

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - ELECTRICA

TRABAJO DE TESIS

**CONCEPTO, ELEMENTOS, FUNCIONES Y MANTENIMIENTO DE UN
AUTOMATA MOVIL**

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

FOR

LUIS FERNANDO MENA ROSALES

AL CONFERIRLE EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

GUATEMALA, 14 DE JULIO DE 1,995.

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

03
10/10/95
004

Guatemala, 14 de julio de 1,995

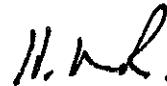
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**CONCEPTO, ELEMENTOS, FUNCION Y MANTENIMIENTO DE UN
AUTOMATA MOVIL**

Dicho tema me fué asignado por la Dirección de la Escuela Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente.



Luis Fernando Mena Rosales.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	INGENIERO JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL 1o.	INGENIERO MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL 2o.	INGENIERO JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL 3o.	INGENIERO JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL 4o.	BACHILLER FREDDY RODRIGUEZ QUEZADA
VOCAL 5o.	BACHILLER MARIO NEPHTALI MORALES SOLIZ
SECRETARIO	INGENIERO FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	INGENIERO JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	INGENIERO MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
EXAMINADOR	INGENIERO GUSTAVO BENIGNO OROZCO GODINEZ
EXAMINADOR	INGENIERO CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA
SECRETARIO	INGENIERO FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Guatemala, 23 de abril de 1,995

Ing. Jose Luis Herrera Gálvez
Coordinador del Area Electrotecnia
Escuela de Ingenieria Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingenieria
Universidad de San Carlos

Señor Coordinador.

Por medio de la presente me permito informarle que, habiendo asesorado al Ingeniero Inieri Luis Fernando Mena Rosales, en la tesis titulada: **Concepto, Elementos, Función y Mantenimiento de un Automata Móvil** y llenado ésta los objetivos trazados, extiendo la aprobación de la misma.

Por lo tanto, el autor de esta tesis y yo, como asesor, nos hacemos responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,


Ing. Carlos Antonio Pérez García
Asesor Nombrado



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 18 de mayo de 1,995

Señor Director
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

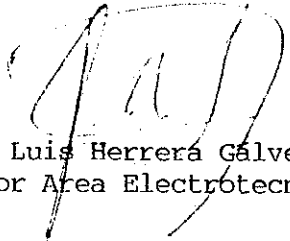
Señor Director.

Me permito dar aprobación al trabajo de tesis desarrollado por el señor Luis Fernando Mena Rosales, titulado: **Concepto, Elementos, Función y Mantenimiento de un Autómata Móvil**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. José Luis Herrera Gálvez
Coordinador Area Electrotecnia

JLHG/sdem.

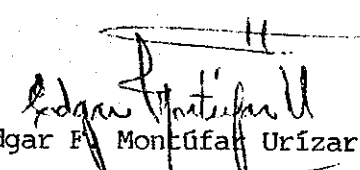


FACULTAD DE INGENIERIA

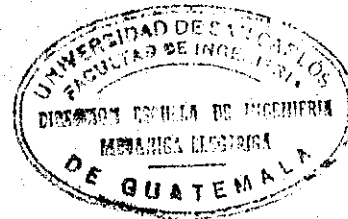
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de tesis del estudiante Luis Fernando Mena Rosales, titulada: **Concepto, Elemento, Función y Mantenimiento de un Autómata Móvil**, procede a la autorización del mismo.


Ing. Edgar E. Montúfar Urizar
Director

Guatemala, 19 de mayo de 1,995.





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: **Concepto, Elemento, Función y Mantenimiento de un Automata Móvil**, del estudiante Luis Fernando Mena Rosales, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

Decano

Guatemala, 22 de mayo de 1,995.



DEDICATORIA

A:

DIOS

MIS PADRES

Victor Lyonel Mena Monterroso

María Alicia Rosales de Mena

MI ESPOSA

Aura Jeannette Huertas de Mena

MI HIJA

Aura del Rosario Mena Huertas

MIS HERMANOS

Otty Zulema Mena de Juárez

Hugo Ricardo Mena Rosales

Juan Carlos Mena Rosales

MIS SUEGROS

Carlos Hipólito Huertas Recinos

Aura Yolanda Morales de Huertas

MIS CUÑADOS

MI FAMILIA

MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, profundamente la ayuda, guía y comprensión que me brindaron en todo momento en el transcurso de mis estudios, es por eso que como homenaje a sus múltiples esfuerzos y sacrificios, presento este trabajo de tesis, para optar al Título de Ingeniero Mecánico-Electricista.

A mi esposa, Ingeniero Aura Jeannette Huertas Morales de Mena y a mi hija Aura del Rosario Mena Huertas, por la colaboración y comprensión.

A la fábrica Liztex, S.A. por haberme forjado como profesional en la ingeniería y capacitarme en maquinaria y procesos automatizados.

Al Ingeniero Carlos Antonio Pérez García y al Licenciado Manuel Antonio Juárez Melgar, por su colaboración y asesoría en el desarrollo y elaboración de este trabajo de tesis y a todas las personas que en alguna forma contribuyeron a la realización de éste.

INDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	III
INTRODUCCION	VI
JUSTIFICACION	VII
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	VII
CAPITULO 1. ANTECEDENTES Y CONCEPTO DEL AUTOMATA MOVIL.	1
1.1 Historia del autómata móvil.	1
1.2 Definición, morfología y concepto de un autómata móvil.	1
1.2.1 Definición de un autómata móvil.	2
1.2.1.1 Movilidad.	2
1.2.1.2 Gobernabilidad.	2
1.2.1.3 Autonomía.	3
1.2.1.4 Polivalencia.	3
1.2.2 Morfología de un autómata móvil.	3
1.2.2.1 Arquitectura.	3
1.2.2.1.1 Tipos de autómatas.	3
1.2.2.1.1.1 Poliarticulados.	3
1.2.2.1.1.2 Móviles.	4
1.2.2.1.1.3 Androides.	4
1.2.2.1.1.4 Zoomórficos.	4
1.2.2.1.1.5 Híbridos.	4
1.2.2.1.2 Arquitectura del autómata móvil, según su naturaleza.	4
1.2.3 Concepto del desarrollo del autómata móvil.	5
1.2.3.1 Concepto del autómata móvil en la producción.	5
1.2.3.2 Concepto del autómata móvil en la calidad.	5
1.2.3.3 Concepto del autómata móvil en la higiene y seguridad industrial.	6
CAPITULO 2. ELEMENTOS BASICOS DE UN AUTOMATA.	7
2.1 Elementos mecánicos como órganos de control y movimiento.	7
2.1.1 Mecanismos de trayectorias específicas.	7
2.1.1.1 Mecanismos de línea recta.	7
2.1.1.2 Mecanismos de trayectoria irregular.	8
2.1.2 Mecanismos para transmisión de movimiento velocidad y energía.	9
2.1.2.1 Trenes de engranajes.	9
2.1.2.2 Mecanismos flexibles.	11
2.1.2.2.1 Fajas en V super HC.	11
2.1.2.2.2 Fajas Quad-Power HC 3VX y 5VX.	11
2.1.2.2.3 Fajas Multi-speed.	12
2.1.2.2.4 Fajas Synrho-Power timing.	12
2.1.2.2.5 Fajas planas.	13
2.1.3 Mecanismos neumáticos.	13
2.1.3.1 Unidades de mantenimiento.	13
2.1.3.2 Cilindros neumáticos.	14
2.1.3.3 Válvulas de mando.	15
2.1.3.4 Comprobadores de posición o iniciadores de proximidad neumáticos.	16

2.2 Estructura eléctrica y electrónica de un sistema automatizado.	17
2.2.1 Distribución.	17
2.2.2 Máquina o instalación.	18
2.2.3 Adquisición de datos.	18
2.2.3.1 Interruptores de posición.	18
2.2.3.2 Detectores de proximidad.	19
2.2.3.3 Detectores foto-eléctricos.	20
2.2.3.4 Codificadores rotativos.	21
2.2.4 Tratamiento de la información.	22
2.2.4.1 Autómatas programables.	22
2.2.4.1.1 Interfase de entradas.	22
2.2.4.1.2 Alimentación.	23
2.2.4.1.3 Procesador y memoria.	23
2.2.4.1.3.1 Unidad de control.	23
2.2.4.1.3.2 Memoria.	24
2.2.4.1.3.3 Funciones.	25
2.2.4.1.4 Consola de programación.	25
2.2.4.1.5 Interfase de salidas.	26
2.2.4.2 Redes de comunicación.	26
2.2.4.3 Programas de supervisión.	26
2.2.5 Diálogo hombre máquina.	27
2.2.5.1 Pilotos luminosos.	27
2.2.5.2 Torretas luminosas.	28
2.2.5.3 Unidades de mando.	29
2.2.5.4 Manipuladores analógicos.	30
2.2.5.5 Terminales de diálogo del operador.	31
2.2.6 Mando de potencia.	32
2.2.6.1 Mando de potencia electromecánico.	32
2.2.6.1.1 fusibles.	32
2.2.6.1.2 seccionador-disyuntor.	33
2.2.6.1.3 Guardamotor.	33
2.2.6.1.4 Contactores.	34
2.2.6.1.5 Relés de tiempo.	35
2.2.6.2 Mando de potencia electrónico.	36
2.2.6.2.1 Variadores de velocidad para motores de corriente alterna.	36
2.2.6.2.2 Variadores de velocidad para motores de corriente directa.	39
2.2.7 Accionadores.	41
CAPITULO 3. FUNCIONES DE UN AUTOMATA MOVIL EN LA PRODUCCION Y CONTROL DE CALIDAD.	42
3.1 Efecto de un autómata móvil en la operación.	42
3.1.1 Incremento en las velocidades de producción.	42
3.1.2 Optimización de la calidad.	43
3.1.2.1 Materias primas en la calidad.	43
3.1.2.2 El tipo de proceso de producción en la calidad.	43
3.1.2.3 Por el tipo de maquinaria.	43
3.1.2.4 Por los frecuentes muestreos para control de calidad.	44
3.1.3 Incremento de los rendimientos y eficiencia.	44
3.1.4 Disminución de los costos de operación.	44

3.2 El autómata móvil en el registro y reporte de datos de producción.	45
CAPITULO 4. MANTENIMIENTO DE UN AUTOMATA MOVIL.	47
4.1 Costos de un autómata móvil.	47
4.1.1 Costos de inversión.	47
4.1.2 Costos de falla.	48
4.1.3 Costos de mantenimiento.	48
4.1.4 Costos totales.	49
4.2 Factores que hacen tan importante el mantenimiento.	49
4.2.1 La creciente automatización y mecanización de procesos.	49
4.2.2 Aumento de inventarios de repuestos.	50
4.2.3 Controles más estrictos de la producción.	50
4.2.4 Plazos de entrega, cortos.	50
4.2.5 Exigencias crecientes de buena calidad.	50
4.2.6 Costos mayores.	50
4.3 Personal calificado.	51
4.3.1 Conocimiento de la función de mantenimiento.	51
4.3.2 Aplicación de los principios de administración al mantenimiento.	51
4.3.3 Capacitación y adiestramiento a directores y supervisores de mantenimiento.	51
4.3.3.1 Cursos en el extranjero.	52
4.3.3.2 Cursos organizados por la empresa.	52
4.3.3.3 Cursos organizados por los proveedores de repuestos.	53
4.3.3.4 Cursos organizados por el Intecap.	53
4.3.4 Posibilidad de disminuir costos.	53
4.4 Decisiones respecto del mantenimiento.	54
4.4.1 Decisiones respecto del tipo de mantenimiento a aplicar.	54
4.4.2 Personal de servicio interno o externo.	54
4.4.3 Reparación o reposición.	55
4.4.4 Existencia de repuestos.	55
4.4.5 Control de asignación de tareas de mantenimiento.	55
4.5 Tipos de mantenimiento.	56
4.5.1 Mantenimiento de avería.	56
4.5.1.1 Experiencias personales en el mantenimiento de avería	57
4.5.1.2 Utilización del troubleshooting.	57
4.5.1.2.1 Sistemas numéricos y tablas de conversión.	58
4.5.1.2.1.1 Sistema numérico hexagecimal.	59
4.5.1.2.1.2 Sistema numérico binario.	60
4.5.2 Mantenimiento preventivo.	61
4.5.2.1 Visitas.	61
4.5.2.2 Revisiones.	62
4.5.2.3 Lubricación periódica.	62

4.5.2.4 Limpieza.	63
4.5.2.4.1 Limpieza del autómata móvil.	63
4.5.2.4.2 Limpieza de instalaciones.	64
4.5.2.4.3 Conservación de edificios.	64
4.5.2.4.4 Señalización y acondicionamiento cromático.	64
4.5.2.4.5 Prevención contra la corrosión.	64
4.5.3 Mantenimiento correctivo.	64
4.6 Existencia de repuestos.	65
4.6.1 Costos.	65
4.6.2 Repuestos susceptibles a fatiga y desgaste.	65
4.6.3 Repuestos disponibles en plaza.	66
4.6.4 Posibilidad de adaptar repuestos equivalentes.	66

CONCLUSIONES	VIII
RECOMENDACIONES	X
REFERENCIAS	XI
BIBLIOGRAFIA	XII

LISTA DE ILUSTRACIONES

- Figura No. 1: Mecanismo articulo de Watt.
Figura No. 2: Sistema articulado isóceles.
Figura No. 3: Mecanismo de manivela y corredera.
Figura No. 4: Exéntrica de doble a acción con seguidor de rodillo.
Figura No. 5: Exéntrica de disco con seguidor plano.
Figura No. 6: Engranaje de diente recto.
Figura No. 7: Engranajes cónicos.
Figura No. 8: Engranajes cónicos helicoidales.
Figura No. 9: Engranaje tipo tornillo sin fin.
Figura No. 10: Vista en sección de las fajas en V HC.
Figura No. 11: Vista en sección de la faja en V Quad-Power.
Figura No. 12: Faja Multi-speed.
Figura No. 13: Faja Sychro-power.
Figura No. 14: Fajas planas.
Figura No. 15: Unidad de mantenimiento.
Figura No. 16: Cilindro neumático.
Figura No. 17: Simbología de las válvulas de mando.
Figura No. 18: Tipo de accionamiento de válvulas.
Figura No. 19: Iniciadores de proximidad, neumáticos.
Figura No. 21: Tomas móviles con conexión directa.
Figura No. 22: Canalización con tomas móviles.
Figura No. 23: Cabezas de accionamiento.
Figura No. 24: Detectores de proximidad.
Figura No. 25: Detector fotoeléctrico de barrera.
Figura No. 26: Detector fotoeléctrico reflex.
Figura No. 27: Detector fotoeléctrico de proximidad.
Figura No. 28: Codificador rotativo.
Figura No. 29: autómata programable.
Figura No. 30: Interfase de entradas.
Figura No. 31: Ejemplo de una lista de instrucciones.
Figura No. 32: Interfase de salidas.
Figura No. 33: Pilotos luminosos.
Figura No. 34: Torreta luminosa.
Figura No. 35: Unidades de mando.
Figura No. 36: Manipulador analógico.
Figura No. 37: Terminales de diálogo del operador Telemecanique.
Figura No. 38: Seccionador portafusibles.
Figura No. 39: Interruptor de protección.
Figura No. 40: Guardamotor.
Figura No. 41: Contactor.
Figura No. 42: Reles de tiempo.
Figura No. 43: Principio de modulación PWM-Sinos.
Figura No. 44: Etapas de un variador de velocidad.
Figura No. 45: Aplicaciones de un variador de velocidad.
Figura No. 46: Variador de velocidad Telemecanique.
Figura No. 47: Variador de velocidad Siemens.
Figura No. 48: Aplicaciones de un regulador de velocidad.
Figura No. 49: Elementos principales de un regulador de velocidad.
Figura No. 50: Aplicación de los accionadores.

- Figura No. 51: Ejemplo de un reporte de producción.
- Figura No. 52: Ejemplo de un reporte de estado de máquina.
- Figura No. 53: Gráfica de los costos de inversión.
- Figura No. 54: Gráfica de los costos de falla.
- Figura No. 55: Gráfica de los costos de mantenimiento.
- Figura No. 56: Gráfica de costos totales.
- Figura No. 57: Ejemplo de un Troubleshooting.
- Figura No. 58: Tabla de conversión decimal, hexagecimal, binario.

GLOSARIO

ACTUADORES

Son todos los elementos motores capaces de convertir las señales de control en movimientos.

ASCII CODES

American Standard code for information. Son caracteres estándares utilizados por las computadoras y procesadores periféricos para la comunicación de datos.

BITE

Es la unidad mínima de información y su estado puede tener los valores de 0 ó 1.

CPU

Unidad central procesadora. Cerebro del ordenador, es una unidad de tratamiento lógico que ejecuta los cálculos booleanos en función de las instrucciones del programa.

DISCKET

Disco plástico flexible donde se puede almacenar información en forma de pequeños puntos magnetizados.

DISPLAY

Dispositivo por medio del cual se ofrece una representación visual de la información, en el diálogo del Operador y autómata Móvil.

EEPROM

Es una memoria programable cuyo contenido previo queda borrado al sobrescribir con un aparato sencillo de programación.

EMISOR

Son todos aquellos elementos que envían una orden o señal.

EPROM

Erase Programmable Read Only Memory. Es una memoria de sólo lectura programable con posibilidad de borrado a través de luz ultravioleta.

GRADO DE LIBERTAD

Es el desplazamiento independiente que puede realizar un sólido indeformable, respecto de un punto de referencia o a otro sólido indeformable. Generalmente, un autómata posee 1 grado de libertad por cada articulación que posee su brazo manipulador, llegando a un máximo de 6 grados de libertad.

HARDWARE

Son los componentes físicos que permiten la ejecución de un Software.

MS-DOS

Abreviatura de Microsoft Disk Operating System. Sistema operativo para ordenadores.

ORGANO TERMINAL

Es una herramienta de trabajo que está colocada en el extremo del brazo manipulador de un autómata y puede ser una pinza de agarre, un soldador, una broca o cualquier herramienta de trabajo.

PROCESADOR

Componente del Hardware del ordenador que ejecuta los cálculos reales dirigidos por los comandos del software. En los microordenadores, el procesador es un simple circuito integrado denominado microprocesador.

PROGRAMA

Conjunto de instrucciones que describen acciones para que el ordenador ejecute una tarea, de acuerdo con las reglas y especificaciones de un lenguaje de programación en especial.

RAM

Random Access Memory, Memoria de acceso Aleatorio. Es una memoria que puede almacenar datos (escribir datos) que pueden ser leídos por el microprocesador. Al ser suspendida la fuente de alimentación eléctrica se pierde la información.

RECEPTOR

Son todos aquellos elementos que reciben una señal proveniente de un emisor y la amplifican o traducen en un orden.

ROM

Read only memory. Memoria cuyo contenido puede leerse, pero no cambiarse. La información en la memoria ROM se coloca una vez durante el proceso de fabricación y contiene partes del software del sistema. Esta información no se borra al apagar el ordenador.

SOFTWARE

La totalidad de programas, procedimientos, reglas y rutinas usadas para extender las capacidades del Hardware.

INTRODUCCION

Actualmente, muchos de los procesos de producción en la industria, gracias a los avances de la tecnología, están automatizándose y operándose por autómatas móviles. Este trabajo de tesis persigue preparar al estudiante y nuevo profesional con conocimientos que le permitan integrarse a esta industria moderna.

En el capítulo 1 se hace una reseña histórica del autómata móvil, su definición, antecedentes en la producción y la calidad.

En el capítulo 2 se describen los elementos básicos que constituyen un autómata móvil, por ejemplo: cilindros neumáticos, válvulas, contactores, motores, microprocesadores etc.

En el capítulo 3 se explica la función de un autómata móvil en la ejecución de la operación en la producción y sus beneficios debido a la capacidad para trabajar en procesos a mayores velocidades de producción, optimización de la calidad e incremento del rendimiento y también se explica en este capítulo que estos autómatas son gobernados por microprocesadores de mando, lo cual, le permite no sólo controlar sus funciones, sino que, también, controlar y llevar historial de la producción, calidad y mantenimiento.

El capítulo 4 trata del mantenimiento de un autómata móvil, experiencias personales en estos mantenimientos, disponibilidad de repuestos en plaza, el uso del troubleshooting.

Este trabajo se ha desarrollado en base a experiencias del autor, investigaciones bibliográficas en libros, tesis, revistas, folletos, catálogos de representantes de repuestos y cursos recibidos por el autor en los Estados Unidos y Alemania.

JUSTIFICACION

En la actualidad, la tendencia es la automatización y fabricación de autómatas para la ejecución de labores industriales. Esto, está ocasionando, en la ingeniería de mantenimiento, un gran impacto, debido a la falta de conocimientos prácticos y actualizados de parte del Ingeniero recién graduado en estos sistemas automatizados, por lo tanto, el profesional debe prepararse para ejecutar estas labores con mayor efectividad. Hasta ahora esta preparación se ha realizado, a través de cursos impartidos en el extranjero, lográndose con ello una importación de esta tecnología de mantenimientos especiales. Este trabajo de tesis pretende transmitir parte de estos conocimientos adquiridos en el extranjero, experiencias de mantenimiento y operación de estos equipos, por parte del autor.

OBJETIVOS

GENERALES

- 1.- Preparar al estudiante y nuevo profesional con conocimientos de los elementos, funciones y mantenimiento de un autómata móvil, los cuales le permitan integrarse, fácilmente, a la industria moderna y comprender los mismos en la práctica.
- 2.- Transmitir conocimientos adquiridos en países industrializados como: Alemania y Estados Unidos por el autor de esta tesis y, con ello, lograr una importación de tecnología.

ESPECIFICOS

- 1.- Definir y dar al estudiante y nuevo profesional, los conceptos y antecedentes de un autómata Móvil.
- 2.- Dar una descripción básica de su estructura y los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que lo forman.
- 3.- Explicar el porqué de la utilización de un, autómata móvil en la producción, calidad y rendimiento y cómo influye en la fabricación de productos que sean competitivos, nacional e internacionalmente.
- 4.- Dar al estudiante y nuevo profesional, conocimientos prácticos y actualizados en la manutención de un autómata Móvil.

Capítulo 1. Antecedentes y concepto del autómata móvil.

1.1 Historia del autómata móvil.

El hombre siempre se ha preocupado por hacer máquinas que imiten el comportamiento ocupación o función del ser humano; ya en la Edad media se construían estatuas móviles, las cuales imitaban movimientos humanos e, incluso, hasta eran capaces de emitir sonidos sólo para su diversión. Con la invención de los motores eléctricos, se crea la necesidad con los mecanismos de diversificar un sin número de movimientos, lo cual acompañado de la revolución industrial dieron pauta a la creación de estas estatuas móviles aplicadas a realización de trabajos en serie, el estudio y desarrollo de mecanismos de autómata se intensificaron a mediados de los años 40, cuando se diseñaron y fabricaron en el Oak Ridge Y Argonne National Laboratories manipuladores maestro-esclavo para el manejo de materiales radiactivos. El primer Robot o autómata comercial controlado por computadora se introdujo a finales de los años 50 por Unimation, Inc; en la década de los 60 y 70 con la invención de los microprocesadores, la construcción de autómatas móviles programables se empieza a aplicar en procesos industriales y experimentales.

En la década de los 80 a 90, el autómata móvil se convierte en una máquina de mucha aplicación en los procesos industriales debido a la necesidad cada vez más presionante por aumentar la productividad y conseguir productos acabados de una calidad superior y uniforme. Al mismo tiempo, en la década de los 80 y 90, la computadora empieza a invadir la industria y sus procesos y encuentra gran aplicación por la posibilidad de poderse conectar a un autómata móvil programable y, desde allí, controlar todas las funciones, operación, producción, calidad e, incluso, llevar control de inventarios y, todo eso, poderlo reportar o archivar en diskets.

Ya en la década de los 90 es común encontrar en muchos procesos industriales, autómatas móviles, con gran capacidad no sólo en procesos de producción si no, también, en su poder de decisión y autocontrol de todas las funciones; además de las ventajas de facilidad en la operación se tienen también en su mantenimiento; muchos de estos autómatas son capaces de autodiagnosticarse al encontrarse en una situación de falla, incluso, guiando al personal de mantenimiento en la reparación.

1.2 Definición, morfología y concepto de un autómata móvil.

La definición de un autómata móvil se refiere a ¿Qué es un autómata móvil?, morfología es su forma y estructura y las modificaciones que experimenta, según su funcionamiento, mientras que en concepto se refiere a ¿Para qué sirve o se utiliza? En este estudio se define un autómata móvil con

aplicación a realizar una función o tarea aplicado a procesos industriales sin especificar algún proceso en particular.

