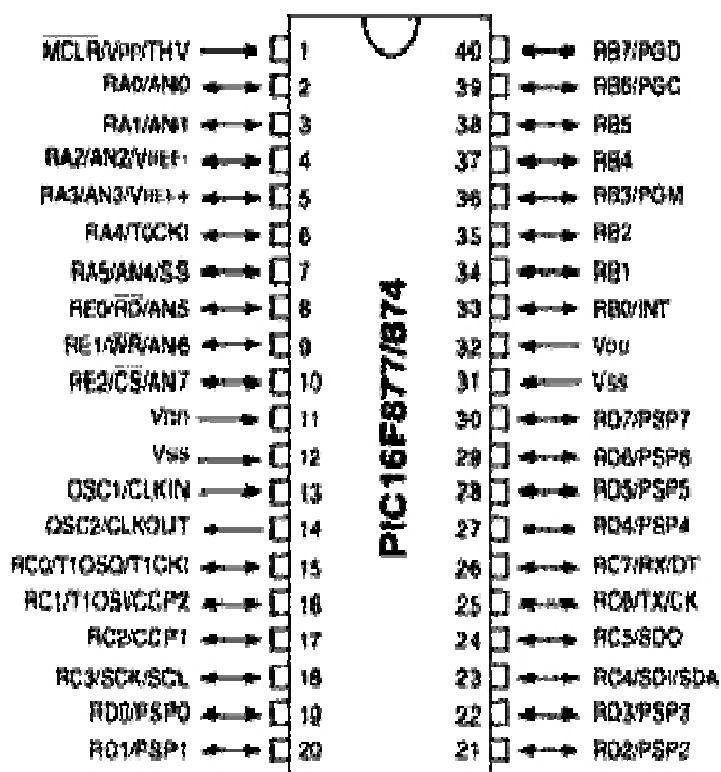


Figura 4.2. Distribución de pines del PIC16F877A

Los recursos utilizados en el microprocesador principal son los siguientes:

NUMERO DE PIN	NOMBRE DE PIN	FUNCIÓN
1	MCRL	Reset del micro
13	OSC1	Pin para cristal
14	OSC2	Pin para cristal
15	RC0	Comunicación con el micro 2
16	RC1	Entrada pulsador marcha cronometro 1
17	RC2	Entrada pulsador paro cronómetro1
18	RC3	Entrada pulsador encerar cronometro1
23	RC4	Salida LED indicador
24	RC5	Salida lámpara verde
25	RC6	Salida lámpara amarilla
26	RC7	Salida lámpara roja
19	RD0	Salida E para el LCD
20	RD1	Salida RS para el LCD
21	RD2	Entrada pulsador aumento de ciclo
22	RD3	Entrada pulsador listo modulo 1
27	RD4	Salida dato D4 para el LCD
28	RD5	Salida dato D5 para el LCD
29	RD6	Salida dato D6 para el LCD
30	RD7	Salida dato D7 para el LCD
33	RB0	Salida dato A al decodificador 74ls47
34	RB1	Salida dato B al decodificador 74ls47
35	RB2	Salida dato C al decodificador 74ls47
36	RB3	Salida dato D al decodificador 74ls47
37	RB4	Salida transistor 1 del barrido de displays
38	RB5	Salida transistor 2 del barrido de displays
39	RB6	Salida transistor 3 del barrido de displays
40	RB7	Salida transistor 4 del barrido de displays
11 y 32	VDD	Polarización +5V
12 y 31	VSS	Tierra

Los recursos utilizados para el microprocesador secundario son los siguientes:

NUMERO DE PIN	NOMBRE DE PIN	FUNCIÓN
1	MCRL	Reset del micro
13	OSC1	Pin para cristal
14	OSC2	Pin para cristal
15	RC0	Comunicación con el micro 1
16	RC1	Entrada pulsador marcha cronometro 2
17	RC2	Entrada pulsador paro cronómetro2
18	RC3	Entrada pulsador encerar cronometro2
23	RC4	Entrada pulsador listo modulo 2
24	RC5	Salida lámpara verde
25	RC6	Salida lámpara amarilla
26	RC7	Salida lámpara roja
19	RD0	Salida LED indicador
33	RB0	Salida dato A al decodificador 74ls47
34	RB1	Salida dato B al decodificador 74ls47
35	RB2	Salida dato C al decodificador 74ls47
36	RB3	Salida dato D al decodificador 74ls47
37	RB4	Salida transistor 5 del barrido de displays
38	RB5	Salida transistor 6 del barrido de displays
39	RB6	Salida transistor 7 del barrido de displays
40	RB7	Salida transistor 8 del barrido de displays
11 y 32	VDD	Polarización +5V
12 y 31	VSS	Tierra

4.2.2. DISPLAY 7 SEGMENTOS

El display de 7 segmentos es un componente que se utiliza para la representación de números en muchos dispositivos electrónicos, debido en gran medida a su simplicidad. Internamente están constituidos por una serie de diodos LED con unas determinadas conexiones internas, estratégicamente ubicados de tal forma que forme un número 8.

A cada uno de los segmentos que forman el display se les denomina a, b, c, d, e, f y g y están ensamblados de forma que se permita activar cada segmento por separado consiguiendo formar cualquier dígito numérico.

Los hay de dos tipos: ánodo común y cátodo común. En los de tipo de ánodo común, todos los ánodos de los leds o segmentos están unidos internamente a un pin común, que debe ser conectado a potencial positivo. En los de tipo de cátodo común, todos los cátodos de los leds o segmentos están unidos internamente a un pin común, que debe ser conectado a potencial negativo.

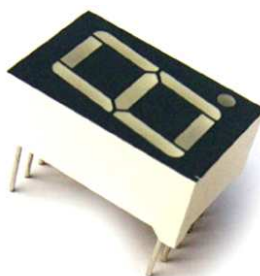


Figura 4.3. Display de 7 segmentos

Los displays utilizados son de ánodo común con segmentos de color rojo, por su facilidad de visualización.

