

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE – LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN
PROTOTIPO DEL SISTEMA DE GIRO DEL
TRACTOR DE ORUGA**

REALIZADO POR:

GALO FERNANDO GUZMÁN CRIOLLO

LATACUNGA – ECUADOR

AGOSTO, 2006

ÍNDICE

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Agradecimiento.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice.....	V
Introducción.....	XI

1. CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN AL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE GIRO DEL TRACTOR DE ORUGA..... 1

1.1. Tractores de Oruga.....	1
1.1.1. <i>Elementos de un Tractor de Oruga</i>	1
1.1.1.1. El Motor.....	3
1.1.2. <i>El Bastidor Central</i>	5
1.1.2.1. El Eje Muerto.....	6
1.1.2.2. La Barra de Tiro.....	6
1.1.2.3. Embrague del Motor.....	6
1.1.2.4. El Deslizamiento.....	7
1.1.3. <i>El Tren de Potencia</i>	8
1.1.3.1. La Transmisión.....	8
1.1.3.2. El Engrane Cónico.....	10
1.1.3.3. Toma de Fuerza.....	11
1.1.3.4. Embragues de la Dirección.....	12
1.1.3.5. Frenos de la Dirección.....	14
1.1.4. <i>Transmisión final</i>	15
1.1.5. <i>Las Orugas</i>	16
1.1.6. <i>Rodillos de las orugas</i>	17
1.1.7. <i>La oruga</i>	19
1.1.7.1. Cadena Sellada.....	22
1.1.7.2. La Nieve.....	22
1.1.8. <i>Las Zapatatas</i>	23
1.1.8.1. Las Zapatatas Planas.....	23

1.1.8.2. Las Zapatas con Garras Pequeñas.....	24
1.1.8.3. Las Zapatas para la Nieve y el Hielo.....	24
1.1.8.4. Anchura.....	25
1.1.9. <i>Reparaciones en las Orugas</i>	25
1.1.9.1. De Ajuste Manual.....	26
1.1.9.2. De Ajuste Hidráulico.....	27
1.1.9.3. La tensión.....	28
1.1.9.4. Desgaste de la cadena.....	29
1.1.9.5. Reconstrucción.....	30
1.1.10. <i>Las Zapatas</i>	31
1.1.10.1. Saltos.....	33
1.1.11. <i>Los Rodillos</i>	33
1.1.12. <i>Ruedas Guías</i>	35
1.1.13. <i>El Bastidor de las Orugas</i>	36
1.1.13.1. Conexiones.....	37
1.1.14. <i>Operación</i>	38
1.1.15. <i>Controles</i>	39
1.1.16. <i>Conexión del embrague</i>	39
1.1.17. <i>Selección de las Velocidades</i>	40
1.1.18. <i>La dirección</i>	40
1.1.19. <i>Palancas de Control de Combinación</i>	42
1.1.20. <i>El Convertidor de Torsión</i>	43
1.1.21. <i>Dirección Planetaria</i>	43
1.1.22. <i>Dirección Diferencial</i>	45
1.1.23. <i>Control Independiente de las Orugas</i>	47
1.1.24. <i>Salidas de las Orugas</i>	49
1.1.25. <i>Moviendo el Tractor</i>	51
1.2. <i>Fundamentos Neumáticos</i>	52
1.2.1. <i>Comparación con los Motores Hidráulicos y Eléctricos</i>	53
1.2.1.1. R.P.M.	53
1.2.1.2. Par.....	54
1.2.1.3. Resistencia al bloqueo del eje.....	54
1.2.1.4. Peso.....	54
1.2.1.5. Protección ambiental.....	55

1.2.1.6. Precios	55
1.2.1.7. Fórmulas usuales	55
1.2.2. Selección del Motor Neumatico	57
1.2.2.1. Tipos de Motores Neumáticos	57
1.2.2.2. Las turbinas	58
1.2.2.3. Motores de Paletas.....	60
1.2.2.4. Motores de Pistones.....	62
1.2.2.5. Motor de Engranajes	64
1.2.3. Circuitos de control	64
1.2.3.1. Frenos	66
1.2.4. Cilindros Neumáticos.....	67
1.2.5. Válvulas Neumáticas	68
1.2.5.1. Válvulas Direccionales	70
1.2.5.2. Accionamiento de válvulas	70
1.2.5.3. Posición de la Válvula	71
1.2.5.4. Válvula CHECK (antiretorno).....	73
1.2.5.5. Válvulas Distribuidoras	73
1.2.6. Electro válvulas (válvulas electromagnéticas)	73
1.2.7. Válvula Distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)	74
1.2.8. Válvula Distribuidora 4/2 (Electromagnética y de Mando Indirecto)	75
1.2.9. Válvula Distribuidora 3/2, Servopilotada (principio de junta de disco)	75
1.2.10. Válvula Distribuidora 4/2 Servopilotada	77
1.2.11. Producción del Aire Comprimido	77
1.2.12. Tipos de Compresores	78
1.2.12.1. Compresores de Émbolo o de Pistón	78
1.2.13. Accionamiento	80
1.2.14. Acumulador de Aire Comprimido.....	81
1.2.15. Distribución del Aire Comprimido.....	82
1.2.16. Racores para tubos Aplicables sobre todo para tubos de acero y de cobre	82
1.2.16.1. Acoplamientos	83
1.2.16.2. Racores para Tubos Flexibles	84