1.2.1 Definición de un autómeta móvil.

Un autómeta es un conjunto de mecanismos, poliarticulados, controlados con funciones destinadas a la realización u operación de un proceso industrial. Un autómeta es un robot o un actuador controlado de una forma compleja, el cual posee elementos motores capaces de convertir señales de un control en movimiento, con una potencia de actuación, dependiendo del trabajo a realizar.

El instituto norteamericano de robótica define el robot o autómeta como: "Un manipulador multifuncional y reprogramable, diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos programables y variables que permiten llevar a cabo tareas diversas". En general, un autómeta móvil es un manipulador de uso general controlado por computadora y consiste en algunos elementos rígidos conectados en serie, mediante articulaciones prismáticas o de revolución y que posee la capacidad de transportarse por él mismo y así poder atender uno o varios procesos de producción.

Los autómetas del tipo estacionario se utilizan, principalmente, en procesos de producción en línea, en el cual los materiales a procesar son los que se mueven hacia el autómeta. El autómeta móvil puede ser capaz de adaptarse en mayor o menor escala a diferentes tipos de acciones, las cuales según la tesis del ingeniero Rober Stephen Duke "Diseño de un robot industrial de múltiples aplicaciones con capacidad de aprendizaje" las enumera como: movilidad, gobernabilidad, autonomía y polivalencia.

1.2.1.1 Movilidad.

La movilidad significa la capacidad de movimiento y las características de su comportamiento dinámico; dependiendo de la aplicación, la movilidad se puede llevar a cabo en menor o mayor escala, ya sea del conjunto o sea traslación o de los subsistemas como movimientos de las articulaciones, brazos o elementos terminales.

1.2.1.2 Gobernabilidad.

La gobernabilidad se refiere a la capacidad de controlar el autómeta. La gobernabilidad puede ser del tipo por mando o sea a través de palancas de mando, por programa o ejecutando operaciones previamente memorizadas. El nivel de gobernabilidad puede ser por especificación de las operaciones o por descripción de los objetivos.

1.2.1.3 Autonomía.

La autonomía es la habilidad del autómeta de autogobernar su capacidad: sensorial, de decisión, adaptación, aprendizaje y cooperación. La capacidad sensorial le permite el conocimiento de su alrededor por ejemplo: medición de parámetros, percepción de formas acústicas visuales o táctiles, posición, velocidad, esfuerzos o temperatura. la capacidad de decisión se refiere a la planificación de sus funciones normales y ante situaciones de emergencia o error.

1.2.1.4 Polivalencia

Polivalencia es la capacidad del autómeta para ejecutar con eficiencia tareas diferentes asignadas o, sea, la versatilidad para ejecutar con adecuación, diferentes tipos de tareas ya sea en todo su conjunto, sólo brazos o en los elementos terminales.

1.2.2 Morfología de un autómeta móvil.

La morfología se refiere a la forma y estructura del autómeta móvil y las modificaciones que experimenta, según su aplicación. La morfología está, básicamente, ligada a: la arquitectura con los subsistemas estructurales y funcionales.

1.2.2.1 Arquitectura.

La arquitectura depende del tipo y naturaleza del autómeta.

1.2.2.1.1 Tipos de autómetas.

Los tipos de autómetas, dependiendo de su arquitectura pueden ser: poliarticulados, móviles, androides, zoomórficos, híbridos.

1.2.2.1.1.1 Poliarticulados.

Son autómetas de muy diversas formas con la característica de ser sedentarios y estructurados para determinado espacio de trabajo finito y con un limitado grado de libertad, por ejemplo: los autómetas clásicos industriales, los autómetas repartidores, etc.

1.2.2.1.1.2 Móviles.

Son autómatas que están dotados de capacidad de desplazamiento, guiándose por telemando o por información de su entorno a través de sensores. Estos autómatas son utilizados, principalmente, para transporte de piezas o materiales de proceso. Existen autómatas que, incluso, pueden salvar obstáculos ya que están dotados de una alta capacidad de movilidad e inteligencia.

1.2.2.1.1.3 Androides.

Son autómatas que intentan reproducir, total o parcialmente, el comportamiento cinemático del ser humano. Actualmente, los androides son todavía dispositivos muy poco evolucionados y con utilidad muy limitada. Los androides se han hecho muy populares debido a la ciencia ficción y la literatura. En 1,921 se realizó un drama satírico por R.U.R. de Karel Capek (Rossum Universal Robots) En este drama los autómatas o robots se asemejaban a los humanos, trabajaban sin descanso hasta que un día se vuelven contra sus creadores aniquilando la raza humana. La imagen de los androides se reforzó en 1,926 con la película alemana Robots Metrópolis En 1,939 en la feria mundial de New York se presenta un robot andador eléctrico con su perro Sparko, y, en 1,977 en la película "La guerra de las galaxias" con el androide C3PO.

1.2.2.1.1.4 Zoomórficos.

Los Zoomórficos son autómatas caminadores multipedos, son vehículos pilotados o autónomos capaces de desplazarse en superficies muy accidentadas y, por lo tanto, están dotados de facultades de adaptación, de un sistema sensorial y una inteligencia. Este tipo de autómata supera a los autómatas móviles en la locomoción y equilibrio.

1.2.2.1.1.5 Híbridos.

Son autómatas que no pueden considerarse exactamente como móviles ni como androides. Es un autómata que además de sus mecanismos poliarticulados consta de un carro móvil.

1.2.2.1.2 Arquitectura del autómata móvil, según se naturaleza.

Según su naturaleza se le divide en fija y metamórfica. Fija se refiere a una construcción fija para una utilidad en especial y metamórfica se refiere a una arquitectura susceptible a modificaciones o mudanzas, dependiendo de la aplicación.

1.2.3 Concepto del desarrollo de un autómata móvil.

La industria, cada vez, se esta volcando hacia una automatización basada en computadores, en todos sus procesos de producción, con el fin de aumentar su productividad y conseguir productos acabados de mejor calidad. Un autómata es un robot. La palabra robot proviene de la palabra checa Robota, que significa trabajo. El diccionario Webster define a un robot como "Un dispositivo automático que efectúa funciones ordinariamente asignadas a los seres humanos". El Robot Institute of America dice que "Un Robot es un manipulador reprogramable multifuncional diseñado para mover materiales, piezas o dispositivos especializados, a través de movimientos programados variables para la realización de una diversidad de tareas".

El concepto de un autómata móvil, básicamente, está concebido para las siguientes aplicaciones: mejorar la producción, mejorar la calidad, realización de trabajos nocivos para el ser humano.

1.2.3.1 Concepto del autómata móvil en la producción.

El autómata móvil empezó a tener aplicación en la industria en la década de los 60 y 70 con el desarrollo de los microprocesadores y se empezó a utilizar en tareas cíclicas. En la década de los 80 y 90 ya el autómata móvil es un elemento casi indispensable en el proceso de producción, debido a necesidad de incrementar la producción, ya que al incrementarse la velocidad de producción en el proceso se hace muy difícil y en algunos casos imposible que un operador pueda ejecutar la tarea designada. Al mismo tiempo, se concibe el autómata móvil con la idea de bajar los costos de producción que la automatización acarrea y, con ello, competir en precios con los mercados nacionales e internacionales. Actualmente es común ver un autómata móvil o un sistema de automatización ejecutando labores como: desplazamiento y transporte de material, dosificación o formulación automática, maquinado automático de piezas, procesos de hilatura totalmente automáticos, etc.

1.2.3.2 Concepto del autómata móvil en la calidad.

La necesidad cada vez más presionante de conseguir productos de un acabado superior y uniforme, hizo que la industria se apoyara cada vez más en la automatización basada en computador. El motivo por el cual, con un sistema automatizado o un autómata móvil, se puede lograr una mejor calidad es por la alta capacidad de realizar operaciones cíclicas perfectas y, esto, gracias a los microprocesadores. Cada vez más los autómatas programables se han ido introduciendo en los procesos de manufactura con el objeto de mejorar y mantener la calidad a cierto nivel competitivo; se

ve por ejemplo: en la industria de ensamblaje de maquinaria y automóviles, cómo un autómeta móvil es capaz de realizar tareas tan perfectas como cordones de soldadura, troquelado y maquinado de piezas; o, por ejemplo, en la industria textil como con ayuda de la automatización se logran calidades de hilo muy altas y coeficientes de variación, muy bajos.

1.2.3.3 Concepto del autómeta móvil en la higiene y seguridad industrial.

La utilización de autómetas en la industria con objetivos a higiene y seguridad industrial tuvo su origen en el periodo posterior a la segunda guerra mundial, en el cual se empezaron a utilizar manipuladores maestro-esclavo diseñados y fabricados por la Oak Ridge y Argone National Institute para el manejo de materiales radioactivos. Actualmente en la industria es común la utilización de autómetas para la realización de procesos en condiciones inadecuadas para la salud y seguridad del operario, por ejemplo: en textiles, la alimentación de algodón a las máquinas de apertura y limpieza, en fábricas de ensamblaje de maquinaria y equipo se ven autómetas pintando con soplete, en industrias de químicos autómetas realizando la función de mezclado y dosificado de las formulas, etc.

Capítulo 2. Elementos básicos de un autómeta móvil.

2.1 Elementos mecánicos como órganos de control y movimiento.

La automatización ha tenido mucho éxito en la industria, debido a la posibilidad de realizar con mucha eficiencia y exactitud, trabajos cíclicos, lo cual consiste, básicamente, en la mecanización de estos procesos.

El autómeta móvil, por lo tanto, tiene que apoyarse para realizar estos tipos de movimientos de: mecanismos de trayectorias específicas, mecanismos de transmisión, mecanismos neumáticos, etc.

2.1.1 Mecanismos de trayectorias específicas.

Se utilizan para conducir o guiar un cuerpo a lo largo de una trayectoria dada, tales como movimientos de línea recta, trayectoria irregular, etc.

2.1.1.1 Mecanismos de línea recta.

Actualmente presenta poco problema el guiar un punto a lo largo de una línea recta, ya que es simple producir superficies planas muy precisas a lo largo de las cuales puede deslizarse una pieza. No era este el caso antes de que se desarrollaran las modernas máquinas de mecanizado y aún en algunos casos se pueden observar mecanismos como los siguientes: mecanismo articulado de Watt, el cual puede guiar un pasador a través de una línea recta utilizando para ello tres brazos articulados.

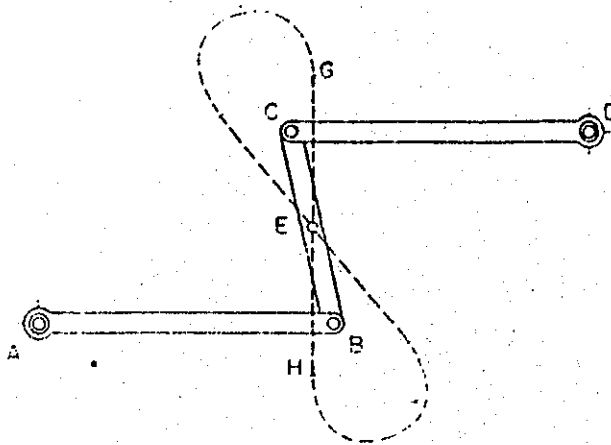


fig. 1 Mecanismo articulado de Watt

o el sistema articulado isósceles, o, de Scott Russel, de línea recta, en el cual las longitudes AB, CB, y BF son iguales, formando dos triángulos isósceles que dan su nombre al aparato; el punto F recorre una línea recta exactamente vertical que pasa por A para todo el intervalo de movimiento. Este tipo de mecanismos se utiliza cuando se necesitan movimientos cíclicos que sean precisos y, además, rectilíneos.

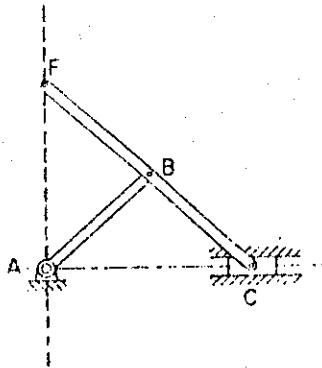


Fig. 2 Sistema articulado Isosceles

2.1.1.2 Mecanismos de trayectoria irregular.

Se utilizan para conducir un punto, a lo largo de una trayectoria, curva irregular, el método mas económico consiste en una plantilla fija cortada, según la curva deseada, la cual consiste en la guía del miembro móvil. Un ejemplo podría ser el mecanismo de manivela y corredera ABC que se muestra en la siguiente figura en, el cual, para impulsar el pasador C se obliga a seguir un rodillo, montado sobre el pasador C a lo largo de una acanaladura cortada.

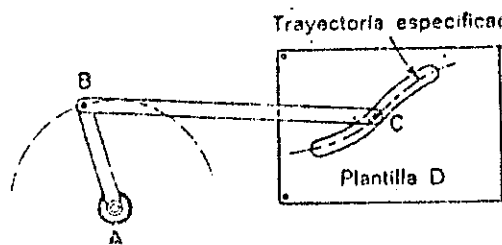


Fig. 3 Mecanismo de manivela y corredera

Otro método es el de leva seguidor, en el cual la leva consiste en una excéntrica radial, la cual se puede hacer de muchas formas diferentes y en cuya superficie periférica es conducido un vástago, el cual se apoya a la leva por medio de un rodillo o una cara plana, el cual es llamado seguidor. Al girar la leva se produce, en el vástago, un movimiento lineal de ascenso y descenso para el cual se puede controlar no sólo su desplazamiento, sino, también, su velocidad y aceleración.

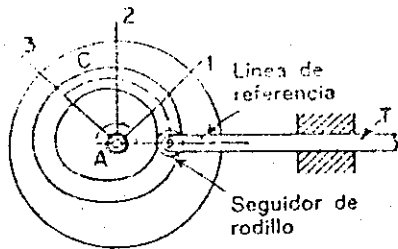


Figura 4. — Excéntrica de doble acción con seguidor de rodillo.

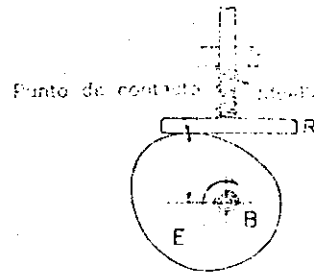


Figura 5 -- Excéntrica de disco con seguidor plano.

2.1.2 Mecanismos para transmisión de movimiento, velocidad, y energía.

Para transmitir energía de un eje a otro manteniendo una relación definida entre las velocidades de rotación de los ejes se utilizan mecanismos o elementos mecánicos, por ejemplo: trenes de engranajes, mecanismos flexibles, acoples, embragues, frenos, etc.

2.1.2.1. Trenes de engranajes.

Son mecanismos muy importantes en la transmisión de potencia de un eje a otro a relaciones de transmisión de velocidad determinada y, que, dando la forma geométrica adecuada a los dientes, puede lograrse movimientos suaves y silenciosos y pérdida por rozamiento, mínimas. Para analizar la relación de velocidad transmitida por un tren de engranajes, se utiliza la ley fundamental de los engranajes, la cual dice que la velocidad del eje motor por el número de dientes del engranaje motor por sus alternos es igual a la velocidad del eje movido por el número de dientes del engranaje de eje movido por sus alternos:

$$\text{RPM(MOT)} \times \#(\text{MOT}) \times \text{ALTERNOS} = \text{RPM(MOV)} \times \#(\text{MOV}) \times \text{ALTERNOS}$$

Entre los principales tipos de engranajes se pueden encontrar: engranajes de dientes rectos, los cuales son los más comunes y que se muestran en la figura siguiente.

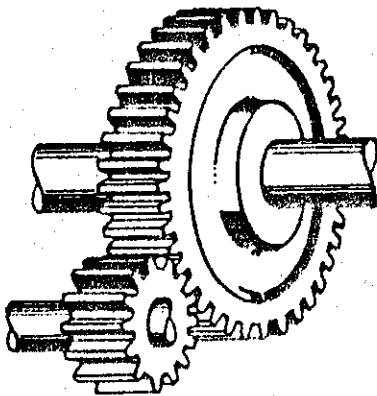


Fig. 6
Engranaje de diente recto

Engranajes cónicos de dientes rectos, los cuales se utilizan cuando deben conectarse dos ejes que se cortan.

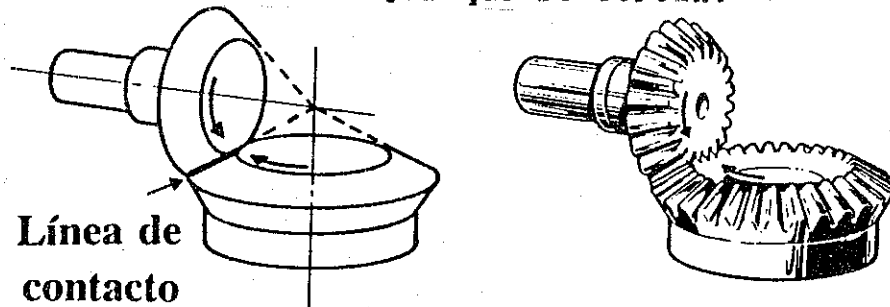


Fig. 7 Engranaje cónico

Los engranajes cónicos de dientes helicoidales, se utilizan igual que los cónicos de dientes rectos, pero, con la ventaja de que están en contacto, simultáneamente, más número de dientes lográndose con ello movimientos más silenciosos y suaves.

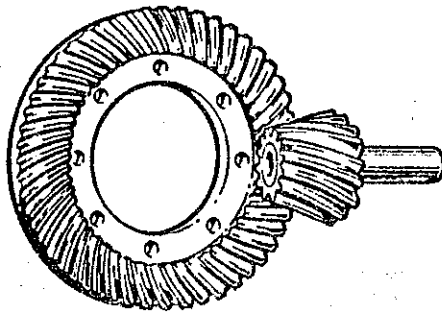


Fig. 8 Engranaje cónico helicoidal

Engranaje tipo tornillo sin fin, tiene dientes en espiral y puede tener una, dos, tres o más roscas, trabaja con una rueda dentada y se utilizan para lograr grandes reducciones de velocidad o aumento del par, la reducción de velocidad depende del número de dientes, regularmente, el tornillo sin fin se fabrica de acero aleado cementado y la rueda dentada de bronce.

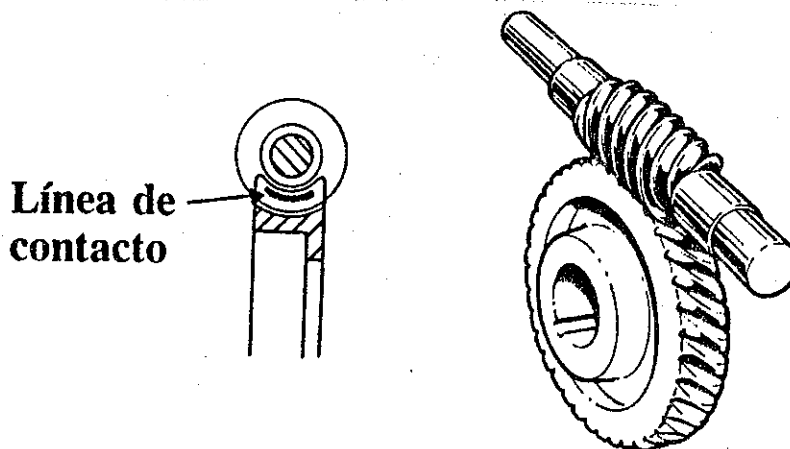


Fig. 9 Engranaje tipo tornillo sin fin

2.1.2.2 Mecanismos flexibles.

Los mecanismos flexibles se utilizan para transmitir potencia entre dos ejes paralelos como en el caso de los engranajes. Estos elementos flexibles entre los cuales se puede encontrar bandas, correas, fajas, cables, presentan entre sus principales características las siguientes:

- puede utilizarse para transmitir potencia y velocidad en ejes que se encuentran a grandes distancias,
 - debido a los efectos de deslizamiento y estirado que se produce la relación entre las velocidades angulares que se producen no es constante y muy, aproximadamente, igual a la relación existente entre los diámetros de las poleas.
 - al utilizar bandas planas puede obtenerse acción de embrague si se pasa de una polea libre a una de fuerza,
 - con el uso de bandas trapezoidales es posible obtener variaciones en la relación de velocidad si se utiliza una polea con los lados cargados por resortes, por lo tanto, el diámetro de la polea será función de la tensión de la banda y puede modificarse cambiando la distancia entre centros.
- Con el empleo de poleas escalonadas es posible cambiar la relación de velocidades, siendo éste un método económico de variación.

2.1.2.2.1 Fajas en V super HC.

La firma Gates recomienda este tipo de fajas para todo tipo de transmisión, donde se encuentran limitaciones de espacio, peso, donde se requiera incremento de potencia y producción, donde se requieran altas velocidades iniciales de arranque, donde se requieran costos bajos de mantenimiento e instalación.

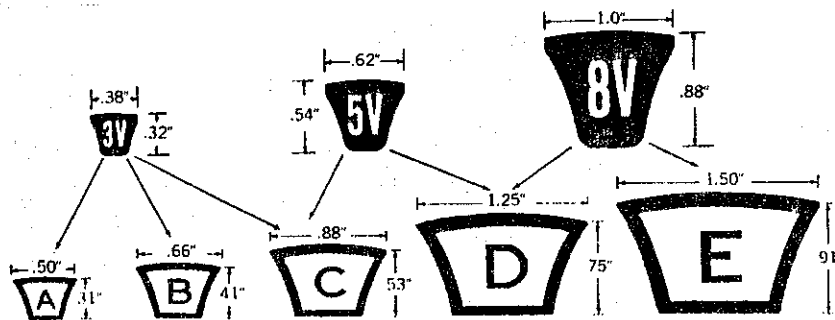


Fig. 10 Vista en sección de las fajas en V HC

2.1.2.2.2 Fajas Quad-Power HC 3VX y 5VX:

Se recomienda al igual que las super HC, pero, con las ventajas de poderse utilizar con diámetros de poleas más pequeños, para ahorro de peso y energía.



Fig. 11 Vista en sección de la faja en V Quad-Power

2.1.2.2.3 Fajas Multi-speed.

Recomendadas para sistemas de transmisión de velocidad variable, obteniéndose rangos de cambio bastante controlados.

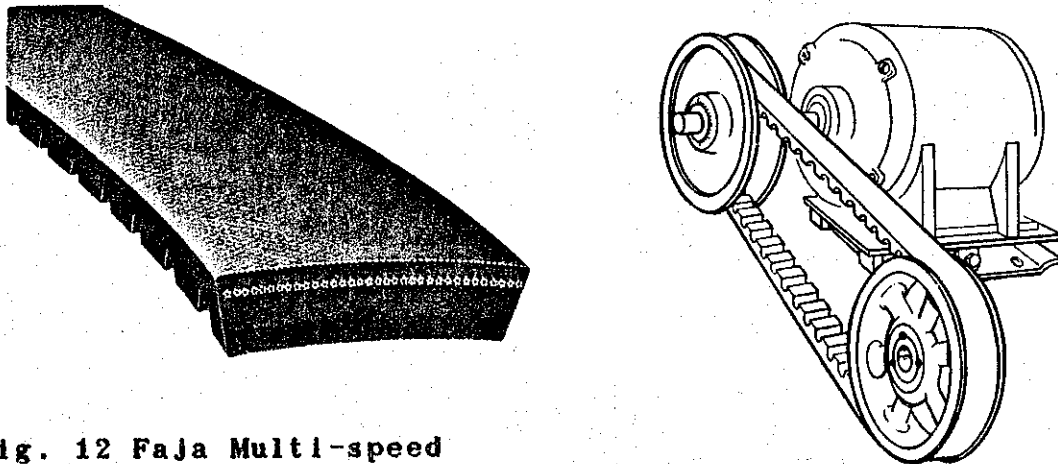


Fig. 12 Faja Multi-speed

2.1.2.2.4 Fajas Synchro-power timing.

Recomendada en sistemas de transmisión de potencia con una muy buena sincronización de velocidad en los cuales el uso de engranajes y cadenas no es recomendado. Este tipo de faja trabaja bajo el principio de enganche por diente o, sea, que los dientes moldeados en la faja también existen en las poleas, lográndose, con ello, una muy baja fricción de rodadura. En mecanismos donde una sincronización de velocidades conductora y conducida es requerida, presenta muchas ventajas sobre el sistema por cadena y engranaje. Los costos de mantenimiento son bajos ya que la lubricación es eliminada.