En el sistema de control implementado se utilizaron 8 displays, ubicados en dos grupos de 4, los cuales están instalados en un pequeño circuito impreso ubicado en la superficie del tablero y son los encargados de proyectar los segundos y minutos de cada uno de los cronómetros.

El grupo de 4 displays, que conforman cada cronómetro, está controlado mediante un barrido enviado desde el microcontrolador, es decir, los displays se activan en secuencia y con un intervalo de tiempo de 5 milisegundos, lo que para la apreciación del ojo humano no es detectable y se observa como que los 4 displays están encendidos a la vez.

4.2.3. CIRCUITO INTEGRADO 74LS47

Este circuito integrado es un decodificador BCD a 7 segmentos. La visualización de números o de caracteres alfanuméricos a través de los displays de 7 segmentos, se controla a través de etapas decodificadoras que suministran niveles de tensión de salida adecuados, o por medio de etapas decodificadoras de control (decoder/drive).



Figura 4.4. Circuito Integrado 74LS47

Este arreglo lógico particular permite visualizar, por medio de un display los números expresados en código BCD. Tiene 4 entradas, que corresponden a los cuatro bits del código BCD y 7 salidas, cada una de las cuales controla un segmento del display.

La señal de los datos en código binario decimal es enviado desde el microprocesador hacia este integrado.

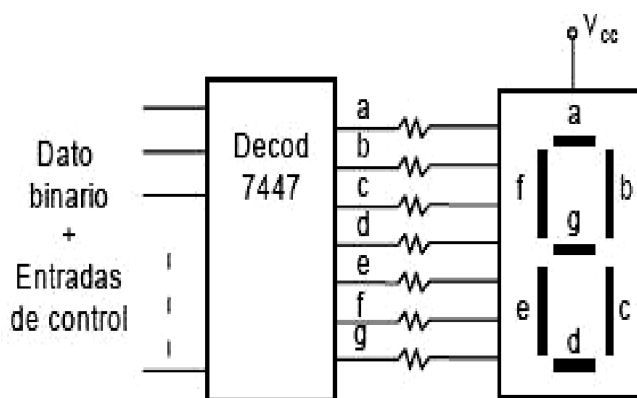


Figura 4.5. Conexión del 74LS47 al display

4.2.4. DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

Este dispositivo es una poderosa herramienta de desarrollo que permite de forma muy simple operar un display LCD. El interfaz está basado en un display LCD estándar, con la particularidad de poder ser operado mediante una trama serie RS232 (TTL) estándar.

Para la operación del display inteligente sólo se requiere de una línea de comunicación. Este interfaz permite al usuario disponer de forma inmediata de un dispositivo alfanumérico de visualización de información con un muy bajo requerimiento de hardware de parte del micro. Su forma de operación se adapta a cualquier tipo de aplicación de hardware que requiera el usuario.

El módulo LCD responde a un conjunto especial de instrucciones, las cuales deben ser enviadas por el microcontrolador, según la operación que se requiera. Los caracteres que se envían al módulo LCD se almacenan en la memoria RAM del módulo. Existen posiciones de memoria RAM, cuyos datos son visibles en la pantalla.

Según la operación que se desee realizar sobre el módulo de cristal líquido, los pines de control E, RS y R/W deben tener un estado determinado. Además, debe tener en el bus de datos un código que indique un carácter para mostrar en la pantalla o una instrucción de control.

Normalmente en las aplicaciones de control industrial se requiere la implementación de sistemas operativos que posean interfaz hombre-máquina. En estos casos el módulo de display LCD cumple perfectamente bien esta función.

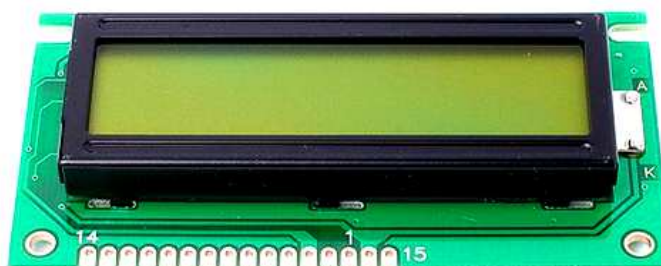


Figura 4.6. Display de cristal líquido 2x16

Este proyecto utiliza un módulo LCD 2x16 (2 líneas x 16 caracteres), que es manejado por el microcontrolador PIC 16F877A. Los pines de conexión de este módulo incluye un bus de datos de 4 bits, un pin de habilitación (E), un pin de selección, que indica que el dato es una instrucción o un carácter del mensaje (RS) y un pin que indica si se va a escribir o leer en el módulo LCD (R/W); en nuestro caso, como el módulo LCD sólo va a leer datos, el pin R/W está siempre al potencial de tierra y los demás datos salen del microprocesador.

En el caso del sistema implementado, permite visualizar el ciclo de tiempo de trabajo establecido.

El LCD utilizado tiene una distribución de pines detallada a continuación:

PIN	NOMBRE	I/O	FUNCIÓN
1	GND	-	Tierra
2	VCC	-	+ 5V (alimentación)
3	CTR	-	Contraste
4	RS	I	Selección Dato/Control
5	R/W	I	Selección Lectura /Escritura
6	E	I	Habilitación
7	D0	I/O	D0, bit menos significativo
8	D1	I/O	D1
9	D2	I/O	D2
10	D3	I/O	D3
11	D4	I/O	D4
12	D5	I/O	D5
13	D6	I/O	D6
14	D7	I/O	D7, bit más significativo
15	A	I/O	Ánodo back light
16	K	I/O	Cátodo back light

4.2.5. ELEMENTOS ELECTRÓNICOS COMPLEMENTARIOS

Dentro de todo el diseño electrónico del proyecto, están involucrados elementos electrónicos que complementan el funcionamiento del microprocesador hacia los demás dispositivos antes mencionados.