1.2.17.	<i>Preparación del aire comprimido</i>	85
1.2.17.1.	<i>Impurezas</i>	85
1.2.18.	<i>Filtro de Aire Comprimido con Regulador de Presión</i>	86
1.2.19.	<i>Reguladores de presión</i>	88
1.2.19.1.	<i>Filtro finísimo de aire comprimido</i>	89
1.2.19.2.	<i>Regulador de presión con orificio de escape</i>	90
1.2.19.3.	<i>Regulador de presión sin orificio de escape</i>	91
1.2.20.	<i>Lubricador de aire comprimido</i>	92
1.2.21.	<i>Unidad de mantenimiento (FR o FRL)</i>	94
1.2.22.	<i>Conservación de las unidades de mantenimiento</i>	96
1.3.	<i>Microcontroladores</i>	96
1.3.1.	<i>Introducción a los Microcontroladores</i>	96
1.3.2.	<i>Introducción a los Microcontroladores "PIC"</i>	98
1.3.3.	<i>Recursos Auxiliares.</i>	103
1.3.3.1.	<i>Módulos Temporizadores Internos (TMRs)</i>	103
1.3.4.	<i>Tipos de Microcontroladores Microchip</i>	105
2.	CAPITULO II.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS	108
2.1.	<i>Planteamiento del Problema.</i>	108
2.2.	<i>Características del Proyecto</i>	108
2.3.	<i>Diseño de la Base de los Elementos</i>	109
2.4.	<i>Selección de los Elementos Neumáticos.</i>	110
2.4.1.	<i>Motor Neumático</i>	110
2.4.2.	<i>Válvulas Neumáticas</i>	112
2.4.3.	<i>Diseño del Circuito Neumático</i>	115
2.5.	<i>Selección de los Elementos Mecánicos</i>	116
2.5.1.	<i>Selección de Piñones y Cadena</i>	116
2.5.2.	<i>Diseño de Zapatas</i>	117
2.5.3.	<i>Diseño del Bocín Guía</i>	117
2.5.4.	<i>Diseño de la Rueda Guía</i>	118
2.5.5.	<i>Diseño de la Base de la Rueda Guía</i>	119
2.5.6.	<i>Diseño de las Carrileras</i>	119
2.5.7.	<i>Diseño y Selección de los Rodillos</i>	121
2.6.	<i>Selección de Elementos Electrónicos</i>	121

2.6.1.	<i>Selección del Microchip</i>	121
2.6.2.	<i>Arquitectura del PIC 16F628A</i>	122
2.6.3.	<i>Diagrama de Pines y Funciones</i>	123
2.6.4.	<i>Programación de Microchip con el Microcode</i>	123
2.6.5.	<i>Diseño de circuito Electrónico controlador de Electroválvulas...</i>	124
3.	CAPITULO III.- CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GIRO DEL TRACTOR DE ORUGA	125
3.1.	Montaje de los Elementos Mecánicos.....	125
3.1.1.	<i>Construcción del Bastidor</i>	125
3.1.2.	<i>Montaje de los Motores</i>	126
3.1.3.	<i>Carrileras de las Orugas</i>	127
3.1.3.1.	<i>Construcción de las Carrileras</i>	127
3.1.4.	<i>Construcción y Montaje del Bocín para el Piñón</i>	128
3.1.5.	<i>Soporte y Sistema Tensor de la Cadena de Oruga</i>	129
3.1.6.	<i>Rodillos de la Oruga</i>	131
3.1.7.	<i>Construcción de las Zapatas</i>	132
3.1.8.	<i>Armado de las Cadenas con Zapatas</i>	133
3.2.	Conexión de los Elementos Neumáticos	135
3.2.1.	<i>Conexión de los Motores.</i>	135
3.2.2.	<i>Conexiones de la Electroválvulas</i>	136
3.3.	Conexión de los Elementos Electronicos.....	137
3.3.1.	<i>Construcción de la Placa Electrónica</i>	137
3.3.2.	<i>Conexión de las Bobinas de las Electroválvulas</i>	139
3.3.3.	<i>Montaje de las Válvulas en el Bastidor</i>	140
4.	CAPITULO IV.- PUESTA A PUNTO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	141
4.1.1.	<i>Pruebas Preliminares de Funcionamiento de Elementos Mecánicos</i>	141
4.1.1.1.	<i>Motor con Aire</i>	141
4.1.1.2.	<i>Bocín Acople con el Piñón Motriz</i>	141
4.1.1.3.	<i>Sistema Tensor de la Cadena</i>	141