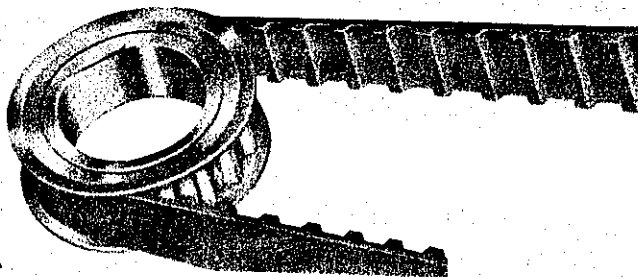


Fig. 12
Faja Synchro-power

2.1.2.2.5 Fajas planas.

Estas fajas son recomendadas en equipos de muy altas revoluciones del orden de 8,000 a 100,000 rpm. y, también, en aplicaciones industriales donde se aprovecha su ancho para transportación.

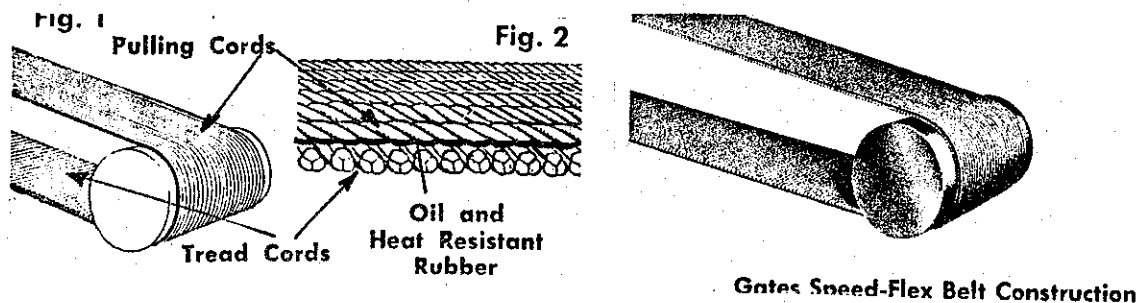


Fig. 14 Fajas planas

2.1.3 Mecanismos neumáticos.

Los mecanismos neumáticos están siendo ampliamente utilizados en los autómatas móviles, debido a la versatilidad para, con su uso, realizar un sin número de operaciones determinadas para lo cual se utilizan dispositivos como unidades de mantenimiento, cilindros neumáticos, válvulas de mando, comprobadores de posición, etc.

2.1.3.1 Unidades de mantenimiento.

Las unidades de mantenimiento son filtros que purifican el aire comprimido garantizando la seguridad y funcionamiento de una instalación neumática. Las impurezas en el aire comprimido tales como cascarilla, óxido, polvo, humedad, pueden causar gran deterioro. Una unidad de mantenimiento consta de un filtro el cual purifica el aire de partículas sólidas y gotas de humedad, las cuales son retenidas por un filtro sinterizado, la condensación acumulada en el recipiente del filtro se vacía cada cierto tiempo manual o automáticamente; la válvula reguladora de presión mantiene la presión de trabajo ampliamente constante, independientemente de las oscilaciones de la red y del consumo del aire; también existe un lubricador de aire comprimido el cual tiene la misión de proporcionar a los elementos neumáticos, suficiente engrase, en el cual el aceite es aspirado del depósito y nebulizado por el contacto con el aire fluyente. Una unidad de mantenimiento de filtro-regulador-lubricador se representa en la siguiente figura.

2.1.3.3 Válvulas de mando.

Las válvulas de mando se utilizan para controlar y regular el aire comprimido en los sistemas neumáticos, las cuales al ser accionadas, eléctricamente, o, mecánicamente, dan vía al flujo del aire comprimido, el cual se puede utilizar para trabajos como el accionamiento de: un cilindro neumático, de un freno neumático, un motor neumático, para limpiezas intermitentes de dispositivos delicados, etc. En automatización, las válvulas de mando neumático son ampliamente utilizadas y, principalmente, las de accionamiento eléctrico. Son tan versátiles y de fácil aplicación que con una salida u orden de un autómatas programable se puede gobernar y, así, lograr que un cilindro neumático que podría ser parte de un brazo del autómatas móvil ejecute algún movimiento preciso en un proceso de producción.

Las válvulas de mando se denominan dependiendo de la función que desarrollan y de la cantidad de vías de flujo de aire que se manejan como en la siguiente figura:

Símbolos según DIN ISO 1219

En este cuadro sinóptico se han añadido aclaraciones de las normas DIN 24300 y CETOP 6/85.

Denominación	Significado	Símbolo	Válvula	Descripción	Símbolo
Válvulas 2/2 vías	Dos conexiones, posición de reposo cerrada		Válvula antrirretorno	Sin muelle Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida. Bajo presión del muelle abre, cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida, sobre la fuerza de apriete de muelle	
	Dos conexiones, posición de reposo abierta		Válvula selectora	Cualquiera de las dos entradas conecta con la salida, mientras que la otra entrada queda cerrada cuando se establece presión en una de ellas.	
Válvulas 3/2 vías	En primera posición de conexión, entrada cerrada, p.e. un cilindro de simple efecto a escape o conectado a una conducción de pilotaje.		Válvula de escape rápido	Cuando la abertura de entrada está sin aplicación de presión, entonces la salida está a libre escape a la atmósfera.	
	En reposo, entrada abierta, conectada la utilización		Válvula de estrangulación	Con estrangulación regulable.	
Válvulas 4/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto		Regulador unidireccional (válvula antrirretorno con estrangulación)	Regulador con paso de aire libre en un sentido y estrangulación constante en el otro sentido. Con estrangulación regulable.	
Válvulas 5/2 vías	Con dos posiciones de conexión, p.e., para cilindros de doble efecto.		Válvula secuencial	Cuando la presión en la entrada sobrepasa un cierto valor, se abre su paso hacia la salida.	
Válvulas 4/3 vías (ejemplos)	Con posición central a escape y 2 posiciones de distribución		Válvula reguladora de presión	Válvula que mantiene ampliamente constante la presión de salida, a pesar de alteraciones en la presión de entrada. Sin escape (no se compensan los regímenes excesivos).	
	Con posición central, salidas a escape y 2 posiciones de distribución			Con escape (se compensan los regímenes excesivos).	
Válvulas 5/3 vías	Con posición central cerrada y dos posiciones de distribución		Regulador presión diferencial	La presión de salida se reduce a un valor fijo, que depende de la presión de entrada.	
Válvulas 5/4 vías	Con posición central cerrada y 3 posiciones de distribución		Válvula de aislamiento a cierre		
Válvulas 3/6 vías	La entrada P está unida a una de las 6 salidas. Las salidas que no contactan están a escape.		Válvula de simultaneidad	La salida solamente conduce aire a presión cuando las dos entradas se hallen bajo presión	

Fig. 17 Simbología de las válvulas de mando

Dependiendo del tipo de accionamiento las válvulas pueden ser clasificadas como válvulas: de accionamiento manual, mecánico, neumático y eléctrico. Algunos de los tipos más comunes de accionamiento se muestran en la siguiente figura:

Tipo de accionamiento (DIN ISO 1219)













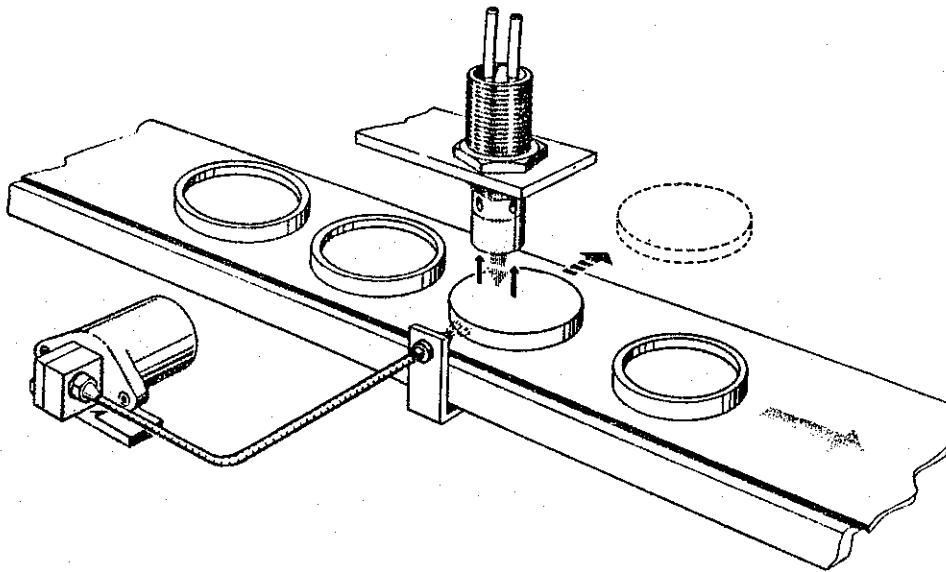
Accionamientos manuales	 General	 Palanca
	 Pulsador	 Pedal
Accionamiento mecánicos	 Leva (básico)	 Rodillo abatible
	 Rodillo	 Muelle
Accionamientos neumáticos	 Pilotaje por presión	 Pilotaje por depresión
Accionamiento electricos	 Accto eléctrico directo	 Accto eléctrico con servomando

Fig. 18 Tipo de accionamiento de válvulas

2.1.3.4 Comprobadores neumáticos de posición o iniciadores de proximidad.

Los iniciadores de proximidad son elementos emisores de señal sin contacto que a través de aire comprimido detectan la presencia o distancia de un objeto mediante una variación de presión. Alguna de las ventajas que estos detectores presentan contra los sistemas tradicionales son: seguridad en el funcionamiento en ambientes sucios, de alta temperatura, en ambientes explosivos, es insensible a influencias magnéticas y acústicas, etc. Algunos de estos iniciadores, principalmente, para distancias grandes necesitan de un emisor y receptor, en la siguiente gráfica se muestran algunos de los iniciadores y sus capacidades máximas disponibles en el mercado:



⑤

Fig. 19 Iniciadores neumáticos de proximidad

2.2 Estructura eléctrica y electrónica de un sistema automatizado.

En todo sistema automatizado se distingue una estructura formada por elementos de distribución, la máquina o instalación y la parte de mando, constituida por componentes de automatismo. Esta parte de mando está formada por elementos que aseguran, esquemáticamente, cuatro funciones básicas: adquisición de datos, tratamiento de información, diálogo hombre-máquina y mando de potencia.

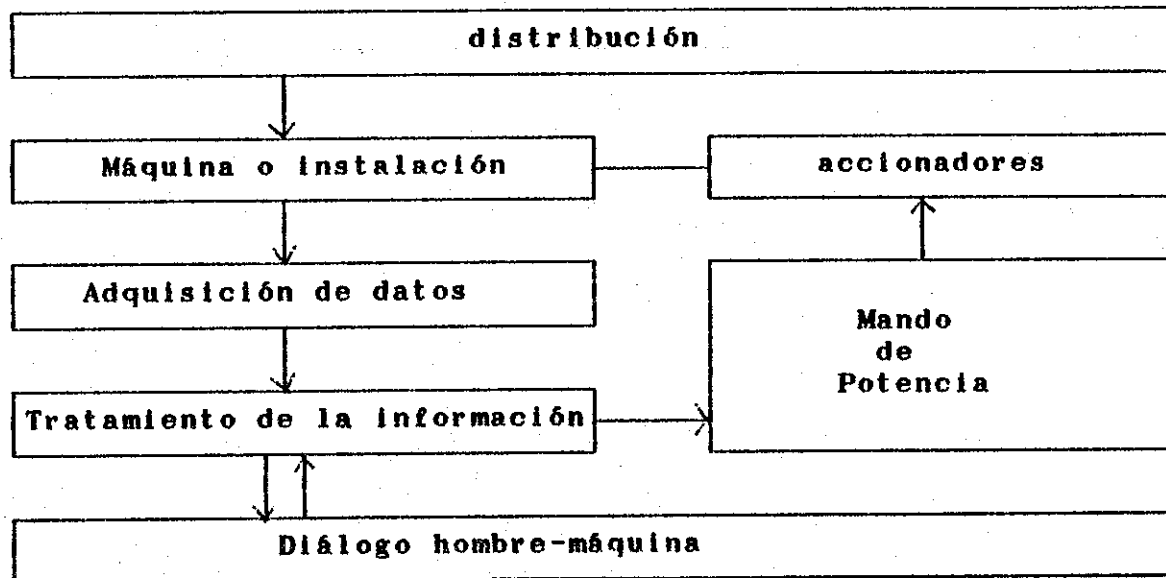


Fig. 20 Estructura de un sistema automatizado

2.2.1 Distribución.

Distribución se refiere a la alimentación de señales de mando y potencia al autómatas y de la forma mecánica que será canalizada esa distribución. La alimentación se puede realizar por medio de cables semiplanos o circulares a través de medios de canalización con tomas móviles, con perfil y carros porta-cables, cadena de traslación, etc.

Tomas móviles
con conexión directa

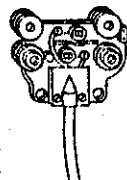


Fig. 21 Tomas móviles con conexión directa

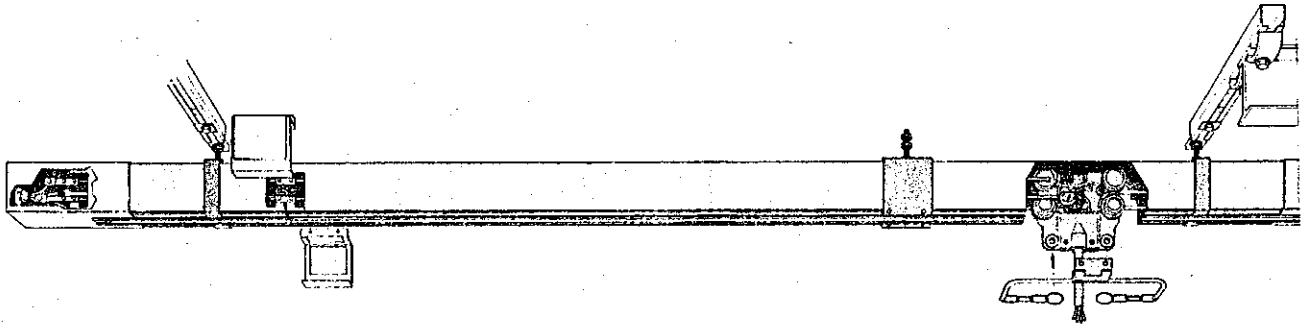


Fig. 22 Canalización con tomas móviles

2.2.2 Máquina o instalación.

se refiere, en sí, al conjunto de elementos mecánicos y eléctricos que forman el autómata, el cual está destinado para realizar una determinada función, para lo cual necesita, principalmente, de una alimentación de distribución, adquisición de datos y accionadores.

2.2.3 Adquisición de datos.

La adquisición de datos en un autómata móvil es muy importante, ya que, es la forma en que éste puede saber dónde está, posición básica o de trabajo, ubicación de los elementos a operar, velocidades o presiones de trabajo. Así como el ser humano para poderse desarrollar en cualquier actividad en algún medio necesita de sus 5 sentidos, también para un autómata móvil es muy importante el tener la capacidad de detección y palpado del medio en el cual tiene que trabajar y, para ello, se utilizan interruptores de posición, detectores de proximidad, detectores fotoeléctricos, codificadores rotativos, presostatos, vacuostatos, termostatos, etc.

2.2.3.1 Interruptores de posición.

Los interruptores de posición le permiten a un autómata móvil tener referencia de su posición. Cuando un interruptor es accionado se lleva a cabo un estado de conducción eléctrica, ya sea normalmente cerrado o abierto, dependiendo del tipo de interruptor (NC, NO).

Según el tipo de cabeza pulzadora los hay de cabeza de movimiento rectilíneo y cabezas con movimiento angular. En la siguiente figura se muestran las cabezas de accionamiento:









Cabezas de movimiento rectilíneo	
	Con pulsador en extremo y roldana en extremo de bola lateral
	lateral, de roldana vertical lateral, de roldana horizontal
	Con palanca y roldana de 1 solo sentido de acción (acción horizontal) de 1 solo sentido de acción (acción vertical)
Cabezas de movimiento angular	
	Con palanca y roldana termoplástica termoplástica, de longitud regulable acero acero de rodamiento de bola acero, de longitud regulable
	Con varilla rígida acero Ø 3 mm acero \square 3 mm poliamida Ø 3 mm ó Ø 6 mm
	Con varilla y resorte Con resorte
	de posiciones mantenidas Con lira 1 pista, y roldana termoplástica 2 pistas, y roldana termoplástica
	multi-direcciones Con varilla flexible y resorte Con varilla y resorte

Fig. 23 Cabezas de accionamiento

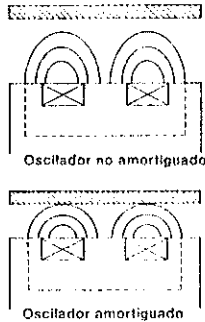
2.2.3.2 Detectores de proximidad:

Los detectores de proximidad permiten señalar la presencia de un objeto metálico próximo a su cara sensible; se compone, principalmente, de un oscilador cuyo bobinado comprende la cara sensible en la cual se crea un campo magnético alterno. Al situarse una pantalla metálica dentro de este campo las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que provoca la parada de las oscilaciones y un circuito de conmutación proporciona una señal de salida equivalente a un contacto de cierre o de apertura según el tipo de detector.

Los detectores de proximidad están destinados para las mismas aplicaciones que los interruptores de posición mecánica con las ventajas adicionales como: funcionamiento en entornos difíciles o, sea, en presencia de polvo, aceite, humedad, choques, vibraciones. Cadencia de funcionamiento elevada, lo cual tiene gran aplicación por ejemplo en contaje rápido de piezas fabricadas en gran serie o control de velocidad de rotación de máquinas; Detección de piezas evitando el contacto físico con aplicaciones en detección de piezas frágiles; vida elevada ya que no existen piezas mecánicas en movimiento. etc.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de los campos magnéticos de un detector de proximidad y la forma física de un interruptor de aproximación cilíndrica:

Detectores de proximidad inductivos



El detector de proximidad inductivo permite señalar la presencia de un objeto metálico próximo a su cara sensible.

Se compone esencialmente de un oscilador cuyos bobinados constituyen la cara sensible. Ante ésta, se crea un campo magnético alterno. Cuando se sitúa una pantalla metálica dentro de este campo, las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que provoca la parada de las oscilaciones.

Trás una puesta en forma, un circuito de conmutación proporciona una señal de salida equivalente a un contacto de cierre o de apertura según los modelos de aparatos.

Son disponibles en las versiones siguientes:

Cilíndricos de alcance pequeño
XSL-H0131, XSA-H0131, XSA-A0291

- Ø 6,5: alcance 1 mm - Corriente continua
- Ø 8: alcance 1 mm - Corriente continua
- Ø 12: alcance 2 mm - Corriente alterna (continua bajo pedido).

Si desea

- Unas dimensiones muy pequeñas por un alcance pequeño.
- La posibilidad de detectar pequeñas piezas.
- La posibilidad de detectar la presencia de herramientas (brocas, terrajas...).
- La posibilidad de empotrar el aparato en el metal.
- La conformidad a la norma europea.
- El cable de conexión directamente conectado en el aparato.

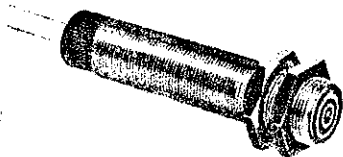


fig. 24 Detectores de proximidad

2.2.3.3 Detectores foto-eléctricos.

Los detectores foto-eléctricos (fotoceldas) se utilizan para la detección de objetos, se compone de un emisor de luz asociado a un receptor foto-sensible. La detección de un objeto es efectiva cuando se interrumpe o hace varia la intensidad del haz luminoso y la señal que resulta después de ser amplificada sirve de mando para cualquier otro receptor. La emisión del haz de luz se efectúa gracias a un diodo electroluminiscente (led) el cual emite un rayo invisible modulado garantizando una alta inmunidad a las luces parásitas así como una vida prácticamente ilimitada.

Entre los principales tipos de detectores fotoeléctricos tenemos los de barrera los cuales constan de un emisor y un receptor que están separados y permiten detectar cualquier objeto que interrumpa el haz.

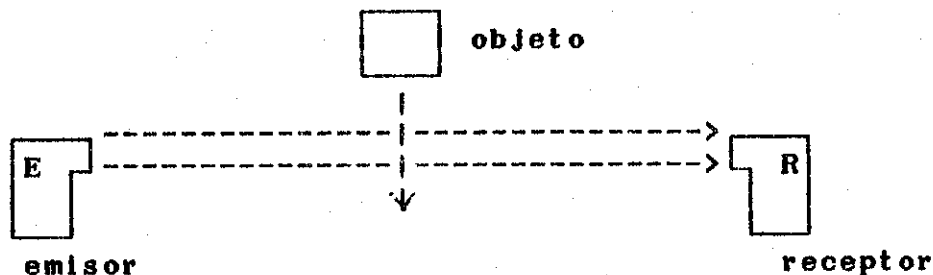


Fig. 25 Detector fotoeléctrico de barrera

Los detectores fotoeléctricos Reflex se utilizan para distancias medias o cuando es difícil montar un emisor y receptor, separados; en este tipo el emisor y receptor están incorporados en un mismo cuerpo; el retorno del haz se asegura por un reflector montado frente a frente y la

detección se realiza por la interrupción del haz reflejado.

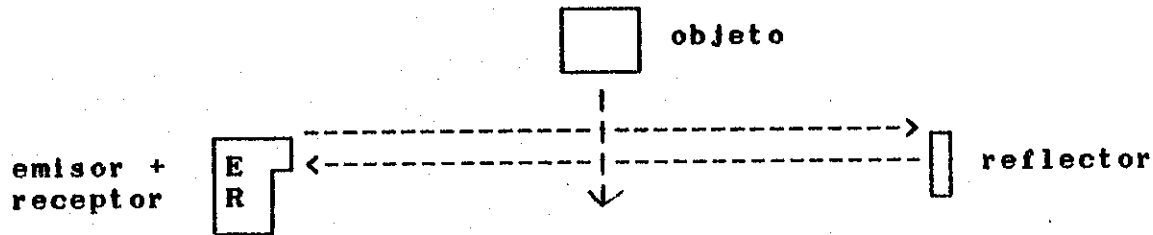


Fig. 26 Detector fotoeléctrico reflex

Los detectores fotoeléctricos de proximidad se utilizan para distancias cortas, un reglaje de sensibilidad permite limitar la influencia eventual del entorno en la parte trasera del objeto a detectar; el emisor y receptor están incorporados en un mismo cuerpo, el haz es reflejado en parte hacia el receptor por cualquier objeto próximo.

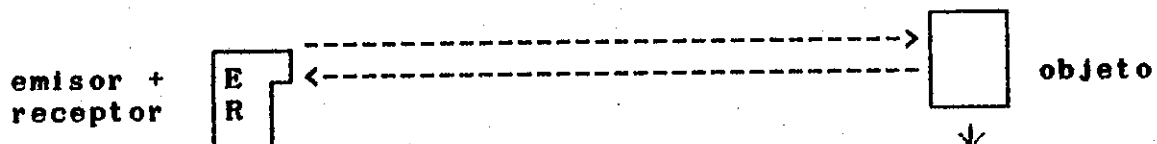


Fig. 27 Detector fotoeléctrico de proximidad

2.2.3.4 Codificadores rotativos.

En sistemas automatizados es de vital importancia tener información continua del desplazamiento, posición, velocidad; los sistemas de detección convencional (interruptores y detectores de posición) sólo pueden suministrar información de un todo o nada, lo cual responde sólo, parcialmente, a la necesidad de precisión y flexibilidad. En estos casos se puede utilizar un codificador rotativo, el cual es un captador de posición angular. El eje del codificador está ligado, mecánicamente, a un árbol de la máquina arrastrante con lo cual se hace girar un disco que comprende una sucesión de partes opacas y transparentes; una luz emitida por diodos led traspasa las endiduras de este disco, creando en unos fotodiodos receptores una señal analógica, que es amplificada y convertida en una señal cuadrada y transmitida a un sistema de tratamiento.

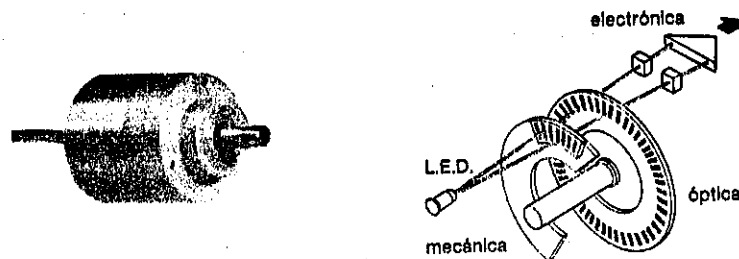


Fig. 28 Codificador rotativo

2.2.4 Tratamiento de la información.

El tratamiento de la información es sumamente importante en un autómata móvil ya que es la que controla el hardware por medio de un conjunto de programas y para que éste realice las tareas que se le soliciten. El tratamiento de la información está constituido por autómatas programables, terminales, redes de comunicación, interfaces para autómatas, programas de supervisión.