Estos elementos son, por ejemplo, el transistor 2N3904, que es un transistor común NPN utilizado en bajas potencias para fines generales, como amplificación o conmutación. Puede funcionar a velocidades altas moderadas.

Otro elemento es el diodo rectificador 1N4007, que conduce una corriente máxima de 1 Amperio y soporta una tensión inversa de 1000 Voltios y es lento.

Finalmente, resistencias de valores de 330Ω , $10K\Omega$, $1K\Omega$ Y $4.7K\Omega$, utilizadas como limitadoras de corriente en el circuito.

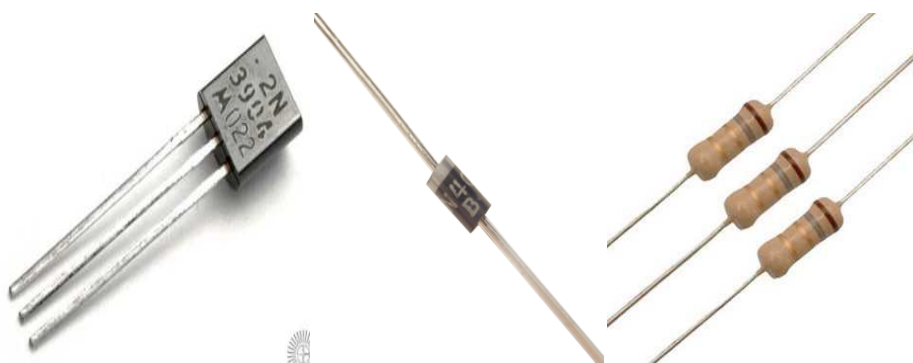


Figura 4.7. Elementos electrónicos complementarios

4.2.6. TORRES DE SEÑALIZACIÓN.

El indicador visual del proyecto es una pequeña torre compuesta de tres luminarias de colores: verde, amarilla y roja.

Este elemento es de la marca Hanyoung modelo STA-TB-023, cuyo voltaje de alimentación es 24 voltios AC/DC.



Figura 4.8. Torre señalización Hanyoung

Para activar estas luminarias, se utilizaron relés interpolación, que reciben la señal del microprocesador. Los relés utilizados son similares al ilustrado en la figura 4.9.



Figura 4.9. Relé y su distribución de pines

4.2.7. TABLERO DE CONTROL

El tablero de control del proyecto está implementado en un gabinete metálico donde los elementos de visualización están colocados sobre la superficie: el LCD en el costado izquierdo y los displays en el frente. Además de estos elementos están instalados 9 pulsadores: 6 ubicados en el frente y 3 en el costado izquierdo. En la parte superior se ubican las dos torres de iluminación.

Internamente está instalada la tarjeta principal electrónica y la fuente de alimentación, correctamente sujetas al gabinete.



Figura 4.10. Vista del tablero

4.3. CIRCUITO ELECTRÓNICO

El diseño y simulación del circuito electrónico fue realizado con la ayuda del software Isis Proteus 7 Professional.