4.1.1.4. Cadenas y Zapatas de Orugas.....	142
4.1.2. <i>Pruebas de Preliminares en los Elementos Neumáticos</i>	143
4.1.2.1. Válvulas.....	143
4.1.2.2. Reguladores neumáticos.....	143
4.1.3. <i>Pruebas en el Circuito Electrónico</i>	143
4.1.4. <i>Pruebas de Funcionamiento</i>	143
4.1.5. <i>Análisis de Funcionamiento</i>	145
5. CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
5.1. Conclusiones	147
5.2. Recomendaciones	148
 BIBLIOGRAFÍA	 150

ANEXOS

Anexo A: Comparación de Distintos Factores con Diferentes Energías	152
Anexo B: Nomenclatura de Neumática	155
Anexo C: Características de Tractor C15 Acert Caterpillar	159
Anexo D: Manual de Motores Neumáticos Deprag	166
Anexo E: Manual de Electroválvulas Mindman	170
Anexo F: Planos del Prototipo Tractor de Oruga	173

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con el afán de proveer a la carrera de Ingeniería Automotriz de un simulador de movimientos básicos de un tractor de orugas, para observar los movimientos de las mismas, con la excepción de no desperdiciar recursos en forma industrial, como son: utilización de la maquinaria, mantenimiento, la persona encargada de tal maquinaria, entre otros.

Con la ayuda de las formas de movimientos, se conoce como se desempeña un tractor de orugas de dimensiones mucho mayores, sin el riesgo de sufrir accidentes, como los provocados por inexperiencia en la utilización de maquinaria de tanto poder y funciones de trabajo.

El presente trabajo se encuentra dividido de la siguiente manera:

El Capítulo I se trata de principios de funcionamiento, seguido de mantenimientos del tractor de oruga, así como los distintos desempeños de cada elemento y su variedad; lo propio se ve con fundamentos neumáticos para coordinación de mando, los cuales se controlan con circuitos electrónicos.

El Capítulo II se refiere al diseño y selección de cada elemento a colocarse, para imitar los diferentes desempeños para su funcionamiento en conjunto, así como individual, en las diferentes áreas como son la mecánica de movimiento, neumática de mando y electrónica de control.

El Capítulo III se conduce principalmente a la fabricación y forma de montaje de los elementos que ya se eligieron, para tener una

apariencia semejante a un tractor de orugas; de modo que se coloquen los elementos según se presente en el armado.

El Capítulo IV constituye las pruebas que se realizaron para obtener las diferentes características con los elementos montados y así de esta manera obtener conclusiones de funcionamiento, las cuales se analizarán para obtener conclusiones de trabajo.

Incluso al término de este trabajo se encuentran anexos, los cuales con referencia a maquinaria pesada y neumática se abordan complementos de lo especificado en los diferentes capítulos.

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN AL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE GIRO DEL TRACTOR DE ORUGA

1.1. TRACTORES DE ORUGA

1.1.1. Elementos de un Tractor de Oruga

Son máquinas que convierten la energía de tracción. Su principal objeto es el jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras. Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el valor:

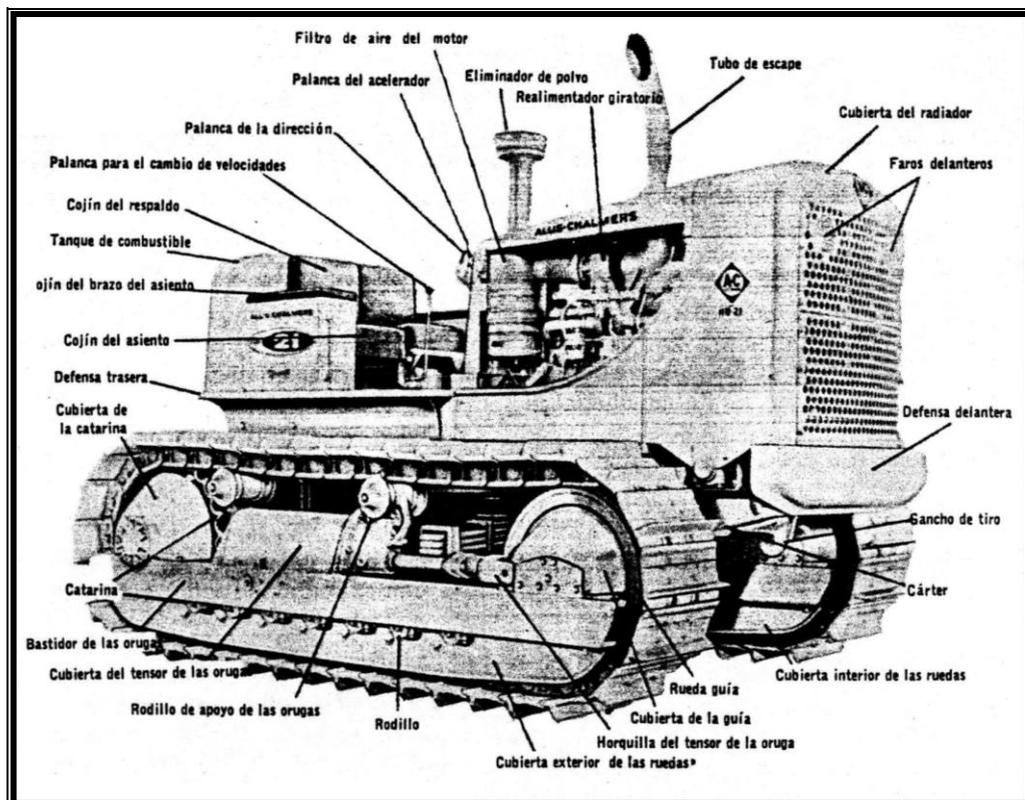


Figura 1.1. - Tractor de oruga con nombres típicos

a) Tractores sobre neumáticos de cuatro ruedas.

TRACTORES SOBRE RUEDAS (KOMATSU):

Motores Diesel desde 454 Hp hasta 853 Hp

Pesos de Operación desde 41,080 Kgs hasta 100,000 Kgs.

b) Tractores sobre orugas

TRACTORES SOBRE ORUGAS (KOMATSU):

Motores Diesel desde 525 Hp hasta 1,150 Hp

Pesos de Operación desde 66,640 Kgs hasta 149,670 Kgs.

TRACTORES DE ORUGAS (BULLDOZERS - CASE)

Desde 4.000 Kl. y 40 HP hasta 142.500 Kl. y 1.150 HP Con capacidades que van desde 0.69 m³ hasta 62 m³ de hoja topadora.

Los tractores de oruga industriales encontramos que son de construcción compacta y pesada. En la Figura 1.1 y Figura 1.2 se muestran tractores de oruga típicos con los nombres de las partes principales. Todos los tractores están formados por una sección central, llamada también chasis que contiene el motor, la transmisión y las unidades que constituyen la dirección, que son dos bastidores de las orugas que le proporcionan tracción y apoyo.

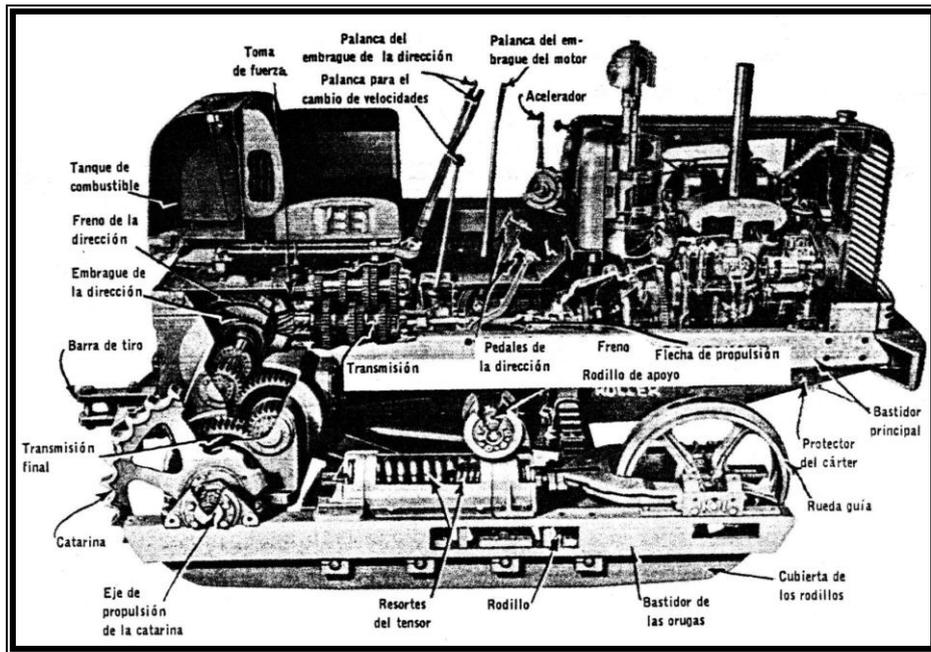


Figura 1.2. - Tractor de oruga con partes típicas

1.1.1.1. El Motor.

La mayor parte de los tractores de oruga tienen motores diesel. Las excepciones se encuentran principalmente entre los de menos de cincuenta caballos de fuerza; que son muy raros en los trabajos grandes de construcción pero que son bastante comunes en los trabajos residenciales, para el arreglo del paisaje; Los tres grandes fabricantes de tractores son: Caterpillar, International Harvester y la Allis-Ghalmers hacen sus propios motores. Los demás usan motores diesel Cummins. o. General-Motors. Figura 1.3.