2.2.4.1 Autómatas programables.

Los autómatas programables son mandos compactos para el control de tareas en aplicaciones de poco espacio, aplicaciones frecuentes, en aplicaciones que se realizaban normalmente con técnicas de relés y contactores con engorrosos cableados. Con la ayuda de los autómatas programables se pueden realizar las tareas de automatización de manera más económica y sencilla, ya que presenta paquetes de software bastante flexibles y de práctica utilización. Un autómata programable está constituido por interfase de entrada, alimentación, procesador, memoria, programación, consola de programación, interfase de salida.

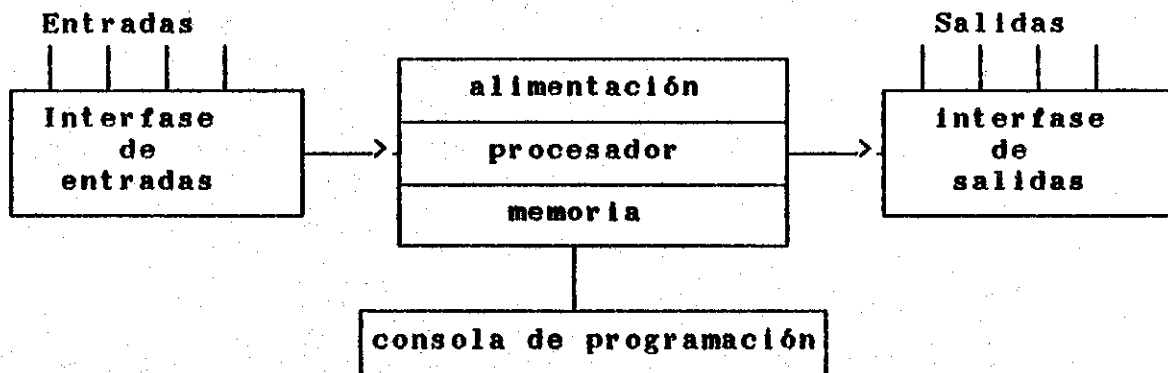
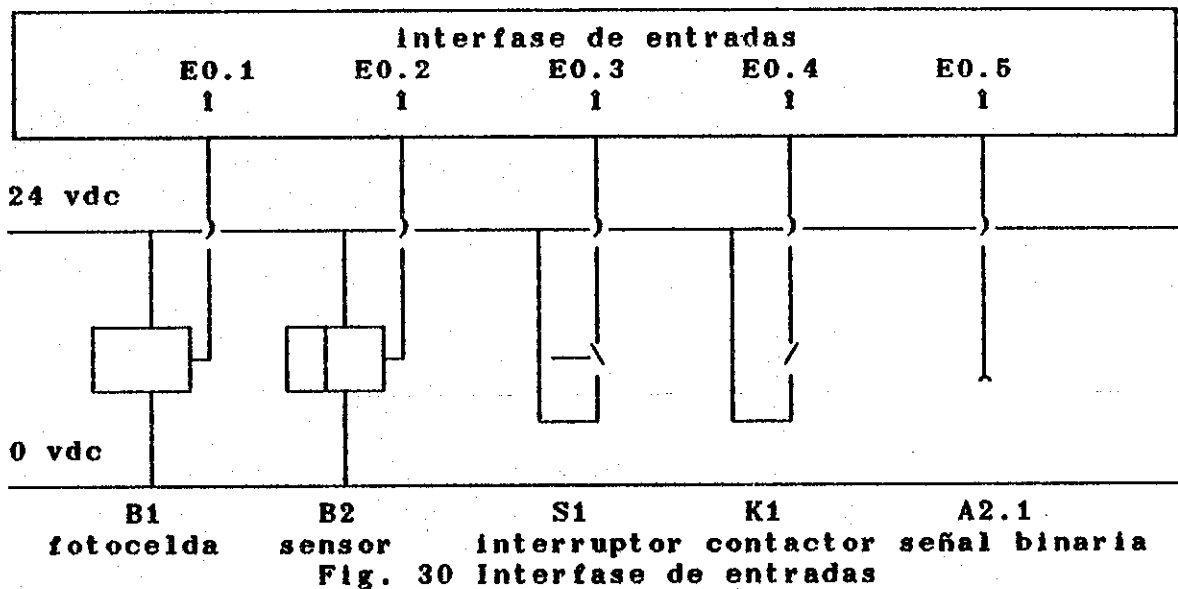


Fig. 29 Autómata programable

2.2.4.1.1 Interfase de entrada.

Se utiliza para la transformación y adaptación de las señales eléctricas procedentes de captadores hacia el autómata programable. Entre los tipos de señales se pueden encontrar señales procedentes de fotoceldas, sensores, microswitches, tacogeneradores, contactos de contactores o relés de tiempo y, en general, señales analógicas o binarias. La forma típica de representar un interfase de entrada en un diagrama es la siguiente:



2.2.4.1.2 Alimentación.

Los módulos de alimentación son necesarios cuando el autómata programable se va a conectar a la red de suministro de corriente alterna 115v ó 230v para poderla transformar a voltajes de corriente continua, exigidos por los componentes de electrónica de los distintos módulos. Se distinguen dos circuitos a ser alimentados, separadamente: el primero es el circuito de procesamiento de información, cuya carga es el CPU y los módulos periféricos y, el segundo circuito es el que maneja las señales externas de emisores de señal, aparatos de ajuste, pilotos, etc. el cual requiere mayor potencia.

2.2.4.1.3 Procesador y memoria.

El procesador es el cerebro de un autómata programable, el cual lee e interpreta las instrucciones del programa grabado para ejecutar las operaciones que se deseen.

En el procesador o CPU se distinguen 3 elementos básicos: la unidad de control, memoria, funciones.

2.2.4.1.3.1 Unidad de control.

La unidad de control es el organizador del autómata y es la encargada de ejecutar, adecuadamente, las instrucciones programadas como: organizar señales de entradas externas, combinar datos anteriores, efectuar cálculos, organiza las salidas de los resultados, etc.

2.2.4.1.3.2 Memoria.

La memoria del autómata está dividida en dos partes: la memoria del sistema operativo y la de los programas de aplicación; la memoria del sistema operativo es del tipo ROM (read only memory) la cual puede grabarse una sola vez y no acepta sobre escrituras posteriores, las ventajas que presenta es que la memoria permanece inalterable, incluso, si no se tiene energía eléctrica. La memoria de los programas de aplicación es del tipo RAM (random acces memory) y su contenido puede variarse las veces que se quiera con la desventaja que, al no haber energía eléctrica, esta información se pierde, lo cual se ha solucionado instalando una batería de soporte. El programa se puede cargar a la memoria RAM por medio de un aparato programador o utilizando un módulo de memoria EPROM o EEPROM.

El módulo EPROM se puede borrar utilizando luz ultravioleta para, luego, ser reprogramado; En el módulo EEPROM el contenido queda borrado al sobrescribir en él con un aparato de programación, el cual, incluso, puede ser más sencillo.

Con los aparatos de programación se introduce el software que controlará el CPU, entre éstos se pueden mencionar: STEP 5 con sus tres formas de representación AWL, FUP, KOP, utilizados por los equipos SIMATIC de la compañía Siemens o software como lenguaje PL-7 de Telemecanique.

El software AWL o de lista de instrucciones se ha enfocado a personas que trabajan en programación; El FUP o plano de instrucciones está dirigido a personas que trabajan con la lógica de compuertas y electrónica, El KOP o plano de contactos está enfocado para facilitar la visualización de las instrucciones para personas que trabajen en controles eléctricos. El lenguaje PL7-1 de Telemecanique también se conoce como lenguaje de lista de instrucciones y se compone de una relación de instrucciones referenciadas por direcciones. Una instrucción se compone de: un código de operación que indica el tipo de operación lógica a ejecutar, un operando que indica el objeto sobre el cual se efectúa la operación compuesto de dos partes: el tipo o, sea, entrada (1) salida (0) su dirección geográfica, por ejemplo: 0.03.

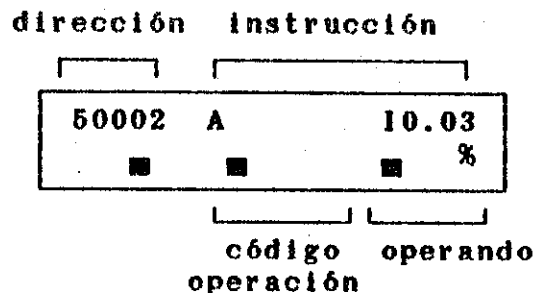


Fig. 31 Ejemplo de una lista de instrucciones

2.2.4.1.3.3 Funciones.

Las funciones se refieren a operandos internos con los cuales cuenta el CPU, tales como: Temporizadores (T), Contadores (Z), y Marcas (M).

El CPU, normalmente, cuenta con una determinada cantidad de temporizadores (dependiendo del modelo) para asignar funciones de tiempo a determinadas operaciones como: arrancar como impulso una temporización, arrancar, como impulso prolongado, una temporización, retardo a la conexión, retardo a la conexión memorizada, retardo a la desconexión o, sea, que, con estos temporizadores pueden realizarse las mismas funciones que se pueden realizar con los relés de tiempo que, normalmente, se comercializan en el mercado; los contadores (Z) se encargan de llevar control de conteo de funciones u operaciones. Las marcas, comparándolas en analogía a un contactor representa los contactos auxiliares, los cuales no dan una salida directa que actúa en el elemento que se quiere controlar, pero, que, si es un elemento clave en el proceso lógico de los mandos de control.

2.2.4.1.4 Consola de programación.

Consola de programación es la unidad que se utiliza para programación, verificación de programas y puesta en servicio, así como, para visualización de estado de entradas y salidas; las hay del tipo portátil o manual y del tipo computador compatible IBM-PC.

El programador portátil o manual permite tenerlo en la mano durante la programación, y, como una calculadora de bolsillo, su manejo es bastante cómodo; regularmente, el display tiene dos renglones de indicación y se utiliza, básicamente, para programación en forma de lista de instrucciones. Entre ellos se puede mencionar el PG 805 de Siemens, el PG 3-D de Klöckner-Moeller, el TSX T317 de Telemecanique, etc.

El programador compatible IBM-PC es un aparato de programación dedicado a la industria con paquetes de software muy completos, con este programador se puede programar, ya sea por lista de instrucciones, diagrama de contactos, sistema grafset o, sea, por símbolos gráficos, etc. Este tipo de programador presenta ventajas como la alta capacidad de almacenamiento en el disco duro o la posibilidad de utilización de discos flexibles 3.5", la utilización de impresora y, así, obtener reportes escritos. Entre los software más utilizados con este tipo de programador existe el STEP 5 y su programador AT compatible PG 710 de Siemens, el software SUCOSOFT para IBM compatible de Klöckner-Moeller, el GRAFCET para programador TSX T607 o IBM compatible de Telemecanique, el FST para el programador FPC 202 o IBM compatible de Festo, etc.

2.2.4.1.5 Interfase de salidas.

La tarjeta de interfase de salidas se utiliza para la transformación y adaptación de las señales eléctricas procedentes del autómatas hacia los distintos captadores, estos captadores podrían ser, por ejemplo: contactores, magnetos, electroválvulas, freno electromagnético, señales binarias.

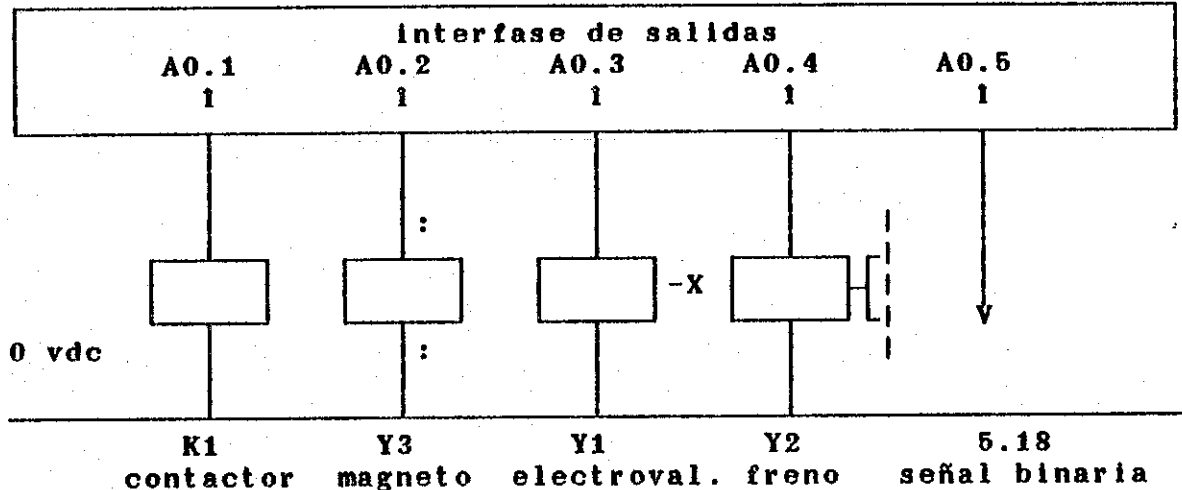


Fig. 32 Interfase de salidas

2.2.4.2 Redes de comunicación.

Las redes de comunicación permiten comunicar una serie de autómatas en una distancia límite, el acceso a la red se hace mediante un módulo acoplador, y, al conjunto autómatas acoplador se le llama: estación; entre las redes de comunicación está la de Telemecanique TELWAY 7 la cual puede comunicar hasta 16 autómatas a una distancia máxima de 2,000 metros, con el sistema TELWAY 7 se asegura con toda confiabilidad: el intercambio automático de una zona memoria común reservada al conjunto estación, la emisión y recepción de mensajes, la explotación a distancia de los terminales en sus modos de utilización. La instalación de una red TELWAY 7 consta de un par torneado blindado de cables y cajas que permiten la derivación hasta el acoplador.

2.2.4.3 Programas de supervisión.

Los programas de supervisión están destinados a la vigilancia y a la dirección de procesos con ayuda de uno o varios terminales a color, pilotados por uno o varios autómatas programables si están conectados por una red de comunicación. La firma Telemecanique ofrece su programa de supervisión SYNOPTEL 7 el cual está constituido por dos módulos independientes, suministrados, cada uno, en discos; el primero es un programa de generación de imágenes que se

implanta, temporalmente, en el autómata en la fase de creación; el segundo es un programa de animación que está permanentemente, en el autómata y es el que pilota la visualización y animación de todas las páginas del sinóptico. Además de la posibilidad de creación y animación de imágenes, el SYNOPTEL 7 comprende otras funciones como: alarmas que señalan en la pantalla cualquier anomalía, guiando al operador a la zona crítica, dirección de proceso, ya que, permite desde pantalla, modificar los parámetros de proceso y manejo de accionadores, gestión multipuesto ya que puede dirigir hasta 4 pantallas, independientes colocadas en distintos sitios, Reloj-calendario indicando, automáticamente, la hora y la fecha la cual puede ser visualizada en las imágenes.

2.2.5 Diálogo hombre máquina.

El diálogo hombre máquina es muy importante, ya que, es el medio por el cual el autómata móvil puede comunicar al operador o personal de mantenimiento, el estado de operación normal, problemas que necesiten la intervención humana, llamar para que exista una reprogramación de fin de proceso; o, que el hombre pueda comunicar o hacer preguntas al autómata acerca de procesos a realizar; solicitar datos de producción, datos de eficiencia, etc. Para ello se utilizan elementos como: pilotos luminosos, torretas luminosas, unidades de mando, manipuladores analógicos, terminales de diálogo del operador.

2.2.5.1 Pilotos luminosos.

Los pilotos luminosos son lámparas de señalización para aviso al operador. Presentan características como: poco consumo de potencia con lo cual se pueden conectar, directamente, en una salida del autómata programable e, incluso, puesta en paralelo sobre la carga para visualizar directamente su estado, muy buena resistencia a la vibración y a los choques, lo cual los hace ideales para el uso de autómatas móviles, alta vida útil, permitiendo bajo costo de mantenimiento; para diferenciar distintos tipos de mensaje, existen lámparas en distintos colores de presentación: rojo, amarillo, verde, azul, transparente.

En los paneles de control de sistemas automatizados es muy común la utilización de pilotos de señalización de prueba o Push Test, los cuales se utilizan para comprobar si la lámpara se encuentra en buen estado.

En la figura de la página siguiente se muestran varios tipos de pilotos de señalización que son distribuidos por la compañía Siemens de Guatemala.






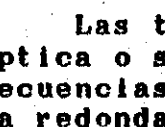
Datos para selección y pedidos		No. de pedido	Precio	Peso aprox.	Embalaje
		Compl. del No. de pedido véase abajo		kg	Unidades
 Lámpara de señalización 3SB10 01-6B...	rojo	3SB10 01-6BC06 -6BD06 -6BE06		0,01	10
	amarillo verde				
 Lámpara de señalización 3SB10 01-6C...	azul	3SB10 01-6BF06 -6BG06 -6BH06		0,01	10
	blanco transparente				
 Lámparas de señalización para inscripción con plaquita incorporada	amarillo	3SB10 01-6CD06 -6CH06		0,01	10
	transparente				
 Lámparas de señalización de effluvos y lámparas LED	rojo	3SB10 01-6DC06 -6DD06 -6DE06 -6DF06 -6CH06		0,01	10
	amarillo verde azul transparente				
 Lámpara de señalización 3SB10 01-6G...	rojo	3SB10 01-6GC06 -6GD06 -6GE06 -6GH06		0,02	1
	amarillo verde transparente				
 Lámpara de señalización 3SB10 01-0Q...	rojo	3SB10 01-0QC.. -0QD.. -0QE..		0,02	10
	amarillo verde				
	azul	3SB10 01-0QF.. -0QG.. -0QH..		0,02	10
	blanco transparente				

Fig. 33 Pilotos luminosos

2.2.5.2 Torretas luminosas.

Las torretas luminosas son elementos de señalización óptica o sonora, utilizados para visualizar las diferentes secuencias de una máquina y comprobar, a distancia, a 360° a la redonda, estados como: marcha normal, parada de máquina, falta de materia prima, llamada al personal, señalización de defectos, etc. La torreta luminosa es un ensamblaje de 1 a 5 elementos luminosos de señalización fija.

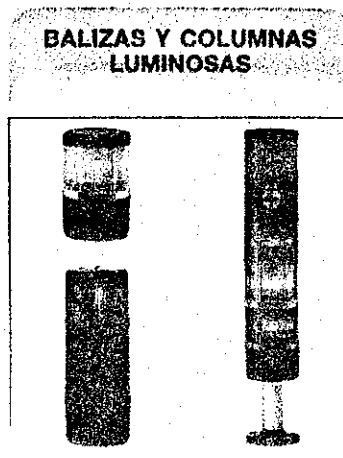


Fig. 34 Torreta luminosa

2.2.5.3 Unidades de mando.

Las unidades de mando o interruptores de mando son pequeños interruptores de levas en forma especialmente compacta; estas unidades pueden utilizarse como interruptores para circuitos auxiliares y de mando o como interruptores de motor.



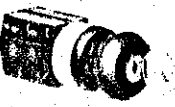









Ejecución del interruptor		Elemento de accionamiento	No. de pedido Posiciones 11. y 12.	Subre- precio	Reducción Precio
Interruptor de mando 3LF1 10					
 3LF1 100-4AA21	Montaje frontal con fijación central Diámetro nominal 16/22mm. con placa frontal 30 x 30 mm.	Manija Cerradura de seguridad RONIS llave extraíble en la pos. 0 del interruptor en todas las pos. del interruptor (60 ó 90°)	3LF1 10-...[11]		
 3LF1 100-4AA31			21		
 3LF1 100-4BC35	Montaje frontal con fijación central Diámetro nominal 16/22 mm. con aro frontal	Manija Cerradura de seguridad RONIS llave extraíble en la pos. 0 del interruptor en todas las pos. del interruptor (60 ó 90°)	31		
 3LF1 200-4AA13			35 36		
 3LF1 200-4AA13	Interruptor en caja de material aislante IP 65 para interruptor con 1 elemento de conexión para interruptor con 2 elementos de conexión	Manija Manija	60		
 3LF1 200-4AA13			63		
Interruptor de mando 3LF1 20					
 3LF1 200-2NM25	Montaje frontal con fijación central con placa frontal 48 x 48 mm.	Manija en la posición 0 enclavable con 2 candados	3LF1 20-...[11]		
 3LF1 200-4AA31			13		
 3LF1 200-4AA31	Montaje frontal con fijación central Diámetro nominal 22/30 mm. con placa frontal 48 x 48 mm	Manija Cerradura de seguridad STREBOR, llave extraíble en la pos. 0 del interruptor en todas las pos. del interruptor (60 ó 90°).	21		
 3LF1 200-4CB41			25 26		
 3LF1 200-4CB41	Montaje frontal con fijación central Diámetro nominal 22/30 mm. con aro frontal	Manija Cerradura de seguridad STREBOR llave extraíble en la pos. 0 del interruptor en todas las pos. del interruptor (60 ó 90°)	31		
 3LF1 200-4CB41			35 36		

Fig. 35 Unidades de mando

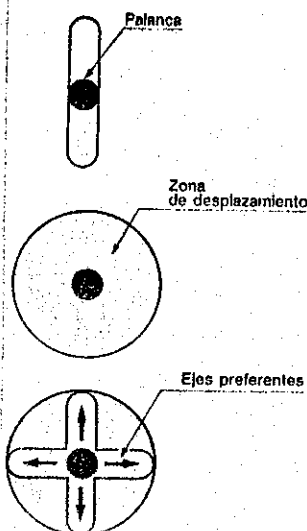
2.2.5.4 Manipuladores analógicos.

El manipulador analógico envía una señal cuyo valor depende del ángulo de desplazamiento de la palanca. Su funcionamiento está basado en el principio de funcionamiento de un detector de proximidad inductivo. Una pantalla metálica está situada adelante de la cara sensible de un captador inductivo y un tratamiento electrónico convierte la distancia pantalla-cara sensible en una señal de salida proporcional. La dirección de envío de la señal, depende del desplazamiento de la palanca de mando, desde el punto cero hacia alguna de las cuatro orientaciones $+x$, $-x$, $+y$, $-y$; la dirección por lo tanto, será la ubicación de la coordenada (x,y) la palanca de mando es una manija de enclavamiento mecánico, compuesta por una parte superior fija y una parte inferior móvil; en estado de reposo la palanca está, mecánicamente, bloqueada en posición cero de los movimientos del manipulador, para poderla desenclavar es suficiente accionar, de abajo hacia arriba, la parte móvil, lo cual permite el desplazamiento de la palanca.



Fig. 36 Manipulador analógico

Maniobra de la palanca



Manipulador 1 eje.

Bidireccional : autoriza el desplazamiento de la palanca en dos direcciones opuestas.

Manipulador 2 ejes.

Omnidireccional : autoriza el desplazamiento de la palanca en todas las direcciones.

Manipulador 2 ejes.

Omnidireccional de ejes preferentes : autoriza el desplazamiento de la palanca en todas las direcciones. Además, la palanca es guiada sobre los ejes preferentes a la hora de su desplazamiento. Un esfuerzo suplementario permite quitar estos ejes.