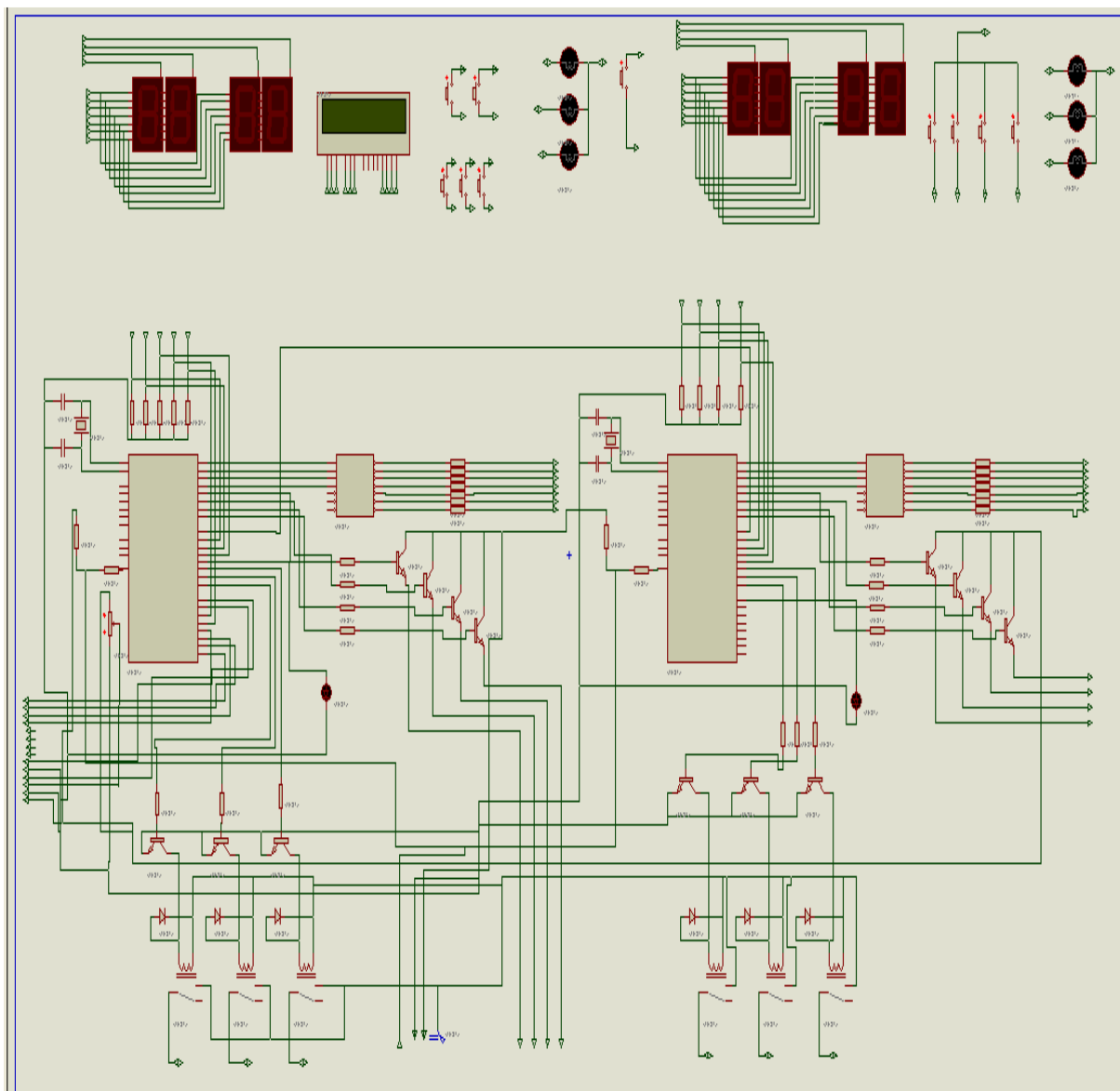


Figura 4.11. Diseño del circuito electrónico mediante software.

Con el diseño simulado y funcionando correctamente, se elaboró el circuito impreso del proyecto. La tarjeta principal es la que lleva el sistema microprocesado y las dos placas pequeñas, donde está el conjunto de los displays de visualización de los cronómetros, están ubicadas en la superficie del tablero.

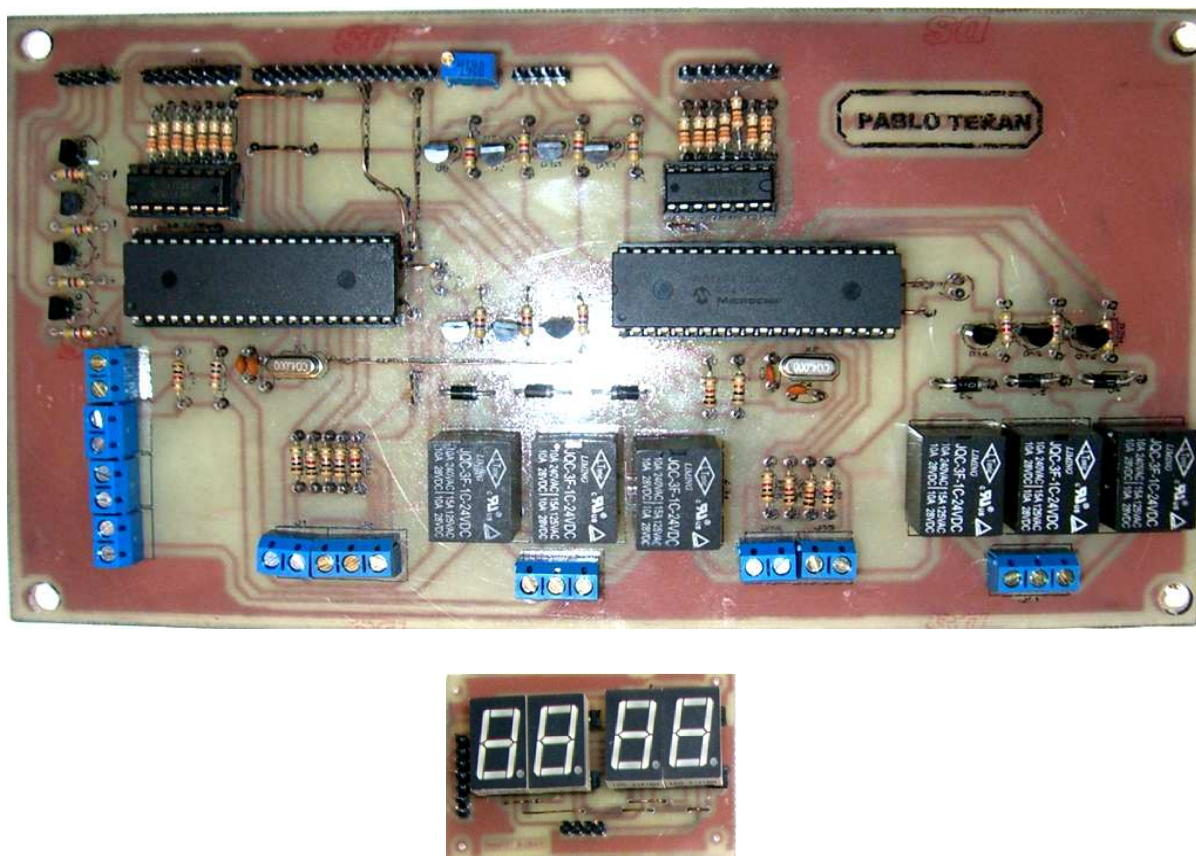


Figura 4.12. Circuitos impresos del diseño electrónico

4.4. SOFTWARE DEL SISTEMA

Los dos microcontroladores PIC utilizados fueron programados mediante el compilador PicBasicPro, que es un lenguaje de programación de nueva generación, fácil y rápido para programar microcontroladores de Microchip Technology.

4.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE LOS MICROCONTROLADORES

El programa del microcontrolador máster que controla el módulo de un cronómetro y una lámpara de señalización, posee la configuración para el LCD, la configuración de puertos y variables. Una vez configurado envía el mensaje al

LCD del tiempo de ciclo. Por medio de pulsadores se ingresa esta variable. La variable del tiempo de ciclos en minutos se muestra en el display de cristal líquido y es enviada al segundo microcontrolador y a su vez con operaciones matemáticas se calcula el 50% de este ciclo cualquiera que sea el valor comprendido entre 1 a 20 minutos. Con esta configuración inicial empieza la programación del cronómetro, la cual empieza encendiendo los displays y esperando el pulso inicial que envía a la base de tiempo con secuencia de segundos y minutos que es enviada hacia la visualización en los 4 displays controlados por este microcontrolador; a su vez se controla las señales que se envía a la lámpara de señalización, al inicio del conteo de tiempo se envía la señal a la lámpara verde, al 50% del ciclo en minutos envía la señal para la lámpara amarilla y al 100% del ciclo de tiempo se activa la señal hacia la lámpara roja. Este conteo de tiempo puede ser interrumpido con el pulso de un interruptor externo el cual envía al programa a una rutina que para el tiempo; en este lazo se puede volver al lazo de conteo del tiempo desde donde fue parado o enviar al cronómetro a una rutina que reinicia el conteo, es decir pone en cero los displays y se vuelve a la espera del pulso externo que inicie el cronometro nuevamente. El paro y reset del cronometro también es controlado por dos pulsantes externos que envían la señal al microprocesador.