Figura 1.3. - Motor de tractor

La presión baja en el combustible es una causa común de mal funcionamiento en los motores. Parece que los tractores de oruga están más expuestos a que se les obstruyan los filtros de combustible que otras máquinas, probablemente debido a que con frecuencia trabajan entre nubes de polvo, y a que se sacuden tanto, que se impide que se asienten las impurezas en el tanque de combustible. La potencia del motor se clasifica primero como potencia neta, que significa la potencia neta en el volante, con el motor impulsando todos los accesorios necesarios para la operación normal del tractor. Ocasionalmente algunos fabricantes se apartan de esta norma, y anuncian la potencia bruta o sea la que produce el motor sin considerar la que consumen los accesorios.

Los trabajos de mantenimiento a nivel del suelo pueden realizarse a través del capó de rápido acceso o a través de la tapa lateral derecha. Esta área proporciona acceso al aceite del motor, filtros de aire, ventilador reversible, indicador del líquido del radiador, fusibles, relés y puertas de pruebas hidráulicas. El segundo patrón para la clasificación es la potencia en la barra de tiro, que está representada por una cifra menor que es igual a la potencia útil en la barra de tiro, bajo un grupo determinado de condiciones, después de deducir las pérdidas por rozamientos y deslizamientos. Esta es la clasificación usual para los tractores con propulsión mecánica directa.ⁱ

La potencia también se puede medir en función de libras de tiro en la barra, que es un factor que está limitado por la tracción, y que puede aumentarse, montándole un bulldozer o cualquier otro peso extra. Los tractores de oruga con cambios de potencia y/o convertidores de torsión, generalmente se clasifican en libras de tiro en la barra a una velocidad determinada.

ⁱ Tractores Diseño y Funcionamiento, Autor: M Carleton, Limusa 1984, México, Pag. 493

Los tractores de oruga hacen trabajos toscos y exigentes, y requieren que el motor trabaje lo mejor posible. Pero no es fácil comprobar su rendimiento en la obra, porque las cargas y las condiciones en el trabajo son muy variables. Generalmente hay que aceptar la opinión del operador con respecto a que su máquina no está rindiendo como debiera, y se tendrán que usar los conocimientos y todos los instrumentos de que se disponga para averiguar por qué.

1.1.2. El Bastidor Central.



Figura 1.4. - Bastidor Central

La rigidez en la sección central se obtiene haciendo un vaciado grueso para formar las cubiertas del embrague de la dirección y de la transmisión, y haciendo de bastante espesor todas las cubiertas que quedan delante del radiador, o por medio de contravientos soldados en el interior, como vemos en la Figura 1.4. Además, puede llevar un par de vigas gruesas laterales delante de la caja de la transmisión, que soportan el motor, el cárter y la base del radiador. Puede llevar un gancho de tiro delantero atornillado al cárter, que es una placa que protege la parte inferior del motor. Utilizando este gancho se somete al tractor a esfuerzos mayores con los fuertes tirones que utilizando la barra de tiro.

1.1.2.1. El Eje Muerto.

Es un pasador que atraviesa la parte trasera del tractor, a través o adelante de las cubiertas de la transmisión final. Une los bastidores de las orugas y la sección central, pero permite que oscilen verticalmente. Además, generalmente sirve como eje para la Catarina. Este eje puede ser una Hecha continua, o dos en línea, con sus extremos inferiores anclados a la caja de la transmisión.

1.1.2.2. La Barra de Tiro.

Es una barra gruesa de arrastre, que está sujeta debajo del tractor en el centro, que se prolonga hacia atrás a través de un brazo de apoyo. Puede oscilar horizontalmente y se sujeta en la posición deseada por medio de un pasador que atraviesa la barra de soporte o por un par de pernos en una abrazadera. Es conveniente que el anclaje de la barra de tiro sea tan bajo y que esté a la mayor distancia que sea posible como la construcción del tractor lo permita, para la mejor distribución de los esfuerzos producidos por las cargas remolcadas. Los tractores de mayores dimensiones usan una barra fija, rígidamente conectada al bastidor.

1.1.2.3. Embrague del Motor

El embrague del motor o embrague principal es generalmente del tipo de un solo disco seco, operado por una palanca de mano con seguro. Unas cuantas de las máquinas más grandes tienen reforzadores hidráulicos para facilitar la operación del embrague.