2.2.5.5 Terminales de diálogo del operador.

Las terminales de diálogo del operador, ejecutan similar función a las consolas de programación, solo que en este caso, el objetivo es el de tener un diálogo máquina operador para introducir datos de producción, o, si el terminal tiene pantalla para controlar y programar las necesidades de demanda de la máquina para producir y controlar las velocidades de producción. Estos terminales, normalmente, son para montaje empotrado. El teclado, dependiendo del modelo, tiene teclas de funciones, numéricas, de servicio, pilotos, etc. La visualización suele ser por caracteres alfanuméricos, fluorescentes verdes y, dependiendo del modelo, desde una línea con 20 caracteres hasta con pantalla semigráfica con 24 líneas de 20 caracteres y 1 línea de servicio con 16 caracteres. Normalmente, posee elementos de señalización como zumbadores, pilotos y leds sobre las teclas de funciones. Su capacidad de memoria se mide como la capacidad de guardar un determinado número de mensajes y sus caracteres en una memoria RAM o se mide por la cantidad de octetos y número de páginas animadas que puede salvaguardar en la memoria RAM. Los terminales de diálogo utilizan para comunicarse una unión paralela, unión serie asíncrona con plugs de conexión RS 232C/BC lo cual le permite comunicación con una PC que utilice algún programa de supervisión. El diálogo lo realiza por ASCII/REGLAJE

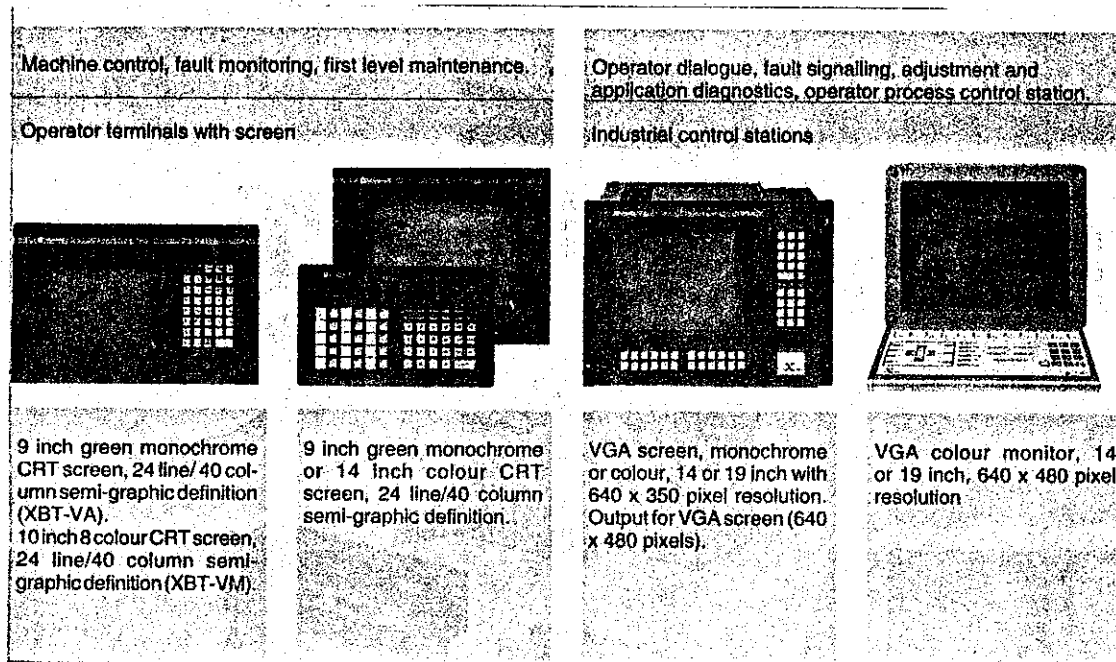


Fig. 37 Terminales de diálogo del operador Telemecanique

2.2.6 Mando de potencia.

El mando de potencia tiene la función de control de los accionadores en un automático móvil. Entre las funciones de control existen, por ejemplo: arranque y protección de motores, electroválvulas, frenos electromagnéticos, etc. Los elementos de mando de potencia, normalmente, reciben la orden de control del interfase de salidas del automático programable. El mando de potencia se divide en electromecánico y electrónico.

2.2.6.1 Mando de potencia electromecánico.

Son elementos de control cuyos componentes son, básicamente, electromecánicos y entre ellos se pueden mencionar fusibles, seccionador-disyuntor, guarda motores, contactores, relés de tiempo.

2.2.6.1.1 fusibles.

Los fusibles están destinados a proteger la instalación contra cortocircuitos, la firma Telemecanique los divide en fusibles clase aM y fusibles clase gF o gI. Los fusible clase aM están concebidos para resistir fuertes sobrecargas de corta duración y, son, obligatoriamente, asociados a un relé térmico acoplado a un contactor; se utilizan para proteger motores, transformadores. Los fusibles clase gF o gI son de uso general y tienen un poder de limitación más débil que los fusibles aM, éstos se utilizan, principalmente, para proteger circuitos de alumbrado, líneas de alimentación, hornos, etc. En automatización y en tableros compactos, se utilizan los seccionadores portafusibles, los cuales permiten: asegurar el aislamiento del circuito final, soportar los fusibles destinados a proteger la instalación. En la figura siguiente se muestra un seccionador portafusibles.

Tensión de servicio	Intensidad nominal Intensidad permanente /Ih2 A	Empalme de los conductores Modalidad de empalme, a ambos lados para conductores con sección de hasta mm²	Para cartuchos fusibles según DIN 43620	Bridas seccionadoras 3NG1	Contatos auxiliares	Ejecución abierta, clase protec. IP 00	Peso aprox. kg
			Tamaño	Tamaño		sin cartuchos fusibles NH sin bridas seccionadoras N.º de pedido	
con dispositivo de conexión rápida, tripolares, para montaje adosado							
hasta 660 V	125	70	00	00	sin ¹⁾ 1 NA + 1 NC	3NP5 030-0CA00 3NP5 030-0CA10	2.0 2.1
		2,5 a 2x50	00	00	sin ¹⁾ 1 NA + 1 NC	3NP5 030-0CB00 3NP5 030-0CB10	2.0 2.1
	250	150	1	1	sin 1 NA + 1 NC	3NP5 230-0CA00 3NP5 230-0CA10	4.8 4.9
	400	240	1 y 2	2	sin 1 NA + 1 NC	3NP5 330-0CA00 3NP5 330-0CA10	5.8 5.9
	630	2 x 240	2 y 3	3	sin 1 NA + 1 NC	3NP5 430 0CA00 3NP5 430-0CA10	7.1 7.2

Fig. 38 Seccionador portafusibles Siemens

2.2.6.1.2 Seccionador-disyuntor.

El seccionador-disyuntor es el que asegura el aislamiento y la protección contra los cortocircuitos del conjunto contactor, relé térmico, cable y motor. Tiene disparadores de sobreintensidad fijamente ajustados y térmicamente retardados, que se han adaptado a la capacidad de carga de los conductores o cables. Los disyuntor con accionamiento de palanca basculante tienen tres posiciones: con la palanca hacia arriba en posición conectado, hacia abajo desconectado y en medio disparo-tripped, o sea, cuando el disyuntor se ha disparado. En la siguiente figura se muestran los seccionadores-disyuntor o interruptor de protección de la serie 3VT de la compañía Siemens.

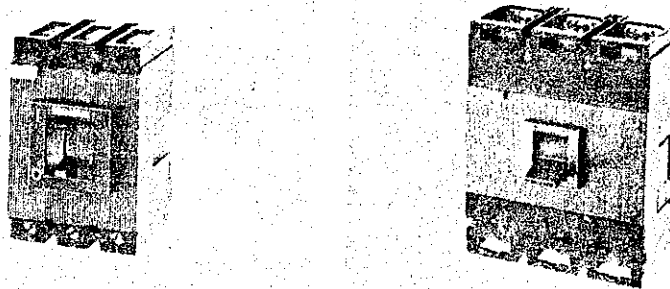



Fig. 39 Interruptor de protección

2.2.6.1.3 Guardamotor.

Al guardamotor también se le llama disyuntor motor magnetotérmico, es un disyuntor tripolar para el control y la protección de motores contra sobrecargas térmicas; reacciona rápidamente si se sobrepasa la temperatura límite del motor, pero, permite intensidades de arranque y sobreintensidades de corta duración. Va provisto de disparadores de sobreintensidad ajustables, térmicamente retardados, que pueden graduarse, exactamente, a la intensidad nominal o de servicio del motor. Tiene, también, disparadores de sobreintensidad electromagnéticos sin retardo, fijamente ajustados que actúan, inmediatamente, al originarse un cortocircuito, pero, no reaccionan ante las intensidades de arranque del motor. El umbral de disparo no es regulable y es igual a unas 13 veces la intensidad de reglaje máxima de los disparadores térmicos.

El enclavamiento es manual, pulsando el botón "1" y el disparo es manual al pulsar el botón "0" o, automáticamente, cuando es mandado por los dispositivos de protección magnetotérmica o por un aditivo disparador de tensión. En la siguiente figura se muestra un guardamotor de la serie 3VE.

3VE1, intensidad nominal hasta 16 A, corriente alterna

	0,1 - 0,16 0,16 - 0,25 0,25 - 0,4	1,28 2,0 3,6	3VE1 000-2B -2C -2D	0,26	3VE1 010-2B -2C -2D	3VE1 020-2B -2C -2D	3VE1 030-2B -2C -2D
	0,4 - 0,63 0,63 - 1 1 - 1,6 1,6 - 2,5	6,3 10 18 25	3VE1 000-2E -2F -2G -2H	0,26	3VE1 010-2E -2F -2G -2H	3VE1 020-2E -2F -2G -2H	3VE1 030-2E -2F -2G -2H
	2,5 - 4 4 - 6,3 6,3 - 10 10 - 16	48 75 120 192	3VE1 000-2J -2K -2L -2M	0,26	3VE1 010-2J -2K -2L -2M	3VE1 020-2J -2K -2L -2M	3VE1 030-2J -2K -2L -2M
2 - 3,2 3,2 - 5 5 - 8 8 - 12,5	38 60 96 150	3VE1 000-8H -8J -8K -8L	0,26	3VE1 010-8H -8J -8K -8L	3VE1 020-8H -8J -8K -8L	3VE1 030-8H -8J -8K -8L	

3VE3, intensidad nominal hasta 25 A, corriente alterna


	1,6 - 2,5 2,5 - 4 4 - 6,3	30 48 75	3VE3 000-2HA00 -2JA00 -2KA00	0,52	Los contactos auxiliares se solicitarán por separado, como bloques página 7/10.
	6,3 - 10 10 - 16 16 - 25	120 192 300	3VE3 000-2LA00 -2MA00 -2NA00	0,52	

Fig. 40 Guardamotor Siemens

2.2.6.1.4 Contactores.

Los contactores se emplean para arrancar motores trifásicos con rotor de jaula de ardilla y en dependencia del tamaño del motor y de la construcción, estos motores pueden arrancarse, directamente, a pleno voltaje o, bien, a voltaje reducido con un montaje de contactores que forman un arranque estrella delta. Para proteger los motores contra sobrecargas, además del contactor, se coloca un relé bimetálico. Los contactores son disyuntores tripolares que se activan por medio del impulso de una bobina electromagnética en un núcleo, además de los contactos tripolares existen contactores con contactos adicionales, los cuales se pueden utilizar como mandos de control. Existen contactores inteligentes, los cuales tienen una entrada y salida para conectar a una red de comunicación y, con ello, se puede monitorear su estado o su función. En la siguiente figura se muestra un contactor de la serie 3TH de la compañía Siemens.

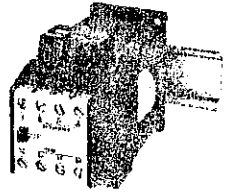
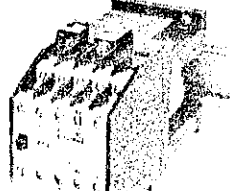
	Intensidad nominal de servicio I _c /AC11	Elementos de maniobra	Designación de los bornes según DIN EN 50011
	220 V 380 V 500 V 660 V	Can- ti- dad Ejecución NA NC NA NC	N.º de pedido (es necesario indicar al Complemento al N.º de pedido según tabla al final de la página)
3TH80	A A A A		
	para fijación por resortes ¹⁾ y por tornillos, con empalmes por tornillos		
	10 6 4 2	4 4 - - - 3 1 - - - 2 2 - - - 1 3 - - - - 4 - - - 2 - 1 1 1 1 1 1 1 1 - - 2 2 -	3TH80 40-0B.. 3TH80 31-0B.. 3TH80 22-0B.. 3TH80 13-0B.. 3TH80 04-0B.. 3TH80 95-0B.. 3TH80 96-0B.. 3TH80 92-0B..

Fig. 41 Guardamotor

2.2.6.1.5 Relés de tiempo.

Los relés de tiempo son dispositivos de conmutación que presentan características de retardo en accionamiento ante circuitos de arranque, protección y regulación. Los relés de tiempo presentan funciones de retardo como: retardo en la conexión, retardo en la desconexión, intermitencia, de contacto de paso momentáneo de conexión, de paso momentáneo de desconexión.

Los relés de tiempo con retardo en la conexión se utilizan en circuitos de arranque estrella delta, los relés de intermitencia son muy utilizados en circuitos de sistemas de señalización, los relés con contacto de paso momentáneo se utilizan cuando hay que limitar el tiempo de una orden permanente (contacto de paso momentáneo para conexión) o, bien, cuando, después de una orden permanente, haya que dar otra de breve duración (contacto de paso momentáneo para desconexión).




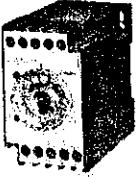

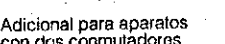
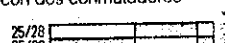
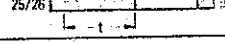
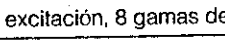
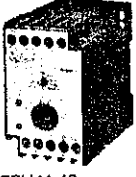

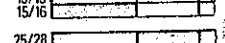

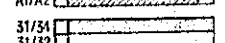
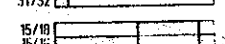
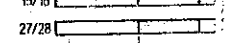
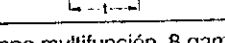
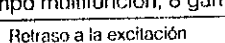
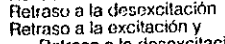
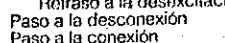
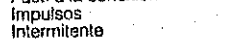
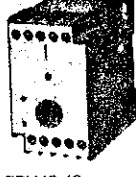
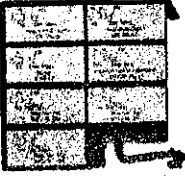
Ejecución	Función  Relé excitado  Contacto cerrado  Contacto abierto	Contactos	Gama de regulación t
 7PU40 40	7PU40 40, retraso a la excitación		
	Con LED; Exactitud de regulación ± 5 %	Retraso a la excitación A1/A2  15/18  15/16  Adicional para aparatos con dos conmutadores 25/28  25/26 	1 conmutador retardado 2 conmutadores retardados
 7PU41 40	7PU41 40, retraso a la excitación, 8 gamas de tiempo		
	Con LED; Exactitud de regulación ± 5 %	Retraso a la excitación A1/A2  15/18  15/16  25/28  25/26  A1/A2  31/34  31/32  15/18  15/16  27/28 	2 conmutadores retardados 1 conmutador + 1 contacto de cierre retardado; 1 conmutador instantáneo
 7PU43 40	7PU43 40, relé de tiempo multifunción, 8 gamas de tiempo		
	Con LED; Exactitud de regulación ± 5 % El relé 7PU43 puede ser regulado para diferentes funciones mediante conectores codificados que se adjuntan al suministro En A1 y B1 debe conectarse el mismo potencial	Retraso a la excitación Retraso a la desexcitación Retraso a la excitación y Retraso a la desexcitación Paso a la desconexión Paso a la conexión Impulsos Intermitente Diagramas véase página 2/15	1 conmutador
 7PX9 904	Conect. codif. (Repuesto)	Juego completo	Para aparatos con 1 conmutador

Fig. 42 Relés de tiempo

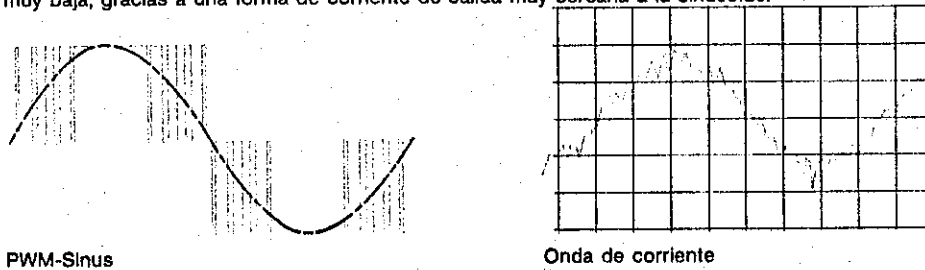
2.2.6.2 Mando de potencia, electrónico.

El mando de potencia, electrónico, es el que controla el arranque de una máquina desde el reposo hasta una velocidad establecida y reciben el nombre de variadores de velocidad. Los variadores de velocidad pueden ser para motores de corriente alterna y para motores de corriente continua.

2.2.6.2.1 Variadores de velocidad para motores de corriente alterna.

Estos variadores de velocidad son convertidores de frecuencia destinados a la alimentación y control de los motores asíncronos. Funcionan según el principio de modulación de longitud de impulso (PWM Sinus) por segmentación de una tensión continua fija, lo cual asegura una rotación regular sin sacudidas, ya que, la corriente de salida es muy cercana a la senoide. En la siguiente figura se da una descripción y gráfica del principio de modulación de longitud de impulso (PWN SINUS).

Los variadores de velocidad Altivar 5 son convertidores de frecuencia destinados a la alimentación de los motores asíncronos normalizados, en una gama de potencia de 90 W a 90 kW y comercializados en 3 series : 15, 151 y 45. Funcionan según el principio de modulación de longitud de impulsos (PWM Sinus) por segmentación de una tensión continua fija. Esta técnica asegura una rotación regular y sin sacudidas de los motores, incluso a velocidad muy baja, gracias a una forma de corriente de salida muy cercana a la senoide.



PWM-Sinus

Onda de corriente

La fiabilidad del producto es el resultado de una gran integración de las funciones electrónicas y de los medios industriales de control, llevado a cabo en todos los niveles de la cadena de producción.

Fig. 43 Principio de modulación PWM-Sinus

Los variadores de velocidad para motores asíncronos suministran una frecuencia y voltaje variables con lo cual se logra calidad en el arrastre, rotación regular y sin oscilaciones, velocidades bajas y, además, posibilidades de diálogo con el operador o con autómatas programables. Está constituido por un puente rectificador que forma una fuente de tensión continua, alimentado por una señal trifásica; tiene un circuito de filtrado y un ondulator que crea a partir de la tensión continua fija, una red alterna trifásica a tensión y frecuencia variable. Cada una de estas etapas está controlada por un microprocesador que asegura las funciones de mando de los componentes de potencia, el diálogo y la protección. En la siguiente figura se muestra un diagrama de bloque de las etapas de funcionamiento de este tipo de variador de velocidad.

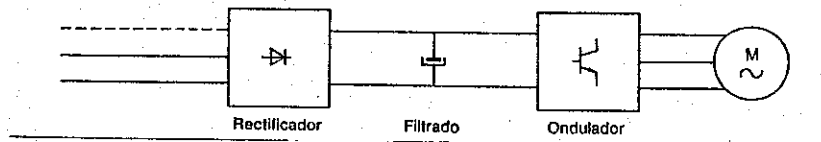
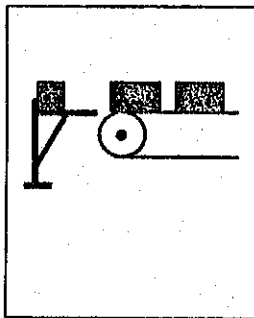


Fig. 44 Etapas de un variador de velocidad

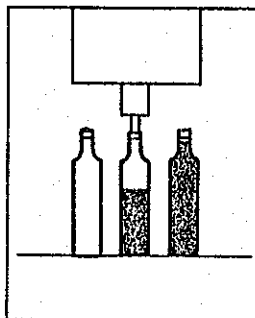
Además de las propiedades mencionadas de los variadores de velocidad para motores asíncronos, se pueden mencionar: posibilidad de arranque suave, reducción de la intensidad de arranque, frenado, ahorro de energía con carga parcial, funciones múltiples de protección y vigilancia, posibilidad de comunicación con PC. En la industria es común encontrar aplicaciones como las que se muestran en la siguiente figura:

La mantención



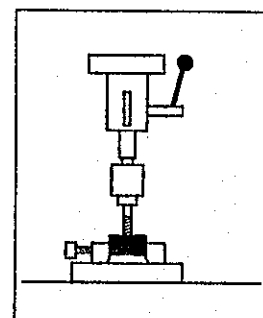
- Transportadores
- Cintas transportadoras
- Puentes-grúa
- Carros de mantención
- Máquinas transferts.

El acondicionamiento y el embalaje



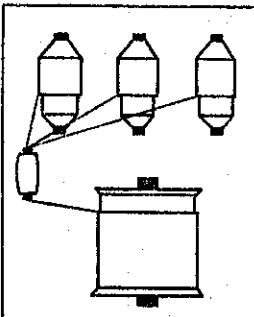
- Máquinas específicas
- Transvasadoras
- Etiquetadoras
- Paletizadoras
- Dosificadoras.

Las máquinas-herramienta



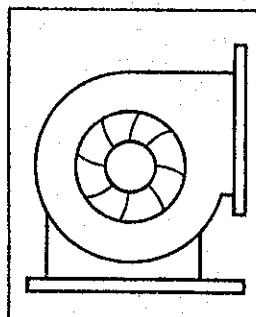
- Taladradoras
- Tornos
- Fresadoras
- Rectificadoras.

El textil



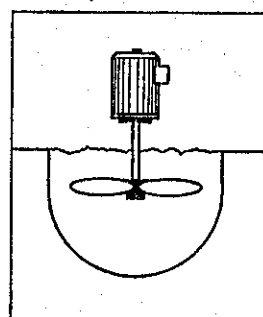
- Bobinadoras
- Máquinas de coser
- Tricotosas
- Devanadoras.

Las máquinas centrífugas



- Bombas centrífugas
 - Ventiladores
- Para estas aplicaciones una adaptación especial de la ley tensión/frecuencia del variador permite mejorar el rendimiento del conjunto motovariador series 151 y 45.

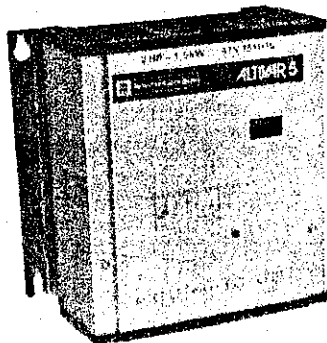
Las máquinas diversas



- Sierras circulares
- Agitadoras, mezcladoras
- Tornillo de Arquimedes
- Secadoras
- Centrifugadoras
- Mesas vibradoras
- Bancos de pruebas
- Enrolladores.

Fig. 45 Aplicaciones de un variador de velocidad

En la figura se muestran dos de los variadores más utilizados en la industria automatizada en Guatemala, y, sus características.



ATV-151U15

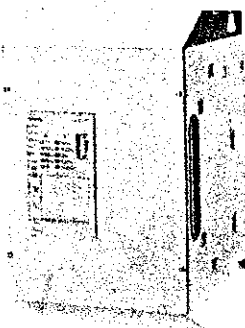
Variadores con gama de frecuencia de 1 a 67/80 Hz (extensión posible 1 a 110/132 Hz)

Red Tensión de alimen- tación	Intensidad de línea		Motor Potencia placa		Altivar 5 Intensidad de salida permanente	Grado de protección	Referencia
	monofá- sica	trifá- sica	kW	CV	A		
220/240 V 50/60 Hz monofásica	14	10	1,5	2	6,8	IP00	ATV-151U15M0
						IP20	ATV-151U15
						IP54	ATV-151U15M5
o trifásica	18	14	2,2	3	9,6	IP00	ATV-151U22M0
						IP20	ATV-151U22
						IP54	ATV-151U22M5
380/415 V 50/60 Hz trifásica	—	3,3	0,75	1	2,2	IP00	ATV-151075Q0
						IP20	ATV-151075Q
						IP54	ATV-151075Q5
	—	6	1,5	2	4	IP00	ATV-151U15Q0
						IP20	ATV-151U15Q
						IP54	ATV-151U15Q5
	—	9	2,2	3	6	IP00	ATV-151U22Q0
						IP20	ATV-151U22
						IP54	ATV-151U22Q5

Fig. 46 Variador de velocidad Telemecanique

Datos para selección y pedidos

Tensión de servicio nominal U_n V	Con temperatura ambiente 40 °C		Con temperatura ambiente 55 °C		No. de pedido
	Intensidad de servicio nominal I_n A	Potencia nom. de los motores trifásicos kW (con 400 V)	Intensidad de servicio nominal I_n A	Potencia nom. de los motores trifásicos kW (con 400 V)	
Ejecución básica con protección electrónica e interfase serie RS 232					
200 hasta 500	7	3	5,5	2,2	3RW22 21-1AB15
	10,5	4	9	4	3RW22 23-1AB15
	22	11	16	7,5	3RW22 25-1AB15
	28	15	22	11	3RW22 26-1AB15
	35	18,5	32	15	3RW22 27-1AB15
	45	22	37	18,5	3RW22 28-1AB15
	50	25	45	22	3RW22 30-1AB15
	70	37	63	30	3RW22 31-1AB15
	100	55	85	45	3RW22 34-0AB15
	135	75	110	55	3RW22 35-0AB15
	160	90	140	75	3RW22 36-0AB15
	200	110	170	90	3RW22 37-0AB15
	235	132	205	110	3RW22 38-0AB15
	285	160	250	132	3RW22 40-0AB15
	355	200	285	160	3RW22 41-0AB15
200 hasta 415	560	315	450	250	3RW22 43-0AB15
	700	400	560	315	3RW22 45-0AB15
	900	500	700	400	3RW22 47-0AB15
	1200	630	1000	560	3RW22 50-0AB15
	285	160	250	132	3RW22 40-0AB14
	355	200	285	160	3RW22 41-0AB14
560	315	450	250	3RW22 43-0AB14	
700	400	560	315	3RW22 45-0AB14	
900	500	700	400	3RW22 47-0AB14	
1200	630	1000	560	3RW22 50-0AB14	



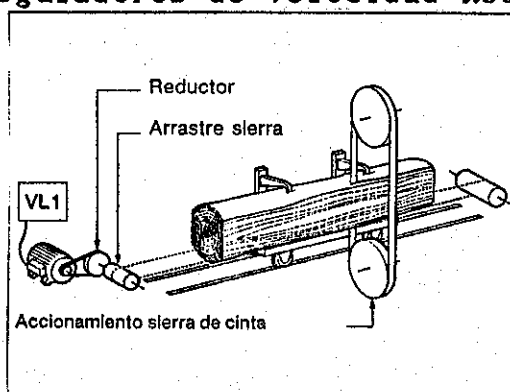
3RW22

Fig. 47 Variador de velocidad Siemens

2.2.6.2.2 Variador de velocidad para motores dc.

Los variadores de velocidad para motores de corriente continua se utilizan para alimentar motores con excitación separada, a partir de una red monofásica o trifásica. Tienen gran aplicación en sectores de la industria donde es necesaria una regulación de velocidad o en condiciones muy severas o, bien, gama de velocidad de 1 a 300 y con gran precisión de posicionamiento. Muchos de estos reguladores, dependiendo del tipo y la marca, se prestan a un diálogo muy extendido con el operador, incluso, con posibilidad de conectarse a un autómata programable, lo cual es de mucha utilidad en cualquier proceso automático en donde se requieran características como: disponer de un par elevado a baja velocidad, posibilidad de elección de la velocidad y el sentido de marcha con una simple maniobra.