El microprocesador secundario es el que controla el segundo módulo del sistema, es decir el segundo cronómetro y la otra lámpara de señalización. La primera parte de su programa es la configuración de puertos y variables. Con esta configuración el programa entra a un lazo en espera de la variable que envía el PIC principal. Una vez recibido este dato del ciclo de tiempo la programación es exactamente la misma del microcontrolador máster, es decir, se realiza la operación para calcular el 50% del ciclo, se inicia el cronómetro con sus respectivos pulsadores controladores de marcha, paro y reset que envía su respectiva señal al micro que envía a la respectiva rutina. Todo con el mismo fin de realizar la visualización del paso de tiempo en los displays y los lapsos del ciclo en la torre de visualización.

4.4.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

Microprocesador PIC 1

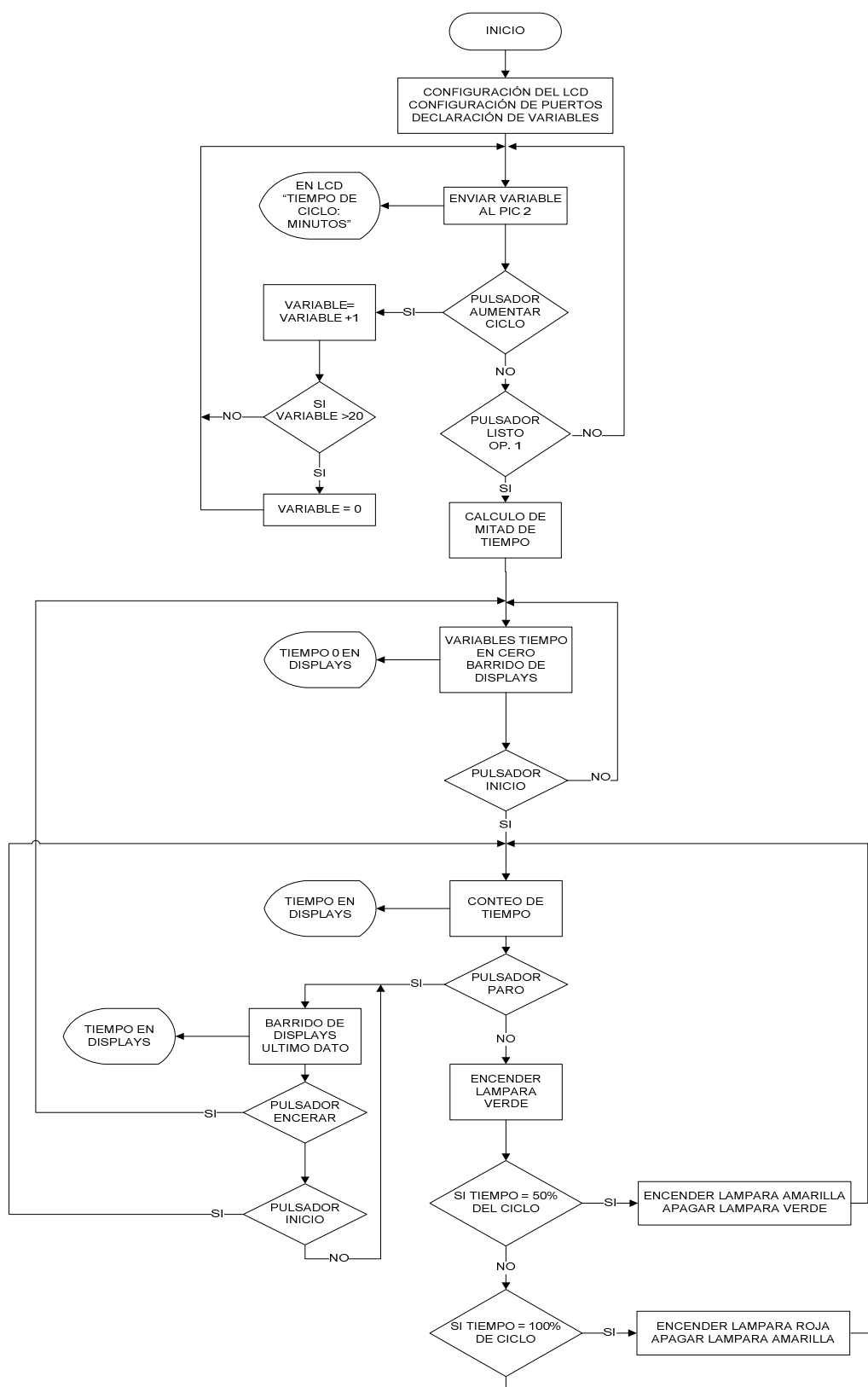


Figura 4.13. Diagrama de flujo de microcontrolador 1

Microprocesador PIC 2

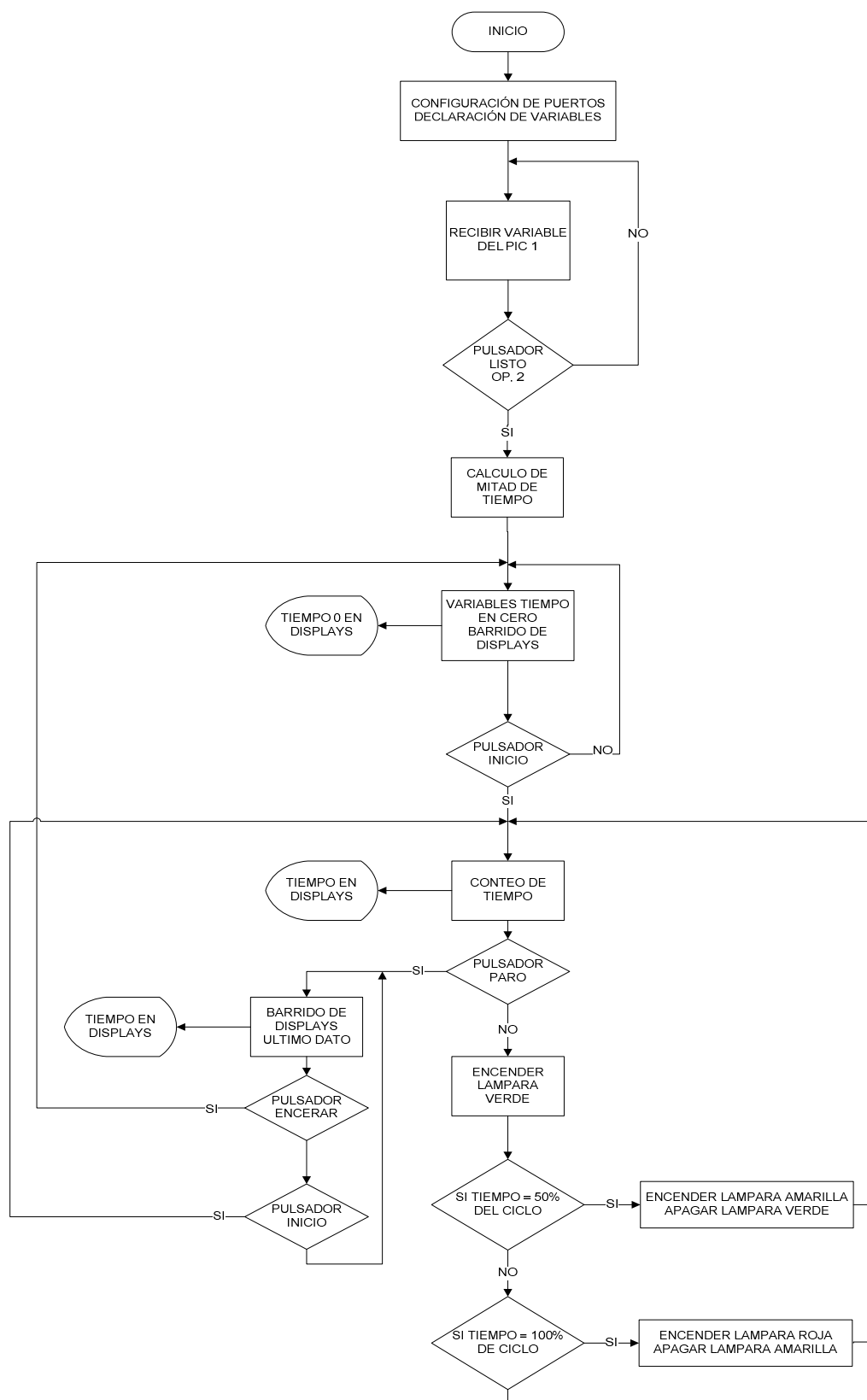


Figura 4.14. Diagrama de flujo de microcontrolador 2

4.5. OPERACIÓN DEL SISTEMA

Con el tablero listo para su funcionamiento se decidió, por parte del jefe del Depósito Central de Partes de Toyota del Ecuador, ubicar el equipo junto al módulo de trabajo del líder de grupo de trabajadores.