Los tractores de oruga que se proyectan para cargadores frontales pueden tener embragues especiales para este servicio tan pesado. Los Caterpillar usan un embrague mojado de dos discos que trabajan rociados constantemente por aceite bombeado. De hecho estos discos tienen revestimiento proyectados para agarrar, aun

cuando estos estén bañados de aceite. Estos embragues tienden a agarrar ligeramente cuando están fríos, por efectos de que la viscosidad del aceite es muy alta y cause la rotación de los discos del embrague aunque no haya un contacto real entre sí. Lo cual no interesa, siempre y cuando este desaparezca al calentarse. Las máquinas Allis-Chalmers y las International-Harvester pueden usar un embrague que es casi ordinario, excepto en que el plato puede tener varios discos de cerámica, en vez del revestimiento convencional, No se debe reemplazar un disco de éstos con uno ordinario, aunque sea del tamaño. Espérese a tener la parte correcta. Es mejor que repetir el trabajo.ⁱⁱ

1.1.2.4. El Deslizamiento.

Se puede dañar seriamente el embrague de un tractor de oruga si se permite que se afloje tanto que se deslice, porque estos tractores con frecuencia trabajan por largos periodos con cargas tan pesadas que casi paran sus motores. Se debe grabar en la mente de los operadores la importancia que tiene informar inmediatamente de cualquier deslizamiento que se note en el embrague. Porque de otra manera ellos preferirán seguir trabajando con el ajuste flojo que facilita mover hacia atrás la palanca.

Y, cuando se le haya avisado que el embrague de un tractor se está deslizando vaya al lugar donde se encuentra el tractor y hágase cargo del mismo. Si no es posible, párese la máquina o póngala a hacer trabajos ligeros hasta que se pueda arreglar. Si se ve que una palanca que se mueve con poco esfuerzo indica la necesidad de ajustar el embrague, prosígase y ajústese sin hacer ninguna comprobación. Pero si el embrague parece razonablemente apretado, se puede hacer una prueba para ver si se desliza. Hágase trabajar la máquina con una carga que sea demasiado pesada para moverla en

ⁱⁱ Tractores Diseño y Funcionamiento, Autor: M Carleton, Limusa 1984, México, Pag. 496

alta velocidad, póngase en ella y conéctese el embrague lentamente. Si el motor sigue funcionando sin mover las orugas, y no tiene convertidor de torsión, el embrague se está resbalando. Los embragues se calientan cuando se deslizan y generalmente huelen a caliente.

1.1.3. El Tren de Potencia

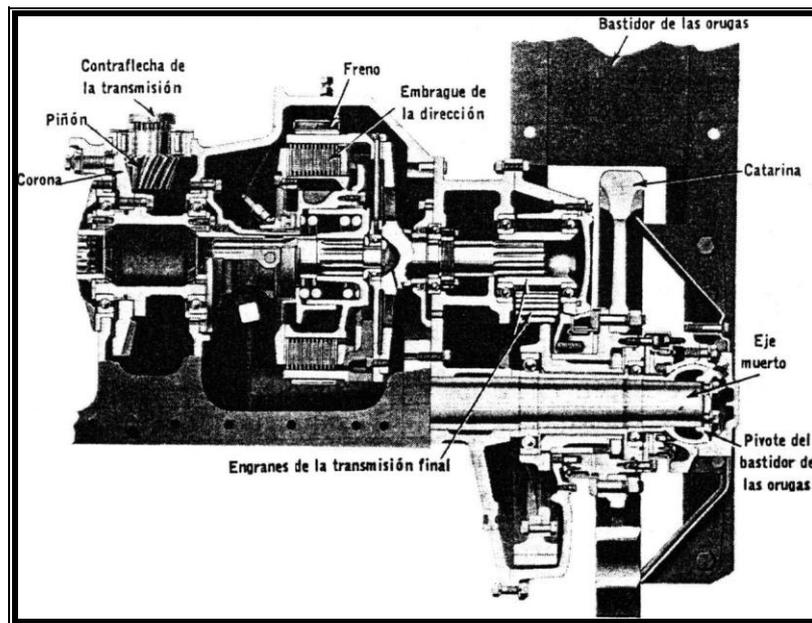


Figura 1.5. - Engranajes del Tren de Potencia

1.1.3.1. La Transmisión.

Es una unidad compacta para servicio pesado. Los engranes deslizantes se reemplazaron gradualmente por los del tipo helicoidal de acoplamiento constante. Figura 1.5.

El número de velocidades de la transmisión varía en los diferentes modelos. Pueden ser de dos a ocho velocidades hacia adelante, y de una a seis velocidades de reversa.

Cuando lleva más de una velocidad de reversa, la transmisión es frecuentemente compuesta, con dos grupos de engranes en serie que se pueden cambiar, operados por dos palancas. En una de estas unidades, se puede usar una palanca para elegir la mayor parte de los engranes mientras que la otra es solamente para cambiar de alta a baja, o de marcha hacia adelante a reversa.

Cuando con una palanca se hace el cambio de la marcha hacia adelante a reversa, se le puede llamar palanca de reversa. Puede producir el movimiento en dos sentidos en todas las velocidades, pero las más altas no tienen reversa.

Las palancas de reversa generalmente permiten hacer un cambio más rápido que las palancas que controlan también los cambios de velocidades, porque su movimiento es en línea recta, y los engranes generalmente están sincronizados. Sin embargo, debe desconectarse el embrague del motor para hacer los cambios y su manejo no es tan rápido ni tan fácil como los cambios con embrague de inversión u otros mecanismos, de cambio de potencia.