En la figura se muestran algunas aplicaciones del uso de los reguladores de velocidad Rectivar de Telemecanique.



Para el corte de troncos, como para cualquier operación de fabricación, es importante reducir los tiempos muertos con el fin de mejorar la productividad. Es necesario:

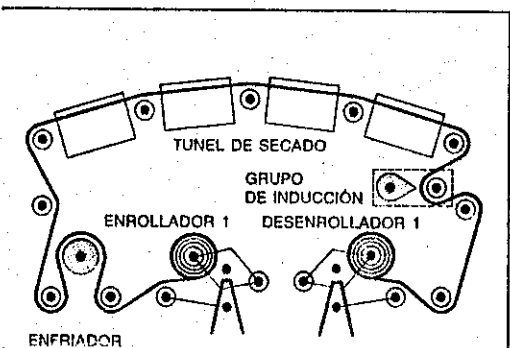
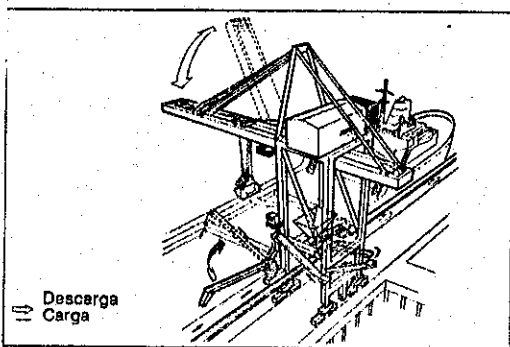
- disponer de una zona de velocidad amplia que permita optimizar la velocidad de corte y la velocidad de retorno rápido;
- disponer igualmente de un par elevado a baja velocidad, en el momento del corte;
- realizar inversiones de marcha rápidas, reduciendo cuanto más el consumo de energía durante el ralentizamiento, lo que aporta el variador reversible RTV-641 (VL1) frenando por recuperación.

El operador elige la velocidad y el sentido de marcha maniobrando un combinador en el cual está acoplado un potenciómetro para visualización de velocidad.

La solución elegida aporta una dinámica de movimiento que permite aumentar la cadencia de producción siempre y cuando lo autoriza la mecánica y lo desea el utilizador. El objetivo es ofrecer a los barcos dispositivos de descarga y de carga rápidos y fiables, limitando la duración de su inmovilidad.

Es necesario pues:

- trabajar a velocidades máximas, evitando los golpes y los balanceamientos de la cuchara;
- asegurar el posicionamiento preciso de esta última por encima de las calas y de la cinta de recepción;
- mantener un ritmo elevado de maniobras repetitivas optimizando sus recorridos, con el fin de asegurar el máximo caudal;
- facilitar la explotación y el mantenimiento del sistema.



El proceso de enlacado del papel no tolera ni parada ni ralentizamiento de la línea e impone un desenrollador y un enrollador dobles que permiten el cambio de bobina. En funcionamiento normal estos frenan o arrastran una bobina cuyo radio e inercia varían permanentemente. En el momento de un cambio de bobina, se produce una variación brusca de todos los parámetros: radio, inercia, recorrido del papel (rozamientos).

Es indispensable:

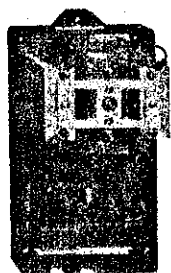
- mantener constante la velocidad lineal necesaria en el proceso;
- prohibir cualquier intervalo brusco sobre la tracción, que es la causa de atascos o rupturas, la tracción puede ser constante u obedecer a una ley predeterminada.

Fig. 48 Aplicaciones de un regulador de velocidad

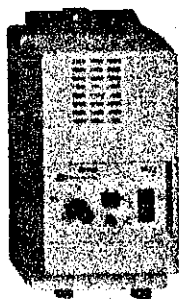
Un variador de velocidad para motores DC está constituido de la siguiente forma: una fuente de tensión variable para el inducido del motor, elaborado a partir de un puente rectificador controlado y alimentado por la red. Una fuente de tensión fija o controlada para el inductor, elaborada a partir de un puente rectificador con diodos o tiristores alimentado por la red. Unos elementos de control asociados que dan órdenes de conmutación a los tiristores del puente rectificador controlado.

Estos elementos están constituidos por una tarjeta electrónica que agrupa: las alimentaciones estabilizadas, los bucles de enclavamiento velocidad y corriente, el cebador, los circuitos de enclavamiento del conjunto regulador- cebador, los transformadores de impulso para cebado de los tiristores, el circuito de lectura de la corriente del motor.

La regulación de la velocidad se puede asegurar a partir de un dinamo tacométrico. En la siguiente figura se muestra un regulador de velocidad, los elementos principales que lo constituyen y algunas de sus especificaciones:



VA3-C010M1



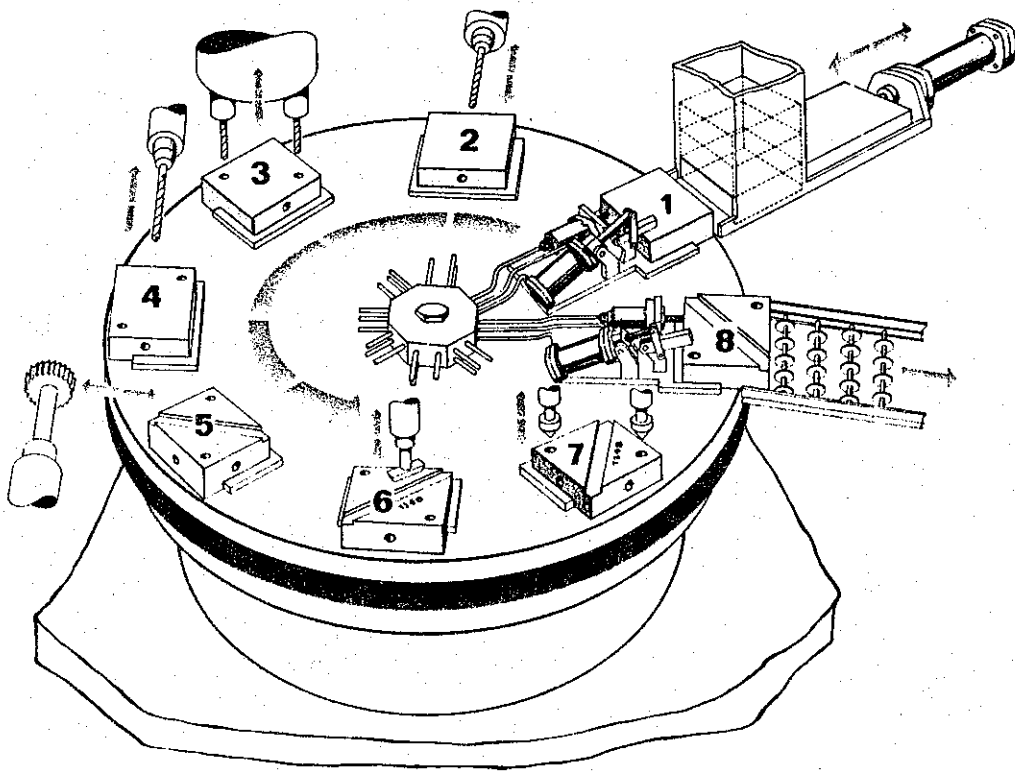
VA3-C014M4

Gama de velocidad	Variador (1)		Fusibles UR Calibre	Motor				Rectivar 4 (2) Referencia (3)	
	Intensidades máx. permanente	Intensidades línea		Potencia máxima (5) para una red 50/60 Hz		Intensidad I exc.			
	A	A	A	220/ 240V kW	220V kW	380V 415V (4) kW	A		
Puente mixto unidireccional									
1 a 20 en U-RI	10	13	20	1,1	—	1,8	—	1	VA3-C010•1
	15	18	25	1,6	—	—	—	1	VA3-C015M1
	20	25	32	2,2	—	4	—	1	VA3-C020•1
	27	33	63	3	—	5,5	—	1	VA3-C027•1
1 a 30 con DT	7	9	20	0,75	—	1,2	—	1	VA3-C007•4
	14	17	32	1,5	—	2,4	—	1	VA3-C014•4
	19	24	63	2,2	—	3,7	—	1	VA3-C019•4
1 a 200 con DT	6	7,5	20	0,65	—	—	—	2	RTV-04U60M
	12	15	25	—	1,3	2,4	2,65	2	RTV-04D12Q (6)
	24	30	40	—	2,7	4,7	5,15	2	RTV-04D24Q (6)
	44	55	80	—	5	8,7	9,5	2	RTV-04D44Q (6)
Puente completo reversible estático									
1 a 200 con DT	12	16	25	—	1,2	2,4	—	2,5	VD1-C012MQ (7)
	24	32	40	—	2,4	4,23	—	2,5	VD1-B024MQ (7)
	48	64	80	—	5,1	9,15	—	2,5	VD1-B048MQ (7)
Puente completo reversible estático de paso de corriente									
1 a 500 con DT	12	16	25	—	1,2	2,1	—	2,5	VF1-C012MQ (7)
	24	32	40	—	2,4	4,23	—	2,5	VF1-B024MQ (7)
	48	64	80	—	5,1	9,15	—	2,5	VF1-B048MQ (7)

Fig. 49 Elementos principales de un regulador de velocidad

2.2.7 Accionadores.

Los accionadores en un autómata móvil se refieren a los dispositivos motores responsables para llevar a cabo las funciones o trabajo para el cual esta diseñado el autómata. Entre estos accionadores hay: cilindros neumáticos, motores asíncronos, motores dc, frenos neumáticos, frenos eléctricos, magnetos. En la siguiente figura se muestra una aplicación de estos accionadores a una autómata, en el cual se realizan operaciones automatizadas como: introducir la pieza, taladrar vertical y horizontalmente, fresar, marcar, avellanar y descargar el producto terminado.



④

Fig. 50 Aplicaciones de los accionadores

Capítulo 3. Funciones de un autómata móvil en la producción y en el control de calidad.

En la década de los años 80 y 90, la utilización de los autómatas móviles en los procesos de producción se ha incrementado, debido a todas las ventajas que la automatización de los procesos implica. Las ventajas principales, debido a la automatización y utilización de autómatas móviles son: ventajas en la operación, registro y reportes.

3.1 Efecto de un autómata móvil en la operación.

Con el uso de autómatas móviles en los procesos de producción se han tenido ventajas considerables en: incremento en las velocidades de producción, optimización de la calidad, incremento en el rendimiento y disminución de los costos de operación.

3.1.1 Incremento en las velocidades de producción.

El incremento en las velocidades de producción van acompañados de los avances de la tecnología como: mayores aplicaciones de los metales rápidos, grasas con alta resistencia a la temperatura, cojinetes especiales para altas revoluciones, materiales y dispositivos con alta resistencia a fricción y temperatura, materias primas adecuadas, etc. Muchos procesos de producción ya se trabajan a velocidades tan altas que es imposible para un operador realizar la intervención o, sea, la operación de la máquina, en muchos de estos procesos la solución ha sido la utilización de autómatas móviles. Los motivos por los cuales un autómata móvil si es capaz de operar el proceso de producción en esas condiciones de altas velocidades de producción se debe, principalmente, a: la precisión en los trabajos y controles realizados por los elementos mecánicos y electrónicos que conforman al autómata móvil, la posibilidad de comunicarse, electrónicamente, con la máquina y, así, saber el momento preciso en que se tiene que realizar la intervención, su flexibilidad a adaptarse, rápidamente, a cambios de lotes o modificaciones en el proceso, simplemente, con pequeños cambios en el software que lo maneja, posibilidad de incorporarle en sus brazos y articulaciones, elementos y herramientas de alta capacidad y trabajo, etc.

3.1.2 Optimización de la calidad.

Los mercados nacionales e internacionales, cada vez, exigen de los productos, cierto nivel de calidad regido por estándares o por normas, si se quiere competir en estos mercados hay que fabricar productos de superiores o iguales calidades. La calidad de un producto está afectada por factores como: materia prima, tipo de proceso de producción, maquinaria con la cual se hace, muestreos frecuentes de control de calidad, etc.

3.1.2.1 Materias primas en la calidad.

Para la fabricación de cualquier producto se puede utilizar gran variedad de calidades y orígenes de las materias primas, lo cual influye en la calidad del acabado del producto final. Los productos baratos no siempre rinden la misma calidad en el proceso y en el producto final y, depende del empresario, la decisión de su utilización, analizando, por ejemplo, a qué mercado está dirigido o si esta materia es trabajable en su proceso de producción o no. En la actualidad, en los procesos de producción automatizados y de velocidades de producción alta, es necesario la utilización de materias primas que se adapten a estos procesos y que, al mismo tiempo rindan un producto final competitivo y dentro de los rangos normalizados de calidad.

3.1.2.2 El tipo de proceso de producción en la calidad.

La calidad se ve afectada, fuertemente, por el tipo de proceso de producción y, principalmente, en procesos de producción automatizados. Los procesos de producción convencionales de un producto, no necesariamente, son los mismos cuando se automatiza el proceso, con el cual se logra, frecuentemente, superiores calidades no sólo en los pasos intermedios del proceso, sino, que, también en el producto final; la optimización de la calidad por el uso de procesos de producción automatizados, comparado contra un proceso convencional, se hace más evidente en procesos como: procesos que incluyen dosificaciones, acabado superficial o procesos donde se requieran coeficientes de variación muy bajos entre lotes de producto terminado.

3.1.2.3 Por el tipo de maquinaria.

En automatización de procesos siempre existen empresas que son líderes en el know how del proceso y la tecnología, y, que están en constante investigación para innovación de su maquinaria y equipo. Es por eso que el tipo y procedencia de la maquinaria a utilizar tiene gran influencia en la calidad del producto final.

3.1.2.4 Por los frecuentes muestreos para control de calidad.

Con la ayuda de los microprocesadores es posible la revisión más frecuente de la calidad, incluso, ya se utilizan instrumentos para el control de la calidad en continuo o, sea, que ya no es necesario interrumpir los procesos de producción, sino, que, constantemente, se está enviando o recibiendo la información a través de sensores palpadores, según el caso, o, el producto que se este fabricando. Por ejemplo: en textiles, en la fabricación de hilo, existen empresas como Zellweger Uster las cuales fabrican unidades capacitivas o fotoeléctricas con las cuales se mantiene un control constante y continuo de la calidad del hilo que se está fabricando, éstos son dispositivos inteligentes que, al mismo tiempo que controlan, son capaces de mandar órdenes de parar y dar aviso de los husos que están en mal estado, para que el autómeta móvil los intervenga y deseche.

El papel que juega un autómeta móvil en el control más frecuente de la calidad en los procesos automatizados es muy importante y a esas velocidades tan altas de producción un error no detectado a tiempo puede ser muy considerable.

3.1.3 Incremento de los rendimientos y eficiencia.

Con la utilización de autómetas móviles en los procesos de producción se pueden obtener mayores porcentajes de eficiencia y rendimiento; uno de los motivos principales de este incremento se debe a la posibilidad, debido a la comunicación digital de que, instantáneamente, el autómeta pueda saber en qué punto o fase del proceso se necesita su intervención aunque, en ese momento, se encuentre ocupado y al existir más de dos puntos a intervenir, el autómeta tiene la capacidad de decidir a qué punto le conviene ir primero. Otras ventajas que influyen en este incremento es la posibilidad de hacer trabajos o maniobras cíclicas y repetitivas con mucha exactitud y precisión, facilidad de hacer cambios de sus funciones con un cambio rápido de software, con la utilización de una segunda memoria de trabajo o por las ventajas de moverse y desarrollar a velocidades superiores a las de un operador humano.

3.1.4 Disminución de los costos de operación.

La automatización y la utilización de autómetas móviles tiene una gran influencia en la disminución de costos de producción como: ahorro de recursos humanos y todo el ahorro que implica no sólo en planillas, sino que, también, en infraestructura, alta capacidad en esfuerzos y velocidad en la operación de la máquina a la cual esté asignado, disminución de perdidas por errores humanos de operación.

3.2 El autómata móvil en el registro y reporte de los datos de producción.

La utilización de un autómata móvil representa ventajas en el registro, reporte y almacenamiento de datos del proceso de producción; ya que, se tiene la posibilidad y versatilidad para registrar y almacenar datos de la producción, calidad y rendimiento.

Gracias a la ventaja de la informática y la posibilidad de una comunicación constante y en línea de autómata máquina, el autómata móvil es capaz de saber datos como: velocidades, materiales en proceso, partidas o lotes, tiempos no productivos, calidades, motivos de paros, rendimiento, etc. Toda esta información que el autómata sensa y recibe de la máquina, pueden ser comunicadas a un computador central ubicado en un punto estratégico y, en un momento dado, el ingeniero o jefe de producción y mantenimiento pueden saber qué es lo que está pasando en la máquina sin tener que estar presente en ella. Un ejemplo de reporte de producción de una máquina textil de hilar, obtenido de la computadora ubicada en la oficina del ingeniero de planta tiene una estructura de la siguiente forma:

Reporte de producción	
Fecha:	23/marzo/1,995
Turno:	A
Hora:	10:30:21 A.M
Máquina No.:	9
Material:	Algodón 100%
Lote:	L-8978
Título de Hilo:	20/1 Ne.
Torsión:	20.1 T/"
Velocidad de producción:	40 k/h
Roturas por mil horas:	250
Bobinas producidas:	320

Fig. 51 Ejemplo de reporte de producción

Se tiene, además la flexibilidad de solicitar que se reporte, a criterio del jefe de planta, sólo la información que se considere necesaria; esta información, a la vez, puede ser almacenada en disquetes y, con ello, llevar record de producción y compararse, por ejemplo, en el tiempo, con la producción de días, meses o años anteriores. En una máquina textil de hilatura, por ejemplo, es posible obtener reportes del estatus completo de cada huso; datos como rendimiento por huso, calidad, No. de paros y el motivo. En la figura siguiente se muestra un reporte de husos de una máquina textil de hilar:

REPORTE DE HUSOS

MAQUINA No.: 8
FECHA: 23/03/95
HORA: 10:35 A. M.
MATERIAL: ALGODON 100 %
TITULO: 20/1
RENDIMIENTO TOTAL: 96.4 %

HUSO	%	CV	PAROS	CAL.	MAT.	MEC.	ELEC.	OP.
1	90	10.6	3	10	0		0	0
2	95	10.4	2	0	5	0	0	0
3	63	11.3	10	20	0	67	0	0
4	95	10.4	3	0	0	0	5	0
5	100	10.0	0	0	0	0	0	0
6	98	10.0	1	0	2	0	0	0
7	100	10.0	0	0	0	0	0	0
8	98	10.2	1	0	1	0	0	0
9	0	-	-	-	0	100	0	0
10	100	10.1	0	0	0	0	0	0
11	96	10.3	2	5	0	0	0	5
.
.
.

Fig. 52 Ejemplo de reporte de estado de máquina

En este reporte el autómata informa de cada huso individual y da informaciones del rendimiento, coeficiente de variación, paros por huso, motivo de los paros: por mala calidad, por falta de material, por falla mecánica, por falla eléctrica, por falta de operación y el tiempo en rendimiento perdido.

Reportes similares a este pueden ser obtenidos con la ayuda de la automatización e, incluso, con reportes diarios, semanales, mensuales; existen softwares con variedad de aplicaciones estadísticas, y gráficas con las cuales se puede visualizar, fácilmente, cuales son las tendencias y, así, adoptar las acciones y políticas necesarias al caso.

Capítulo 4. Mantenimiento de un autómata móvil.

El mantenimiento de un autómata móvil consiste en una serie de trabajos que hay que ejecutar a fin de conservarlo en buenas condiciones y que, por lo tanto, pueda ejecutar sin ningún problema o error el trabajo para el cual fue diseñado.

Para el ingeniero, el objetivo es la conservación ante todo del servicio eficiente que presta el autómata y debe tener muy presente los costos de mantenimiento, factores que hacen necesario el mantenimiento, personal calificado y adiestrado, las decisiones respecto del mantenimiento, tipo de mantenimiento, existencia de repuestos.

4.1 Costos de un autómata móvil.

Los costos totales de inversión y mantenimiento de un autómata móvil comprenden los costos iniciales de inversión, costos de falla y costos de mantenimiento.