Figura 4.15. Ubicación del sistema

El jefe de bodega o el líder de grupo será la persona encargada de establecer el tiempo de ciclo. Con la manipulación del pulsador “tiempo de ciclo” aumenta el valor de esta variable. Una vez establecido el tiempo en minutos, se debe proceder a poner en funcionamiento los dos módulos de cronómetros, para esto se pulsa los botones “LISTO OP.1” y “LISTO OP.2”, los dos juegos de displays se encienden todos en cero.



Figura 4.16. Módulo de configuración

Con esta configuración inicial el sistema queda listo para la ejecución de los operadores. Con lo que se designa a cada trabajador su respectivo módulo del tablero.

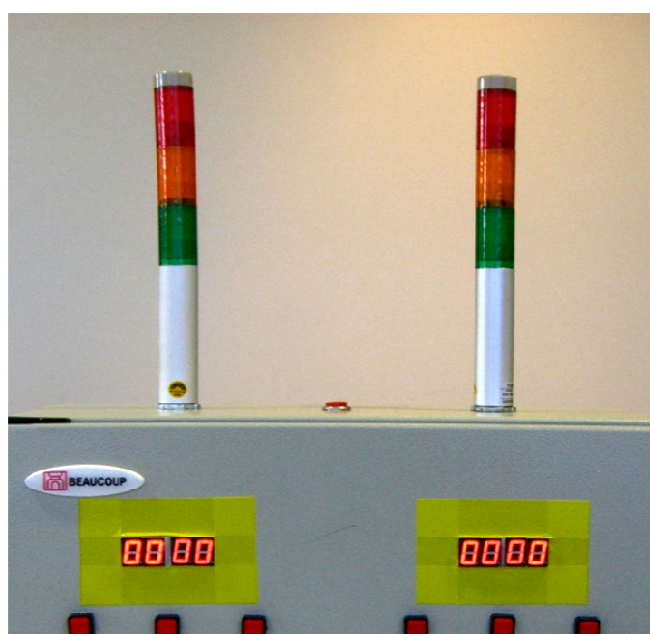


Figura 4.17. Sistema configurado y listo para operación.

Se pone en marcha el proyecto con el fin de controlar el tiempo de operación. En la actualidad este procedimiento se establece en 10 minutos de tiempo de ciclo de recolección.

En la hora fijada para el proceso de recolección, el líder de grupo entrega las etiquetas de pedido y empezará el funcionamiento del sistema de control. El primer operador comienza su ciclo pulsando el botón "INICIO" de su respectivo módulo y empieza su tarea.