Figura 1.6. - Sistema de Engranajes del Tren de Potencia

Con los engranes convencionales, la inercia de los engranes pesados y la rápida deceleración del tractor cuando se desconecta el embrague, imposibilitan hacer los cambios cuando el tractor está moviéndose. Cualquier intento para hacerlo puede dar por resultado chasquidos y rechinos, con el peligro de despostillar los dientes de los engranes. Se debe utilizar todo el ascendiente que se pueda tener para que los operadores paren completamente antes de hacer cambios en los tractores que tengan este tipo de transmisión. Debe desconectarse el embrague del motor para hacer cualquier cambio ordinario. Puede existir un seguro que impide hacer cualquier cambio a menos de que el embrague esté completamente suelto.

Está gran variedad los tractores de oruga que están provistos con cambios de potencia en las transmisiones, en los que se pueden hacer algunos o todos los cambios de velocidad por medio de embragues de rozamiento o de frenos planetarios, sin desconectar el embrague principal ni interrumpir la transmisión de potencia a las orugas. Llevan juntas universales en la flecha del embrague a la transmisión para evitar daños si estas dos unidades se desalinean ligeramente.

1.1.3.2. El Engrane Cónico.

La mayor parte de los tractores de oruga no tienen eje impulsor, porque el piñón cónico que mueve el eje trasero está montado directamente en la flecha de salida de la transmisión. Además, generalmente no tienen diferencial, sino simplemente una transmisión sencilla en ángulo recto a través de engranes cónicos al eje trasero. Sin embargo, las reparaciones que se hacen a estos mecanismos están muy lejos de ser sencillas, porque se encuentran colocados en un hueco pequeño rodeado de cajas gruesas de los embragues de la dirección y de la transmisión. Figura 1.7.

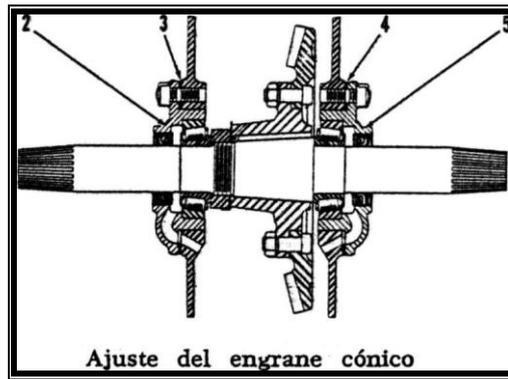


Figura 1.7. - Acoplamiento del Engranaje Cónico

El ajuste del piñón puede tener que efectuarse cuando éste y la transmisión están afuera, de acuerdo con el libro de instrucciones y haciendo medidas muy precisas. Se comprueba con un calibrador de espesores el juego, y con colorantes para ver el contacto que hacen entre los dientes después de que la transmisión ha sido instalada y atornillada firmemente. Los ajustes finales se pueden hacer en el engrane cónico, y quizás en el piñón, añadiendo o quitando laines. La transmisión y los engranes cónicos operan en una caja cerrada que contiene suficiente aceite o grasa líquida para lubricar todos los engranes y cojinetes por inmersión, salpicadura o rociados a presión.

1.1.3.3. Toma de Fuerza.

La toma de fuerza ordinaria es una conexión que hace girar una flecha insertada a través de la pared trasera de la caja del engrane. Se usa para impulsar accesorios como las unidades de control de cable, un malacate, o una bomba hidráulica. Si la transmisión es compuesta, la toma de fuerza puede tener dos relaciones de engranes, de otra manera, su velocidad se controla solamente con el motor. Se conecta desconectando el embrague del motor, acoplando una quijada deslizante, conectando luego el embrague.

Generalmente la toma de fuerza gira muy despacio que el motor. Funciona en neutra o en cualquier velocidad, pero no cuando el

embrague del motor está desconectado. No la afectan los embragues de la dirección. La falta de potencia en la toma de fuerza cuando se desconecta el embrague del motor, o cuando la flecha de salida de un convertidor de par pierde velocidad a causa de una carga pesada, reduce la eficiencia de muchas operaciones. Por lo que ha venido aumentando el número de las tomas de fuerza "vivas" que funcionan constantemente, que pueden operarse siempre que el motor esté funcionando, cualquiera que sea la posición del embrague o el funcionamiento del convertidor. Se puede impulsar una toma de fuerza de éstas por medio de una flecha dentro de un eje del embrague o de la transmisión, que no lo afecte en el funcionamiento del embrague. O puede estar en la parte delantera, moviéndola con una prolongación del eje cigüeñal del motor, o en el motor, impulsándola con los engranes sincronizadores o con el volante. Las tomas de fuerzas vivas pueden tener sus propios embragues o mecanismos de desconexión, pero con frecuencia no los tienen.