4.1.1 Costos de inversión.

Los costos de inversión de un autómata móvil incluyen los costos iniciales y los costos de depreciación. Los costos iniciales de inversión de cualquier sistema automatizado son muy altos ya que en ellos se consideran no solamente los costos de diseño e importación de tecnología, sino, también, los costos de las partes y componentes especiales que forman al autómata, los cuales irán bajando en el transcurso del tiempo debido al uso y vejez del equipo. Los costos de inversión considerando la depreciación versus el tiempo de vida útil de un autómata móvil pueden expresarse en una gráfica de la siguiente forma:

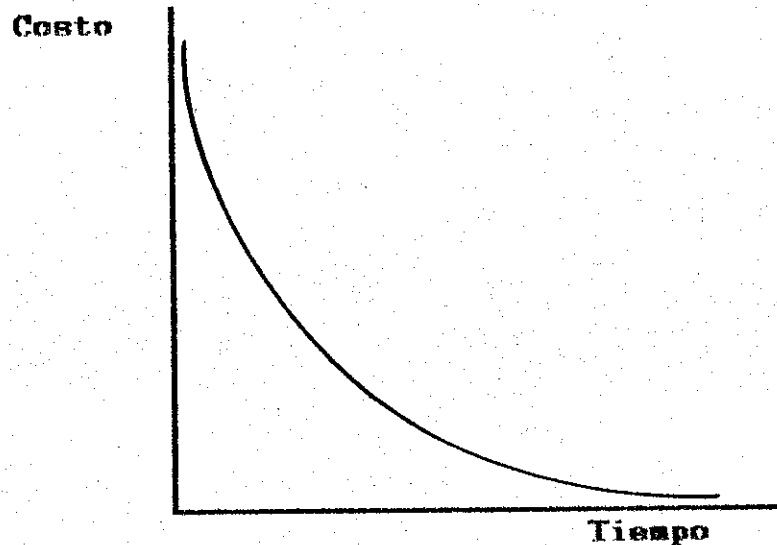


Fig. 53 Gráfica de los costos de inversión

4.1.2 Costos de falla.

Los costos de falla de un autómata móvil son, inicialmente, cero. Estos costos después de un tiempo llamado tiempo de vida empezarán a incrementarse poco a poco debido al agotamiento o desgaste de los elementos mecánicos o eléctricos que componen el autómata móvil. Estos costos más adelante pueden ser bastante representativos y, por lo tanto, deben considerarse muy en serio ya que se puede llegar a un punto en el cual, económicamente, ya no sea rentable seguir trabajando el autómata y sea mejor sustituirlo por uno nuevo. Los costos de falla y su incremento, versus el tiempo de operación del autómata, se expresan en la siguiente gráfica:

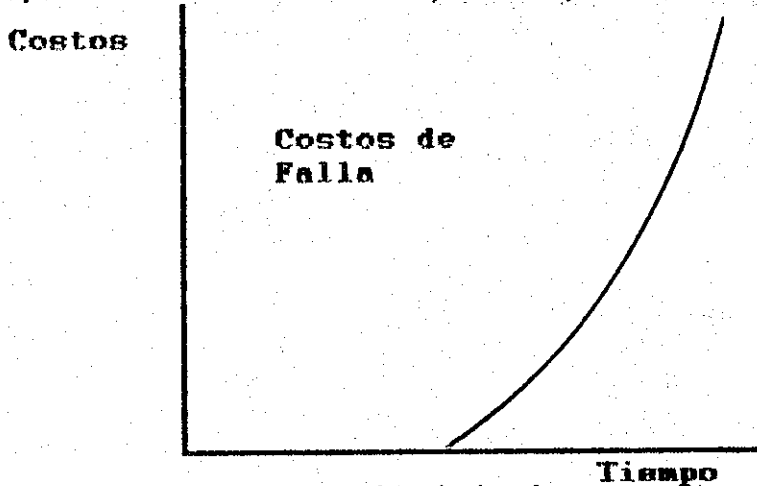


Fig. 54
Gráfica de costos de
falla

4.1.3 Costos de mantenimiento.

Entre los costos de mantenimiento están considerados los costos debido a la manutención del equipo para tener al autómata móvil siempre en condiciones adecuadas para el trabajo a realizar. El ingeniero de mantenimiento juega un papel muy importante en estos costos ya que tiene que decidir respecto al tipo de mantenimiento a realizar. En la siguiente gráfica se muestran los costos de mantenimiento versus el tiempo de operación y se puede apreciar como estos costos se incrementan considerablemente con el tiempo debido al desgaste y deterioro de los elementos que conforman al autómata móvil lo cual hace necesaria su reparación o reemplazo.

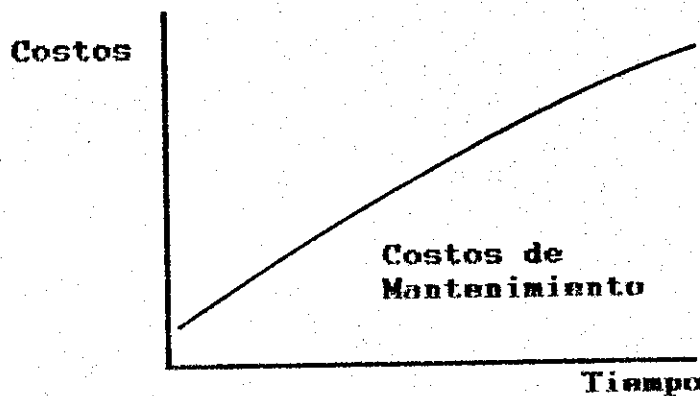


Fig. 55
Gráfica de costos de
mantenimiento

4.1.4 Costos totales.

Son costos totales de servicio e inversión, los cuales resultan de la suma de los costos de inversión, costos de falla y costos de mantenimiento. El comportamiento de los costos totales en el tiempo tienden a ser un poco mayores al inicio y al final, existiendo un periodo de tiempo intermedio en que estos costos son mínimos, siendo uno de los objetivos del mantenimiento el lograr que este periodo de tiempo de costos mínimos sea lo más prolongado posible. Los costos de un autómata móvil se representan en la siguiente figura en la cual al superponerlos se obtienen los costos totales en la cual se puede observar el periodo intermedio de costos mínimos mencionados.

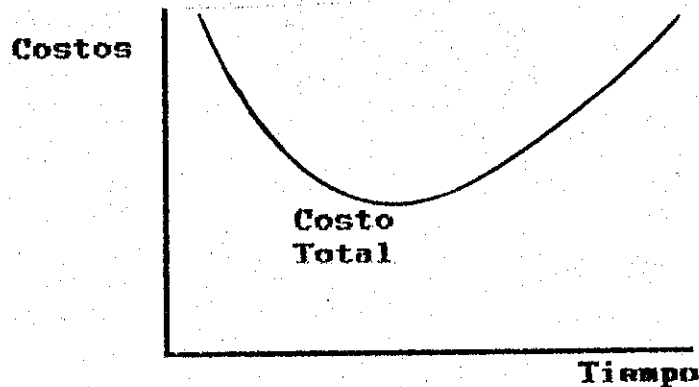


Fig. 56 Gráfica de costos totales

4.2 Factores que hacen tan importante el mantenimiento.

El mantenimiento busca una conservación adecuada del equipo, reducir al mínimo las suspensiones de trabajo, hacer más eficaz el empleo del recurso humano y todo a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible. Y es por eso que para su planificación y programación hay que tomar en cuenta factores muy influyentes como: la creciente automatización y mecanización de los procesos, aumento de inventario de repuestos, controles más estrictos de la producción, plazos de entrega de producción, cortos, exigencias crecientes de buena calidad, costos mayores.

4.2.1 La creciente automatización y mecanización de los procesos.

La automatización y mecanización ha tenido mucho campo de aplicación en procesos repetitivos y en procesos que se realizan en condiciones inadecuadas de salud y seguridad para el operador, con ello se ha obtenido gran reducción en los costos de mano de obra directa, por lo tanto es muy importante la conservación para poder mantener la producción y el servicio que presten.

4.2.2 Aumento de inventarios de repuestos.

Un autómata móvil está compuesto de muchos elementos no sólo mecánicos sino que, también, eléctricos y electrónicos, lo cual hace necesario la existencia de un inventario de repuestos, bastante alto; por ello, es muy importante que el ingeniero de mantenimiento programe y planifique lo mejor posible su mantenimiento y el tipo de mantenimiento a aplicar y, con ello, lograr disminuir un poco el stock necesario de repuestos y, como consecuencia, una disminución en los costos.

4.2.3 Controles más estrictos de la producción.

Los controles, cada vez más estrictos de la producción, tienen como objetivo principal la reducción, al mínimo, de los materiales entre las distintas etapas intermedias de un proceso, con lo cual se consigue disminuir los costos de inversión en material y proceso; por lo tanto, un paro debido a falla de mantenimiento es, considerablemente, significativo.

4.2.4 Plazos de entrega, cortos.

Los plazos de entrega, cortos, que benefician al manufacturero, ya que disminuyen los inventarios de producción y, al cliente, proporcionándole un mejor servicio, hace que las interrupciones por fallas en la producción tengan un efecto bastante perjudicial.

4.2.5 Exigencias crecientes de buena calidad.

Un producto bien terminado mejorará las ventas y, también, hace más competitivo el producto en los mercados nacionales e internacionales; cada vez más, los mercados internacionales son más exigentes con los productos y muchos de ellos tienen que regirse y cumplir con normas de calidad para comercializarse hacia otros países. Por ello, es necesario que el mantenimiento, constantemente, pueda corregir cualquier condición impropia que pueda perjudicar la calidad en la producción.

4.2.6 Costos mayores.

Debido a que la mano de obra es cada vez más cara y especializada y al aumento constante de los precios de la materia prima y los accesorios, debe considerarse con mucha atención los costos mayores para planificar y programar de la mejor forma posible los mantenimientos.

4.3 Personal calificado.

Debido a la gran importancia del mantenimiento de un autómata móvil, el ingeniero encargado debe tener constantemente, una actitud respecto del mantenimiento susceptible de mejora como: conocimiento de la función de mantenimiento, aplicar principios de administración al mantenimiento, adiestramiento a directores y supervisores de mantenimiento, posibilidad de disminuir costos.

4.3.1 Conocimiento de la función de mantenimiento.

Es común en muchas empresas que se descuide el mantenimiento, por desconocimiento de su función; los síntomas principales que el ingeniero tiene que tener muy en cuenta para detectar si está descuidando la aplicación del mantenimiento son: numerosos paros de máquinas, frecuentes horas extras de trabajo, falta de programas de reposición de repuestos, preparación inadecuada del personal de mantenimiento, instalaciones y medios deficientes.

4.3.2 Aplicación de los principios de administración al mantenimiento.

Muchas veces los programas de mantenimiento se hacen al margen de los principios de administración como: planificación orgánica, procedimientos escritos, medición del desempeño, planeación y programación, programas de adiestramiento, técnicas de motivación, control de costos.

4.3.3 Capacitación y adiestramiento a directores y supervisores de mantenimiento.

Generalmente, los directores y supervisores de mantenimiento son seleccionados tomando en cuenta su antigüedad y conocimientos técnicos en la empresa, no se lleva a cabo ningún entrenamiento técnico más especializado ni administrativo, dando como resultado que el nuevo personal a sacrificios de la producción y la calidad, empíricamente, logra ir especializándose en sus tareas.

La capacitación y adiestramiento del personal en este caso se puede lograr, principalmente, por medio de cursos especializados en el extranjero o, sea, en los países fabricantes del autómata móvil, cursos organizados dentro de la misma empresa, cursos organizados por los proveedores locales o representantes locales de los distintos componentes que forman el autómata, cursos organizados por el Intecap.

4.3.3.1 Cursos en el extranjero.

La tendencia, actualmente, en la industria moderna es cada vez más ir automatizando la mayor parte de sus procesos de producción, por lo tanto, es necesario que el ingeniero encargado del mantenimiento esté preparado para afrontar la responsabilidad de manutención del autómeta. Una de las formas principales para adiestrar al ingeniero es por medio de cursos en el extranjero ofrecidos por el fabricante de la maquinaria. Este tipo de cursos tiene muchas ventajas entre las cuales se pueden mencionar: un aprendizaje acelerado ya que, normalmente, se le dedican 8 horas diarias de instrucción, mayor asimilación del ingeniero ya que no existen distracciones de la producción o el mantenimiento, posibilidad de profundizar más algunos aspectos técnicos ya que se dispone de los ingenieros de diseño, mayor aprendizaje práctico ya que, normalmente, se disponen de autómetas móviles de laboratorio o ensayo, posibilidad de conocer el equipo y personal de soporte y asesoría del que se puede disponer en un momento dado que suceda una falla difícil de resolver, se tiene la posibilidad de ver la forma bien organizada y tecnificada cómo trabajan estas fábricas, lo cual incentivará al ingeniero a superarse y tratar de desarrollarse mejor y aplicar estos principios en su retorno, se logra una muy buena importación de conocimientos y tecnología a nuestro país.

4.3.3.2 Cursos organizados por la empresa.

Los cursos en fábrica pueden ser ofrecidos por el fabricante de la maquinaria o pueden ser dados por el mismo ingeniero de planta o mantenimiento.

Los cursos en fábrica, normalmente, son dados por un instructor o tecnólogo de mucha experiencia practica; sus principales ventajas son que el participante no tiene que dejar las instalaciones de la fábrica para recibirlo, el curso es accesible a un número mayor de participantes, se dispone del equipo cerca por lo que se pueden resolver dudas más específicas, se le transmite al participante de experiencias del tecnólogo o instructor de fallas en otros lugares del mundo donde también se esté trabajando con este equipo.

Los cursos en fábrica también pueden ser dados por el ingeniero de planta o mantenimiento quien, previamente, ha recibido este tipo de instrucción en el extranjero y ahora le corresponde a él transmitir a su personal de apoyo. Este tipo de instrucción tiene las ventajas de ser más económico, de ser más disponible y de poderse repetir con el mismo personal o con un grupo diferente, las veces que se considere necesario.

4.3.3.3 Cursos organizados por los proveedores de repuestos.

Los proveedores locales o distribuidores de repuestos para autómatas, regularmente, organizan cursos de entrenamiento y capacitación de los repuestos originales o equivalentes que ellos suministran para la sustitución de partes en el mantenimiento. Empresas como Siemens, Conelec, Festo Pneumatic, etc. constantemente organizan este tipo de cursos; los cuales presentan ventajas como: hacer saber al ingeniero de planta o mantenimiento y personal de servicio no sólo de la operación y manutención del equipo sino que, también, dar a conocer la disponibilidad y asesoría que pueden dar al tener algún tipo de problema de sustitución o reaparición del mismo.

4.3.3.4 Cursos organizados por el Intecap.

Institutos de capacitación como el Intecap, constantemente, organizan cursos técnicos y administrativos dirigidos a diferentes niveles jerárquicos en una empresa. En este caso para el ingeniero encargado del mantenimiento este tipo de cursos le dan un gran apoyo en el entrenamiento de sus supervisores y personal de mantenimiento no sólo en los conceptos técnicos, sino que, también, en los conceptos administrativos del mantenimiento y del personal subalterno que está bajo su cargo. En algunas oportunidades no se le da mucha importancia a la parte administrativa del mantenimiento y con ello se sacrifica la producción y calidad ya sea por hacer mantenimientos no periódicamente controlados o por no tener la capacidad de organizar al personal en asignación de tareas y tiempos de ejecución.

Actualmente, muchas empresas están implementando ya programas de software de computación a través de los cuales se puede controlar la producción y el manteniendo, los cuales se encargan de avisarnos el momento para ejecutar determinado mantenimiento, tiempos de máquina parada, motivos del paro de la máquina, eficiencia en la producción, etc.

4.3.4 Posibilidad de disminuir costos.

La posibilidad de disminuir costos al disponer de personal calificado es un papel muy importante que debe tomar el ingeniero de mantenimiento y lo puede lograr mejorando los siguientes aspectos: reducir labores innecesarias por acciones preventivas, mejores métodos, mejores herramientas, mayor productividad de la mano de obra a través de programas y medidas de desempeño, mejor control de costos extraordinarios como tiempos adicionales y repuestos.

4.4 Decisiones respecto del mantenimiento.

Los criterios más importantes de decisión para un ingeniero de mantenimiento son: tipo de mantenimiento a aplicar, personal de servicio interno o externo, reparación o reposición, existencia de repuestos, control de asignación de tareas.

4.4.1 Decisiones respecto del tipo de mantenimiento a aplicar.

Muchos creen que el mantenimiento es para reparar algo que ha fallado, este concepto debe ser desechado ya que las averías son muy costosas. Muchas veces la falla de un elemento de una instalación provoca fallas en los componentes relacionados, con lo que el tiempo admisible de la avería es muy difícil de medir y al hacerlo se produce una diferencia entre la tasa de avería teórica y la tasa real determinada en base a datos históricos y muestreo.

Además de ocasionar efectos adversos en otros componentes del sistema, las averías dañan con frecuencia los materiales en proceso, desajustan los programas de producción, disminuye la eficiencia de producción o de personal y dependiendo del tipo de avería puede acarrear riesgos de seguridad o higiene industrial.

Para evitar los efectos negativos de las averías se recurre al mantenimiento preventivo, el cual consiste en las actividades que se llevan a cabo con el fin de disminuir la probabilidad de avería. Como mantenimiento preventivo se considera la lubricación, cambios frecuentes de partes o accesorios antes de llegar a una avería, inspecciones, etc. El ingeniero encargado del mantenimiento tiene que tener la capacidad y criterios suficientes para decidir el tipo de mantenimiento a aplicar, ya que, por ejemplo, un mantenimiento preventivo con mucha extensión de operaciones puede ocasionar que supere a los costos de avería y, con ello, pierda su potencialidad de ahorro en costos y tiempos de producción.

4.4.2 Personal de servicio interno o externo.

La decisión de utilizar para el mantenimiento personal propio de la empresa o personal externo es una decisión del tipo técnico y económico. Frecuentemente, el ingeniero se encontrará en situaciones en las que cierto mantenimiento requiere de una mano de obra bastante especializada y tiene que recurrir, obligadamente, a la contratación de personal externo para realizar esa tarea. Se debe, también, evaluar la economía de la mano de obra, ya que los gastos de mantenimiento de las empresas que cuentan con mantenimiento propio son bastante altos; a menos que se pueda variar la utilización de tal mano de obra. Una de las ventajas,

principalmente, de que una empresa cuente con su propio mantenimiento es que se pueden disminuir los tiempos improductivos debido a averías, ya que se tiene el personal de servicio disponible en cualquier momento.

4.4.3 Reparación o reposición.

La decisión de reparar o reponer un equipo o repuesto es, principalmente, de tipo económico. En la toma de decisión de reparación o reposición hay que considerar algunos principios básicos como: los costos de inversión del equipo anterior son costos disminuidos y no deben influir en la decisión. Al comparar opciones, cada una de ellas debe ser capaz de satisfacer los requisitos del proceso. Si en caso se decide reemplazar el equipo, su costo es el del equipo ya instalado y listo para trabajar. En el caso de que se vaya a reemplazar el costo del equipo existente, es el costo de venta menos el costo de remoción o si se va a reparar el costo del equipo más los costos de reparación o transformación. La decisión también está influida por el costo anual, el cual es igual a la suma de costos de inversión (amortización y retorno sobre inversión) costos de operación (mano de obra y mantenimiento) y gastos generales relacionados con impuestos y seguros.

4.4.4 Existencia de repuestos.

Al decidir el ingeniero de mantenimiento sus existencias de repuestos debe tomar muy en cuenta que los costos debido a esta existencia, son costos con las mismas características que representan los costos de depósito de materia prima, los costos de inventario de producto terminado, es decir costos de piezas, de espacio, de pedido y transporte. y por el contrario, cuando no se dispone de un repuesto para realizar una reparación, puede resultar bastante significativo y originar pérdidas en todos los costos de producción.

Los argumentos principales con los cuales el ingeniero de mantenimiento puede respaldar su decisión de existencia de repuestos son los siguientes: historial de frecuencia de fallas, experiencia del personal de mantenimiento, recomendaciones del fabricante de la maquinaria, recomendaciones del fabricante del repuesto en particular, disponibilidad inmediata del repuesto, análisis de cuellos de botella.

4.4.5 Control de asignación de tareas de mantenimiento.

Es muy importante mantener al máximo la efectividad y eficacia del personal de mantenimiento en la realización de las tareas asignadas. Con el propósito de medir la efectividad se tiene que establecer una medida de calidad de

trabajo. Existe una íntima relación entre efectividad y eficacia; esta puede medirse como una medida de rendimiento de personal de mantenimiento en comparación a una medida normalizada de producción. Muchas empresas progresistas han encontrado que la medida más satisfactoria para el rendimiento de trabajo es la hora normalizada (standard). Si se establece un tiempo normalizado para una tarea, se puede medir el rendimiento en comparación con el tiempo real empleado, que es una medida de eficacia. Esto significa que si se dispone de horas normalizadas para tareas de mantenimiento y se llevan registros de tiempo real empleados en las tareas por individuo o cuadrilla, se obtiene una medida de eficacia al comparar el tiempo real ocupado con el normalizado permitido.

Un método sencillo para obtener los datos necesarios de rendimiento es el de utilizar una boleta de trabajo la cual se puede llenar, manualmente, al realizar las tareas de mantenimiento y, posteriormente, el supervisor se encargará de calcular la efectividad.

4.5 Tipos de mantenimiento.

El mantenimiento tiene por objetivo conservar en perfecto estado de funcionamiento, todos los elementos productivos de una empresa ya sea máquinas o instalaciones, para lograr su máximo rendimiento, con la calidad adecuada y con un mínimo de costos. Se dice con la calidad adecuada ya que en determinadas circunstancias la máxima calidad sería un lujo innecesario.

El mantenimiento y la acción de servicio implica la realización de actividades como: reparar averías en un mínimo de tiempo, prever las posibles averías con anticipación suficiente para que éstas no se produzcan y, por lo tanto, eliminando paros imprevistos, verificar la calidad de fabricación de máquinas e instalaciones y en este caso de los autómatas móviles para evitar deterioro prematuro, reacondicionar los autómatas móviles o maquinaria para conseguir un estado próximo al que tenían nuevas, etc. Las acciones de servicio antes mencionadas se clasifican en tres tipos de mantenimiento: mantenimiento de avería, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo.

4.5.1 Mantenimiento de avería.

El mantenimiento de avería en su función se divide en reparación de avería y mantenimiento de avería. Se le llama reparación de avería a una función propiamente curativa, aunque este término, normalmente, no aparece en los manuales de mantenimiento, pero, ha sido adoptado por la similitud de esta acción con la de un médico y su paciente al encontrarse este enfermo y amerite una intervención del mismo inmediatamente; de esta misma forma la reparación de avería

es una reacción que se produce cuando una máquina ha dejado de funcionar con el consiguiente paro de la producción. La función de la reparación se inicia al presentarse la avería, es decir se diagnostica y de acuerdo con los resultados del mismo se planean actividades, recursos humanos, herramientas, repuestos, materiales para iniciar la reparación.

El mantenimiento de avería a diferencia del anterior, el tipo de avería en el autómata móvil o máquina ya se ha previsto, ya sea por métodos estadísticos o por recomendaciones del fabricante, aunque no se ha localizado en el tiempo; pero, ya se ha elaborado un plan previo de reparación acorde con los recursos con los que se cuenta.

En el mantenimiento de los autómatas móviles se tiene la ventaja, que por ser éste un aparato inteligente, muchas veces da un aviso de alarma cuando existe una avería en sus elementos mecánicos o eléctricos; este tipo de alarma consiste en una señal luminosa o sirena, la cual va acompañada de una indicación codificada en el display del procesador.

En la reparación de las averías el personal de mantenimiento, normalmente, se basa en experiencias en este tipo de fallas, utilizando hojas de troubleshooting, realizando consultas al fabricante.

4.5.1.1 Experiencias personales en el mantenimiento de avería.

Debido a que los autómatas móviles tienen principal aplicación en la realización de trabajos repetitivos, existen muchas fallas que también son repetitivas y que el procedimiento de reparación también es el mismo. La primera vez que sucede una falla de este tipo, presenta al personal de servicio cierta dificultad en su reparación, pero, las veces posteriores que esto suceda su reparación será una intervención puramente mecánica. Las averías mecánicas más frecuentes en los autómatas móviles son por ejemplo: desgaste de engranajes, rotura de fajas, desgaste de piezas mecánicas, desgaste de los elementos de traslación; en los elementos eléctricos son frecuentes fallas como suciedad o carbonización de los contactos o platinos de los relés, rotura de los elementos de maniobra de los microswitches, rotura de los cables eléctricos que están sometidos a movimiento, contactos que se aflojan en las borneras de conexión debido al movimiento, etc.

4.5.1.2 Utilización del troubleshooting.

El troubleshooting u hojas de problemas consiste en un listado de fallas típicas que pueden suceder en el autómata móvil, su causa y cómo solucionarlas; muchos tipos de autómatas están contruidos con procesadores más sofisticados los cuales, al mismo tiempo que reportan con una alarma que

existe un problema o avería, son capaces también de autodiagnosticarse y orientar al personal de servicio para una solución más rápida al problema.

El procedimiento para solucionar una avería utilizando el troubleshooting es de la siguiente forma: el autómata deja de trabajar y emite una alarma en forma de sirena o luz intermitente. En el display del procesador da una indicación de falla que, normalmente, está construida por un número o una letra, el personal de servicio lee esta indicación y la busca en el manual de servicio en la sección de troubleshooting. Una construcción típica de un troubleshooting es de la siguiente forma:

Falla	Descripción	Causa	Solución	Bit
1A	El motor brazo cambiador no esta en posición básica	interruptor S3 averiado o elemento extraño se interpone.	Cambiar el interruptor o re- vizar recorrido del brazo	8

Fig. 57 Ejemplo de un troubleshooting

El código 1A es la identificación de la falla, para poderla buscar en el correlativo de la lista. La descripción explica en qué consiste la falla o, sea, qué procedimiento u operación no se está llevando a cabo en forma normal. La causa indica cual es el posible elemento de la construcción del autómata móvil que puede estar provocando dicha perturbación. Las soluciones, como su nombre lo indica, son las opciones de lo que se sugiere hacer al personal de servicio para solucionar dicha falla o perturbación. El bit, en este caso, le llaman a una señal de entrada o salida que se puede verificar si existe o no en las tarjetas del entradas y salidas del procesador con el fin de orientar más aún a la búsqueda de la avería.