Figura 4.18. Operador 1 iniciando proceso.

Para este proceso, el segundo operador debe esperar que su compañero que empezó esté en mitad de ciclo, lo cual es advertido mediante la lámpara amarilla del módulo 1, con esta señal empezará el segundo operador su trabajo, pulsando el botón "INICIO" de su módulo.



Figura 4.19. Operador 2 iniciando proceso

Cuando el primer trabajador regrese de cumplir su trabajo, se acerca al tablero y con el pulsador “PARADA” detiene el tiempo de su cronómetro y observa: si estuvo dentro del periodo de tiempo establecido (encendida lámpara amarilla), o si se pasó del límite de minutos (encendida la lámpara roja) y la diferencia entre el tiempo de ciclo establecido y lo que marca el cronómetro será el tiempo que se pasó el operador.



Figura 4.20. Operador 1 a su llegada.

Con esta observación, el operador uno vuelve a cero su cronómetro con el pulsador “RESET” de su módulo, y espera que su compañero cumpla la mitad de tiempo (lámpara amarilla en módulo 2) para iniciar nuevamente su recolección.

Este proceso se repetirá con los dos operadores hasta que culmine totalmente el pedido de los concesionarios.

4.6. PRUEBA DEL SISTEMA

Al poner en funcionamiento el sistema para el control de tiempo instalado en la bodega, lo primero en realizarse fue la inducción a cada uno de los trabajadores del lugar por parte del jefe del depósito central. Como se muestra en la figura 4.21.



Figura 4.21. Inducción a los trabajadores

Como primera prueba se hizo manipular el equipo a los operadores, recomendando que se aseguren de que pulsaron correctamente los botones de control.

Finalmente se realizó una simulación de cómo se realizará desde ese día la recolección en función al sistema instalado.

El sistema implementado se puso a prueba durante 20 días obteniendo los resultados de la tabla 4.1.

Con estos datos se procedió a tabular y realizar los respectivos análisis detallados a continuación en los logros alcanzados.

SIN CONTROL		Al no tener claro el control de tiempo se utilizaba 1 operador más para poder cumplir la demanda																			
DÍAS LABORABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Demanda (Líneas)	1551	1252	1309	857	1531	1234	1313	989	851	1167	1011	996	871	1321	1451	1143	1401	1115	971	933	
Operadores (3); Horas Hombre	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	
LPH-H (Sin Control[t])	148	119	125	82	146	118	125	94	81	111	96	95	83	126	138	109	133	106	92	89	

CON CONTROL DE TIEMPO		Con el Control de tiempo se utiliza los 2 operadores que por tanda estándar se necesita para cumplir con el volumen de pedido																			
Operadores (2); Horas Hombre	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
LPH-H (Control[t])	222	179	187	122	219	176	188	141	122	167	144	142	124	189	207	163	200	159	139	133	

Mejora de Productividad																					
Aumento en LPH	74	60	62	41	73	59	63	47	41	56	48	47	41	63	69	54	67	53	46	44	
% de aumento	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%	

Tabla 4.1. Comparación y Resultados del sistema de control para la productividad en el proceso de despacho.

4.7. LOGROS ALCANZADOS CON EL PROYECTO

Como se mencionó inicialmente, en este proceso de recolección no se lograba cumplir con índices aceptables de productividad y se empleaba tres operadores para cumplir con la recolección de pedidos sin ningún control de inicio y fin de operación de cada ciclo. Cuando el proceso se realizaba sin control de tiempo, el proceso se realizaba con tres operadores que cumplían con toda la demanda y únicamente con el control por parte del líder de grupo, que indicaba el inicio del ciclo de trabajo y que en la mayoría de veces, no se cumplía con el objetivo de hacer la recolección de forma cíclica y sincronizada con los trabajadores.

Utilizando el análisis de productividad explicado en el capítulo anterior, donde se establece un ciclo de recolección de 10 minutos con dos operadores y en intervalos por ciclo de 5 minutos, se procede a hacer las pruebas utilizando el sistema del proyecto y alcanzando una mejora como muestra la tabla de resultados.

El objetivo del proyecto se logra a cabalidad, ya que globalmente se ha logrado aumentar la productividad en un 33.3%, mejorar las líneas por hora en un promedio de 55 de una demanda promedio de 1153 líneas. Además se ha logrado bajar el tiempo de hora hombre, ya que con tres trabajadores inicialmente era de 10,5 H-H y ahora con la disminución a dos hombres, se ha reducido a 7 H-H.

En la figura 4.22 se presenta un gráfico ilustrativo de la mejora que se logró con la ejecución del proyecto.