Paralelo a la utilización del troubleshooting existe, normalmente, en los catálogos de servicio de un autómata móvil tablas para la conversión de sistemas numéricos hexagecimales a decimales y binarios a decimales, los cuales le sirven al personal de servicio para hacer consultas al procesador y con ello, también, determinar si la avería es de hardware o sea en los elementos que componen al autómata móvil o de software o, sea, de programación ya sea de la memoria ram o rom. El personal de servicio, por lo tanto, tiene que tener claro el significado de los sistemas numéricos y el uso de estas tablas de conversión.

4.5.1.2.1 Sistemas numéricos y tablas de conversión.

Un autómata programable recibe las instrucciones o programación a través de un teclado o consola de programación

externo o interno; normalmente, estas instrucciones le son dadas en sistema decimal y a lo largo de la operación o trabajo del autómata móvil el procesador realiza, internamente, una serie de conversiones antes de que la instrucción sea operada por el CPU. En la localización de una avería muchas veces es necesario saber cuál es el status de estas instrucciones y las respuestas de los elementos del autómata a estas instrucciones, por lo tanto, es necesario que el personal de servicio pueda interpretarlas y que tenga claro el concepto de cada sistema numérico así como, también, su conversión al sistema decimal. Los sistemas que normalmente se utilizan son los sistemas hexagecimal y binario.

4.5.1.2.1.1 Sistema numérico Hexagecimal.

Como su nombre lo indica, este sistema utiliza 16 caracteres alfanuméricos que son: 0, 1, 2, ..., 9, A, B, D, E, F; la importancia de este sistema numérico estriba en que se pueden lograr más combinaciones que con el sistema decimal, ya que el número de las posibles combinaciones equivale a la base del sistema elevado al número de cifras significativas, así, por ejemplo, si se trabaja con 3 cifras significativas en el sistema decimal, se tendrán 10 a la 3 o, sea, 1000 combinaciones posibles; y, si se utiliza el sistema hexagecimal, se tendrían 16 a la 3 o, sea, 4,096 posibles combinaciones. O, sea, que con 3 cifras significativas se pueden definir 4,096 instrucciones u operaciones. El sistema hexagecimal es muy utilizado en las direcciones de las instrucciones del programa de algunos autómatas programables. La siguiente es una tabla muy utilizada para la conversión de cantidades de hexagecimal a decimal, de binario a decimal o de binario a hexagecimal:

Decimal	Hexagecimal	Binario
0	0	00000000
1	1	00000001
2	2	00000010
3	3	00000011
4	4	00000100
5	5	00000101
6	6	00000110
7	7	00000111
8	8	00001000
9	9	00001001
10	A	00001010
11	B	00001011
12	C	00001100
13	D	00001101
14	E	00001110
15	G	00001111
16	10	00010000
17	11	00010001

Decimal	Hexagecimal	binario
18	12	00010010
19	13	00010011
20	14	00010100
21	15	00010101
22	16	00010110
23	17	00010111
24	18	00011000
25	19	00011001
26	1A	00011010
27	1B	00011011
28	1C	00011100
29	1D	00011101
30	1E	00011110
31	1F	00011111
32	20	00100000
33	21	00100001
34	22	00100010
35	23	00100011

Fig. 58 Tabla de conversión decimal, hexagecimal, binario.

Actualmente, ya se pueden comprar calculadoras personales que pueden convertir un número a cualquiera de los sistemas numéricos más utilizados. Para convertir un número hexagecimal a decimal, manualmente, se hace de la siguiente forma:

Convertir el número hexagecimal DF5 a decimal?

D	F	5		
=	=	=		
13	15	5		
x	x	x		
2	1	0		
16	16	16		
=	=	=		
13x256	15x16	5x1		
=	=	=		
3,328	+ 240	+ 5	=	3,573

4.5.1.2.1.2 Sistema numérico binario.

Este sistema numérico utiliza, únicamente, el 0 y el 1 para representar cualquier número o cantidad, tiene mucha aplicación en electricidad, electrónica digital, en comunicaciones, etc. ya que el 0 y el 1 se pueden representar por dos estados de voltaje o como la existencia o no de una señal. En el caso de un autómata móvil y en particular del autómata programable, existen señales de entrada y salida I/O las cuales se presentan en algunos casos como 0 voltios y 24 voltios. Una entrada 0 voltios podría ser por ejemplo un switch de fin de carrera que se encuentra en estado abierto

o, un interruptor que está accionado y que, por lo tanto, estará dando la información que algún brazo en particular se encuentra en su posición inicial. En el caso de las salidas, un 1 o sea una salida de 24 voltios podría estarse utilizando para el accionamiento de una electroválvula.

Todas estas informaciones de entradas y salidas de 0 ó 24 voltios dc. son procesadas por el microprocesador del autómatá programable y transformadas a través de convertidores electrónicos y, con ello, ordenar determinadas funciones de operación. Es muy importante que el personal de mantenimiento tenga el concepto de este sistema numérico ya que al realizar servicios o reparaciones puede necesitar darle órdenes al autómatá como por ejemplo: que la velocidad de marcha del autómatá móvil sea de 15 metros por minuto; como puede verse en la tabla de conversión que 15 decimal corresponde en binario a 00001111. Si no se dispone de una tabla de conversión se debe saber que, el equivalente de un número binario en sistema decimal se efectúa asignándole una potencia de 2 a cada valor 1 ó 0 del número binario, para después efectuar la sumatoria de cada uno de estos valores. Por ejemplo, si un número en binario 10011101 y se quiere obtener su equivalente en sistema numérico decimal, se realiza de la siguiente forma:

1	0	0	1	1	1	0	1	
x	x	x	x	x	x	x	x	
7	6	5	4	3	2	1	0	
2	2	2	2	2	2	2	2	
=	=	=	=	=	=	=	=	
128	+ 0	+ 0	+ 16	+ 8	+ 4	+ 0	+ 1	= 157

4.5.2 Mantenimiento preventivo.

Este mantenimiento consiste en una conservación planeada teniendo como función conocer, sistemáticamente, el estado del autómatá móvil para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción las acciones que tratarán de eliminar las averías que puedan originar las interrupciones. La finalidad es reducir, al mínimo, las averías y una depreciación excesiva del equipo.

Un mantenimiento preventivo debidamente dirigido es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a las empresas recursos en conservación y operación; se realiza, principalmente, a través de visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

4.5.2.1 Visitas.

Las visitas son inspecciones o verificaciones que se ejecutan, periódicamente, en el autómatá móvil con el propósito de verificar su estado, darle seguimiento a anomalías antes de que lleguen a ser averías. Para cumplir

con su propósito las visitas deben realizarse de la siguiente forma: hacerse en el lugar de trabajo del autómata móvil o del equipo y verificar si trabaja en condiciones de rendimiento óptimo, las visitas deben ser rápidas deteniendo el autómata móvil si es necesario, la ejecución y duración de la visita debe ser programada y, si es necesario, debe acordarse previamente con el departamento de producción, utilizar métodos no destructivos de inspección. Las personas que ejecutan la visita tienen una gran responsabilidad por lo que deben tener los conocimientos técnicos calificados para ser capaz de localizar las causas principales de las averías; y, además, debe ser capaz de enfocar los problemas, también, desde el punto de vista económico y no solamente técnico, pues, muchas decisiones las tendrá que tomar en el mismo lugar sin la posibilidad de consultar con sus mandos.

4.5.2.2 Revisiones.

Son intervenciones que se realizan en el autómata móvil o en una máquina para detectar o confirmar las anomalías localizadas durante la visita previa, reparándolas con el fin de dejar al equipo en condiciones de funcionamiento y que evite la aparición de averías. En las revisiones se realizan actividades como: desmontar partes de la máquina cuando a consecuencia de la visita previa se detecta la posibilidad de existencia de anomalía, reparación de las anomalías previamente señaladas por las visitas y detectadas durante la revisión, sustituir piezas sujetas a desgaste de acuerdo con un programa establecido, anticipadamente.

Se recomienda que la revisión se realice en el lugar de trabajo del autómata móvil, pero, cuando sea necesario debe trasladarse al taller de mantenimiento y el tiempo de revisión debe negociarse con el departamento de producción.

Una revisión debe prepararse previamente analizando las consecuencias de desmontaje y montaje, y prever las herramientas y equipo, necesarios; el personal debe previamente adiestrarse en esa tarea específica con el propósito de disminuir, al mínimo, los tiempos de paro, innecesarios.

4.5.2.3 Lubricación periódica.

La lubricación es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo, ya que la vida útil del equipo depende, en gran parte, de una correcta lubricación. Se ha encontrado que un alto porcentaje de averías son originadas por una ausencia o aplicación deficiente de lubricación.

La planificación de la lubricación parte de la información y recomendaciones del fabricante del autómata móvil, en la cual se recomiendan los puntos necesarios, periodicidad de la aplicación, cambio y limpieza, tipos de

lubricante o viscosidad de los mismos, etc. Con estos datos y dependiendo del clima y las condiciones del lugar de trabajo se procede a la formalización de esta planificación y normalización de los lubricantes, en función de la disponibilidad en plaza de los mismos.

Se recomienda no tener muchas marcas de lubricantes en stock de bodega ya que existe la posibilidad de duplicar las existencias. En una instalación industrial mediana se recomienda no tener más de 8 a 10 aceites y no más de 2 a 4 grados de grasa. Se recomienda simbolizar con un color cada lubricante para facilitar la aplicación al personal de servicio.

Para un mejor control de la lubricación se recomienda elaborar fichas, las cuales deben presentar datos como: un croquis de la máquina o instalación identificando los puntos de aplicación y niveles, información de la frecuencia de aplicación en cada punto, tipos de lubricantes a emplear, relleno o cambio. Para la indicación de la periodicidad de la aplicación se recomienda utilizar simbología en la cual un triángulo significa aplicación diaria, un cuadrado semanal, y un círculo mensual; y, si la frecuencia de la aplicación son múltiplos de los períodos mencionados, escribir dentro del símbolo la cifra correspondiente.

El personal que ejecuta las tareas de lubricación debe ser ampliamente instruido en las técnicas de aplicación, tipos de lubricantes, aceiteras, graceras, bombas extensiones, etc. Las operaciones de lubricación debe respetarse, según la programación previa, no permitiendo aplazamientos de ninguna clase.

4.5.2.4 Limpieza.

La limpieza, incluye, actividades como conservación, señalización, acondicionamiento cromático, prevención contra corrosión. Las actividades de limpieza se pueden agrupar en: limpieza de autómatas móviles o máquinas, limpieza de instalaciones, conservación de edificios, señalización y acondicionamiento cromático, prevención contra corrosión.

4.5.2.4.1 Limpieza del autómata móvil.

Es recomendable que el operador ejecute una limpieza externa o superficial al final de la jornada; superficies de deslizamiento y lugares de difícil acceso o en los que sea preciso desmontar componentes, serán efectuados por el personal de mantenimiento. En los autómatas móviles que trabajan con fotoceldas es muy importante la limpieza del área entre emisor y receptor, ya que la suciedad puede cruzar el haz de luz y, por lo tanto, enviar señales de entrada, falsas, y, con ello, un mal funcionamiento del mismo. En procesos donde el autómata trabaja en un ambiente no muy limpio, también suele acumularse la suciedad en los elementos

mecánicos como fajas, cadenas, sprockets y, con ello, ocasionar problemas de avería y una interrupción de la producción.

4.5.2.4.2 Limpieza de instalaciones.

Este tipo de limpieza se cree muchas veces que sirve, únicamente, para mantener un ambiente agradable de trabajo y estético, pero, fundamentalmente, sirve para efectos de seguridad e higiene industrial y afecta, considerablemente, la eficiencia de una planta; lugares como bodega de productos, bodega de repuestos, áreas de trabajo, zonas de combustibles y lubricantes deben mantenerse siempre bien limpias.

4.5.2.4.3 Conservación de edificios.

Esta limpieza agrupa todas las actividades necesarias para la conservación del edificio o instalaciones de la producción, estas actividades pueden ser, por ejemplo: cambio de vidrios rotos, bombillas, tubos en las lámparas, pintura en las paredes, etc.

4.5.2.4.4 Señalización y acondicionamiento cromático.

En este tipo de actividad se incluye la señalización y delimitación de zonas de tránsito y almacenamiento temporal de los subproductos de la producción, esto se logra pintando en el suelo las señales correspondientes; en procesos de producción que ya incluyen autómatas móviles o, sea, robots industriales, es muy importante señalar las áreas de tránsito de estos autómatas lo cual representa áreas de peligro para el operador. También, entre estas actividades, se considera la señalización por medio de código de colores en las tuberías o conductos de transporte de materiales.

4.5.2.4.5 Prevención contra la corrosión.

Incluye limpieza y reparaciones sobre superficies metálicas susceptibles de corrosión, y la aplicación posterior de pinturas anticorrosivas, asfaltos o barnices protectores.

4.5.3 Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo tiene dos funciones principales: la primera es de corregir aquellas averías o anomalías sistemáticas que se pueden presentar en los autómatas móviles, llegando, incluso, al cambio de materiales

de diseño con el objeto de suprimirlas o de alargar su frecuencia de aparición. La segunda consiste en un reacondicionamiento de los elementos mecánicos o eléctricos y que por su uso ya se encuentran en condiciones que hacen difícil conseguir una marcha correcta o mantener los estándares de calidad que la producción exige.

4.6 Existencia de repuestos.

Un autómata móvil está compuesto de una serie de mecanismos poliarticulados, elementos eléctricos y electrónicos que, en conjunto, hacen posible que el autómata pueda ejecutar las funciones u operaciones industriales para las que fue diseñado. Por lo tanto, es necesario que el ingeniero de mantenimiento mantenga un stock adecuado y planificado de repuestos no sólo mecánicos sino que, también, eléctricos para garantizar el constante y eficiente funcionamiento del equipo. En la toma de decisiones de existencia de repuestos, el ingeniero de mantenimiento debe tomar muy en cuenta factores como: costos, repuestos susceptibles a fatiga y desgaste, repuestos disponibles en plaza, posibilidad de repuestos equivalentes.

4.6.1 Costos.

Los costos de inversión en repuestos para un autómata móvil, generalmente, son muy altos, ya que se trata de repuestos muy especializados y muchas veces repuestos que fueron fabricados sólo para esa aplicación en particular. Es necesario que el ingeniero de mantenimiento en conjunto con administración y producción analicen estos costos y los comparen con los costos de pérdida en caso que suceda una avería en un autómata móvil y no se disponga de dichos repuestos; lo cual dará criterio para tomar la mejor, decisión.

4.6.2 Repuestos susceptible a fatiga y desgaste.

Un autómata móvil tiene mayor aplicación donde existe un trabajo cíclico o repetitivo, por lo tanto, los elementos que componen a un autómata móvil también estarán sometidos, constantemente, a trabajos cíclicos lo cual aumenta su probabilidad a fallar debido a fatiga. El ingeniero de mantenimiento debe aplicar su criterio y la experiencia de él y su personal de apoyo para determinar cuáles son los elementos con mayor probabilidad de falla o fatiga y, así, tenerlos disponibles en bodega de repuestos para solventar cualquier avería que se presente. Elementos mecánicos como fajas, cojinetes, rodillos de arrastre y traslación, frenos, resortes, muelles, etc, tienen una alta probabilidad de falla o fatiga, por lo tanto, deben considerarse entre los primeros

a pedir. Entre los elementos eléctricos y electrónicos que tienen mayor probabilidad de falla están: contactores de potencia, relés, microswitchs de maniobra mecánica, motores de corriente directa, electroimanes, cables eléctricos sometidos a movimiento, etc, y deben ser considerados, también, como prioridades al desarrollar una lista de pedido de repuestos.

4.6.3 Repuestos disponible en plaza.

Empresas como Siemens de Guatemala, Prestelectro, OEG, Festo Pneumatic, Meimaq, etc, se están preocupando de tener en plaza repuestos que tienen mucha aplicación en automatización y ofrecen, también, sus servicios en el diseño y automatización de procesos industriales. Repuestos como microcilindros neumáticos, microelectroválvulas, contactores, microrelés, sensores inductivos y capacitivos, autómatas programables, reguladores de velocidad, terminales y softwares para control de procesos, etc, ya los tienen disponibles estas empresas en plaza. Sin embargo, existen muchos elementos especiales y con aplicaciones muy particulares que aún deben seguirse importando con el fabricante de la maquinaria o contactando directamente al fabricante de este repuesto en el extranjero. Es muy importante que el Ingeniero de mantenimiento tenga claro que muchos fabricante de autómatas móviles no fabrican sus propios elementos y que se los compran a otros fabricantes en el extranjero; existiendo la posibilidad de que en lugar de comprarles a ellos esos repuestos se le compren directamente al fabricante de esa marca y, así, ahorrar en la compra e importación.

4.6.4 Posibilidad de adaptar repuestos equivalentes.

Muchos elementos que componen un autómata móvil son manufacturados por fabricantes que aun no tienen un representante de ventas en Guatemala y, por lo tanto, tienen que importarse. Muchos de estos repuestos pueden ser sustituidos por repuestos equivalentes que si están disponibles en plaza, que no son iguales pero que sin mayores modificaciones pueden adaptarse. Con ello se evitan costos muy altos por inventarios en bodega, reparaciones de avería a un corto tiempo si no se dispone del repuesto original, asesoría directa del distribuidor local de ese repuesto equivalente, y disminución de pérdidas de costos por mantenimiento o avería. Elementos como autómatas programables, sensores de proximidad, microswitches, electroválvulas, microcilindros neumáticos, microrelés, ya es posible conseguirlos en plaza en varias marcas equivalentes. Por ejemplo, en el caso de un autómata programable la empresa Siemens de Guatemala ofrece una amplia línea de equipos de la serie SIMATIC S5 que se caracterizan por ser compactos, de estructura sencilla y amplias aplicaciones; la empresa OEG de

Guatemala ofrece una amplia gama de micro-autómatas de la serie TSX 17-10/17-20 Y autómatas programables con la utilización softwares de computación y ordenadores IBM PC-PS/2. La empresa Prestelectro ofrece su sistema de automatización SUCOS PS3 Y software de programación SUCOSOFT S 30 que se pueden trabajar a través de un ordenador el cual se puede utilizar también como programador y visualizador.

El ingeniero de mantenimiento debe tener comunicación constante con las empresas proveedores de estos equipos de aplicación en la automatización y de las nuevas líneas que, constantemente ellos traen, para estar enterado de su disponibilidad y, aplicación y, así, resolver problemas de mantenimiento más, eficientemente.

CONCLUSIONES

- 1.- El concepto de la evolución de los Automatas móviles en la historia ha llevado al desarrollo de procesos más productivos, productos de calidades superiores, mayores posibilidades de control de calidad, mayor higiene y seguridad industrial para el obrero, mayores posibilidades de competir en los mercados nacionales e internacionales.
- 2.- La utilización de Automatas móviles ha tenido gran aplicación en la industria, debido a la posibilidad de realizar con eficiencia y exactitud trabajos cíclicos y mecanizados.
- 3.- El autómata móvil tiene que apoyarse para la realización de sus tareas y de sus movimientos de mecanismos de traslación y movimiento así como, también, de una estructura eléctrica y electrónica que le dé la capacidad de gobernabilidad e inteligencia.
- 4.- El ingeniero de mantenimiento, para comprender el funcionamiento y utilización de un autómata móvil debe tener conocimientos generales de cada uno de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y elementos de diálogo hombre máquina, que forman la estructura de un autómata móvil.
- 5.- Muchos procesos de producción se trabajan a velocidades tan altas que es imposible para un operador realizar la operación de la máquina y la solución ha sido la utilización de Automatas móviles.
- 6.- Gracias a las ventajas de la informática y de la posibilidad de una comunicación constante y en línea a través de redes de comunicación entre autómata y máquina, el autómata es capaz de obtener información como: velocidades de producción, partidas, tiempos improductivos, motivos de paros, calidad y rendimiento. Esta información se puede transmitir a una oficina para administrarla, adecuadamente.
- 7.- El adiestramiento de personal que tiene a su cargo el mantenimiento de un autómata móvil se puede realizar a través de: cursos en el extranjero, cursos organizados por la empresa, cursos de los proveedores de repuestos y componentes, cursos del Intecap y trabajos de tesis como el presente.
- 8.- Los conocimientos que se adquieran por el ingeniero a través del estudio de esta tesis le permitirán integrarse más, fácilmente, en la industria automatizada y en el mantenimiento de un autómata móvil.

9.- Con el desarrollo de este trabajo de tesis se ha logrado transmitir conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el autor en países industrializados y ponerlos al alcance de los profesionales interesados en el tema.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda la implantación de cursos de diseño y mantenimiento de sistemas automatizados, lo cual ayudará al ingeniero de planta al desarrollo de procesos más productivos, productos de calidades superiores, mayor higiene y seguridad industrial y, por lo tanto, mayores posibilidades de competir en los mercados nacionales e internacionales.
- 2.- Se recomienda a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica incentivar a los estudiantes a realizar más trabajos de tesis referentes a automatización, las cuales puedan servir como texto o refuerzo a los cursos mencionados en el punto anterior.
- 3.- Se recomienda a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica comunicarse con los distribuidores de repuestos o elementos que forman un autómatá móvil, para agenciarse de los mismos y, así, tenerlos disponibles en laboratorio para su estudio y prácticas de diseño.
- 4.- Debido a que un autómatá móvil está construido no sólo por elementos eléctricos si no, también, con elementos mecánicos, se recomienda a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica comunicarse y coordinar con la Escuela de Mecánica Industrial la creación de cursos comunes en los cuales los estudiantes de mecánica y electricidad puedan trabajar en equipo en el diseño y desarrollo de proyectos automatizados.

REFERENCIAS

SCHUBERT & SALZER. Curso de mecánica electricidad y electrónica de un autómatas móvil. Alemania: Curso recibido en fábrica por el autor de esta tesis, 1,989.

TRUTZSCHLER. Curso de tecnología, electricidad y electrónica del autómatas móvil Blendomat. Alemania: Curso recibido en fábrica por el autor de ésta tesis, 1,992

BIBLIOGRAFIA

- BADIA, Mayol I. Autómatas programables. España: editorial Marcombo, 1, 987.
- BINDER, Rolf. Posibilidades para la automatización o para el incremento de la productividad. revista Textiles Panamericanos, noviembre 1, 987, Página 81.
- DUKE BATRE, Robert Stephen. Diseño de un robot industrial de múltiples aplicaciones con capacidad de aprendizaje. (Tesis facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala), 1, 989.
- FESTO ELECTRONIC. El control programable FPC 202 C de Festo. Alemania, Festo, s.f.
- FESTO PNEUMATIC. Microneumática. Alemania: Festo, s.f.
- FESTO PNEUMATIC. Neumática: ejemplo de aplicación. Alemania: Festo, s.f.
- FESTO PNEUMATIC. Sensores inductivos. Alemania: Festo, s.f.
- FESTO SENSORIC. Automatización con sensores de Festo. Alemania: Festo, s.f.
- GATES. Industrial belts and sheaves. USA: Gates Rubber Company, 1, 978, catalogo 19998.
- KLOCKNER MOELLER. Automatización y distribución de energía. Alemania: Klockner-Moeller GmbH, 1, 992. Catalogo HLP-E.
- K.S.Fu, et.al. Robotica: control, detección visión e inteligencia. España: Editorial Mc Graw Hill, 1988
- INTERNATIONAL TEXTIL BULLETIN. La pasión de la automatización. Revista International Textile bulletin, 3er. trimestre, 1990, página 51.
- MOBIL. Lubricación Nivel 1. Guatemala: Centro de estudios técnicos de lubricación, Lubritec Guatemala. s.p.i., s.f.
- MONTERROSO XOY, Marco Vinicio. Uso de autómatas programables para completar las prácticas de laboratorio de relevación industrial. (Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala), 1, 990.
- TEXTILES PANAMERICANOS. Nosotros automatizamos empenado la tecnología más avanzada, asistida por ordenador. Revista Textiles Panamericanos, Julio/Agosto, 1991, p165

ROUX, Albert. Experiencias con las instalaciones automáticas de hilatura. Revista International Textile Bulletin, 4to. trimestre, 1993, página 11.

SIEMENS. Aparatos de control. Alemania: Siemens, catálogo SA 2.2, 1,993.

SIEMENS. Aparatos de señalización y mando. Alemania: Siemens, Catálogo SA 2.3, 1,993.

SIEMENS. Catálogo 1980 aparatos eléctricos. Alemania: Siemens, 1,980.

TELEMECANIQUE. Catálogo 1991-1992. España: Imprenta Sever-cuesta, 1,990.

TELEMECANIQUE. Photo-electric detectors. Francia: Telemecanique, 1,991.

TELEMECANIQUE. Proximity sensors inductive and capacitive. Francia: Telemecanique, 1,992.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central