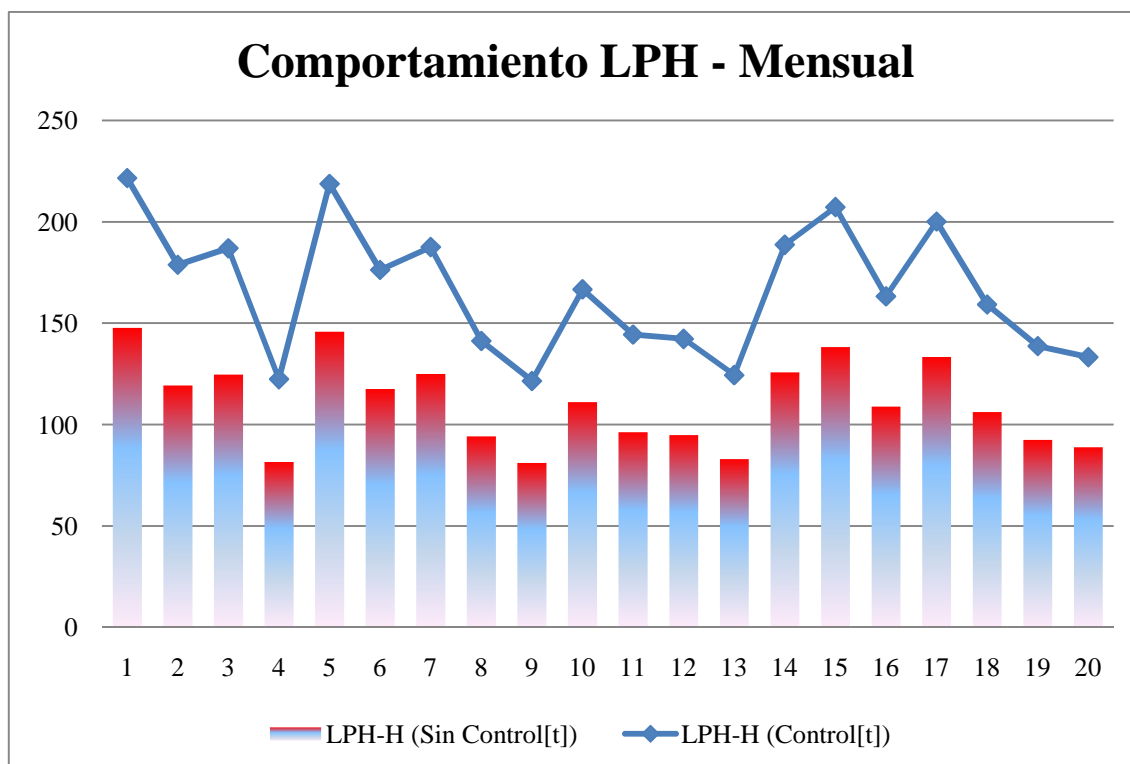


Figura 4.22. Diagrama indicador de mejora de productividad.

Capítulo 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

SOBRE EL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Gracias a este sistema de control, muy simple por cierto, se está logrando mejorar un índice fundamental en los estatutos de Toyota Motor Corporation, que es el riesgo de accidentes, de un nivel alto a un nivel intermedio, en el depósito de Quito.

Por las condiciones de operación impuestas al sistema de prevención de accidentes, resultó mucho más fácil y económica su implementación mediante un micro PLC, cuyas características técnicas y costo se ajustaron a los requerimientos del sistema de control.

SOBRE EL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCTIVIDAD

La implementación de este sistema de control, orientado a controlar y administrar el trabajo de los operadores, para Toyota del Ecuador ha significado una reducción en el número de líneas por hora atendidas y un incremento de la productividad en un 33%.

La implementación de este sistema de control mediante la construcción de una tarjeta electrónica microprocesada, resultó mucho más económica que hacerlo con un PLC o un computador personal, ya que hubiese significado, para el caso del PLC, adquirir módulos adicionales de alto costo; y para el caso del computador, la adquisición de licencias para los programas requeridos.

Para este sistema de control por tiempo, además de los displays de visualización de tiempo, fue muy importante instalar balizas luminosas, ya que constituyen señales de alerta que llaman más la atención a los operadores.

De manera general, y luego de concluir con la implementación práctica de este proyecto, se demuestra las variadas y amplias aplicaciones de los sistemas de control electrónico,

Los cambios en los sistemas de control, citados anteriormente, produjeron un cambio en la rutina diaria de los operadores, lo que se obligó a realizar un entrenamiento previo, antes de ponerlos en ejecución.

Finalmente, los objetivos planteados para este proyecto de titulación se han cumplido a cabalidad.

5.2. RECOMENDACIONES

En aplicaciones de control, como las abordadas en este proyecto, es recomendable hacer previamente un análisis sobre los requerimientos de control, elementos disponibles en el mercado y de costos, ya que a veces resulta más conveniente diseñar y construir todo el hardware y software, y en otras, implementar con base a la adaptación de dispositivos de control existentes en el mercado.

Para facilitar el diseño electrónico, es una buena práctica utilizar algún software de simulación y hacer una implementación previa.

Una vez soldados los elementos en la placa impresa, es recomendable limpiar la pasta utilizada en soldadura a fin de evitar fallas de funcionamiento del circuito, como ocurrió en la implementación práctica de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ◆ CASANOVA Fernando, Formación profesional, productividad y trabajo decente. Boletín nº153. Cinterfor Montevideo 2002
- ◆ JIMÉNEZ Juan Francisco, Curso de Programación de Microcontroladores PIC. Quito – Ecuador. 2001.
- ◆ JISHUKEN PROMOTION MANUAL, Overseas Kaizen Group, June 17, 2003
- ◆ LIKER J, MEIER D., “Talent” Developing your people, The Toyota Way, Japan, 2006.
- ◆ LIKER Jeffrey, 14 Management Principles from the world’s greatest manufacturer, The Toyota Way, Japan, 2008.
- ◆ MICROCHIP, 2001 Technical Library, Primera Edición. U.S.A. 2001.
- ◆ MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES, XVII Convenio colectivo SEAT S.A. BOE nº74. España, 2006.
- ◆ MUÑOZ A, HERRERLAS J, MARTÍNEZ J. La Seguridad Industrial, su estructura y contenido, p. 12
- ◆ NATIONAL SEMICONDUCTOR, General Purpose Linear Devices Databook. National Semiconductor Corporation. U.S.A. 1989.
- ◆ NORTON Harry, Sensores y Analizadores. Prentice – Hall. España 1984.
- ◆ REYES Carlos, Aprenda a programar rápidamente Microcontroladores Plc, gráficas Ayerve C.A. Ecuador, 2004.

- ◆ SCHROEDER Roger G., Administración de operaciones, McGraw Hill, México.
- ◆ TOYOTA, Parts Logistics KPI & CMI Definition Guide, Toyota Motor Corporation, Japón, 2008.
- ◆ WAKERLY John F., Diseño Digital Principios y Prácticas. Prentice-Hall. México. 1991.

DIRECCIONES DE INTERNET

- ◆ <http://www.microchip.com>
- ◆ <http://www.wikipedia.com>
- ◆ <http://www.siemens.de/logo>
- ◆ <http://www.mecanique.co.uk>