1.1.3.4. Embragues de la Dirección.

En las Figs. 1.2 y 1.4 se muestran en corte el eje trasero vivo y el conjunto de embrague y frenos de la dirección. A uno y otro lado de la corona, se prolonga el eje a través de una sección de la caja que se mantiene libre de grasa por medio de sellos en el eje y de un agujero para vaciar en el fondo, Los agujeros deberán estar tapados cuando se trabaje en el lodo o en el agua. En cada uno de estos compartimentos está un embrague de discos múltiples y un freno de banda. Estos pares de embragues y frenos se usan para la dirección.

Los embragues de la dirección son unidades sometidas a un trabajo muy pesado, por lo que sorprende las pocas reparaciones que requieren. Debido a las reducciones de los engranes en las transmisiones y en el engrane cónico, cada embrague de la dirección debe soportar un par varias veces mayor que el que soporta el embrague del motor.

Los embragues de la dirección son generalmente del tipo de discos múltiples empujados por resortes, y que se controlan por medio de palancas de mano que no tienen seguros. Como los engranes cónicos, están colocados en el fondo de cajas cuyo acceso es difícil. Los ajustes se hacen en los mecanismos de palancas, y todo el embrague se saca para inspección o reparación. Véase la Figura 1.8.ⁱⁱⁱ

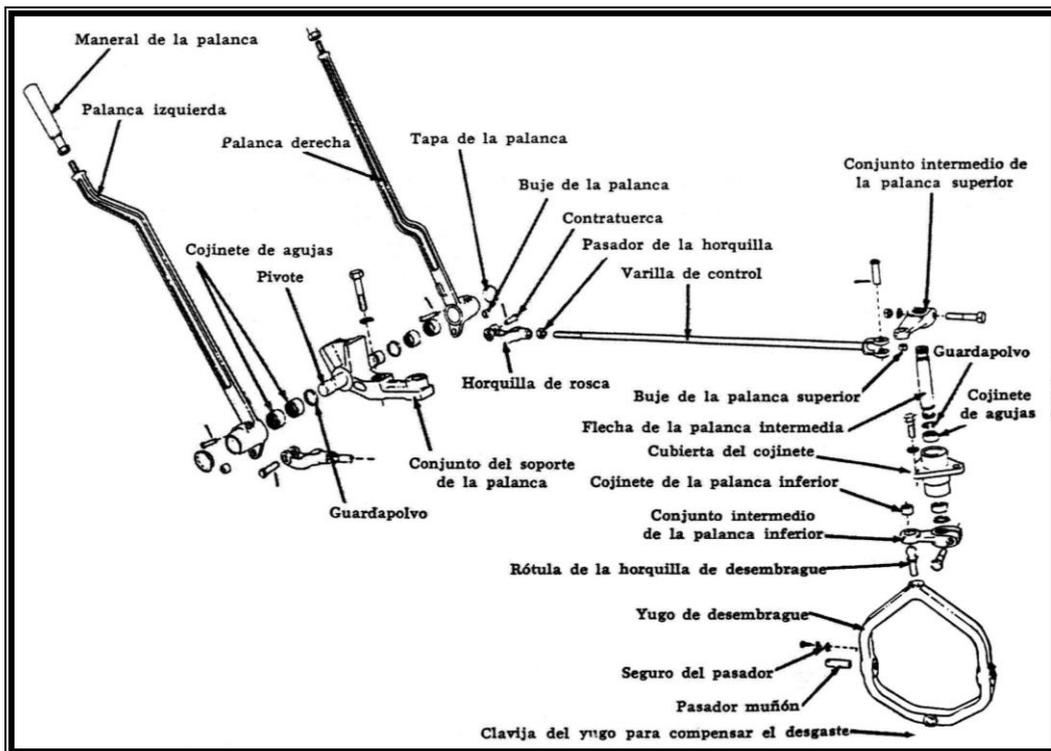


Figura 1.8. - Sistema de palancas para operar los embragues de la dirección

El ajuste se hace midiendo el movimiento libre. Cuando se mueve la palanca de la posición en que está conectado el embrague, primero encontrará una ligera resistencia del resorte del sistema de palancas, luego la fuerte resistencia de los resortes del embrague que empujan juntando los discos. El arco en que la resistencia es ligera se llama juego libre, y corresponde al juego libre que se siente en la parte superior de la carrera de un pedal de embrague.

ⁱⁱⁱ Tractores Diseño y Funcionamiento, Autor: M Carleton, Limusa 1984, México, Pag. 501

El ajuste generalmente se hace por medio de una horquilla de rosca para obtener el juego libre especificado en el libro de instrucciones. Generalmente es de 2 a 4 plg, medido en la parte superior de la palanca, en el lugar en que comienza el maneral. Al gastarse el embrague el juego disminuye, Si llega a ser menor de 1/2 a 1 plg, según la máquina, puede suceder que el embrague no quede completamente conectado y la horquilla de desembrague puede arrastrar cuando se desconecte. Ambas condiciones pueden producir un desgaste rápido.

Si se ajusta el sistema de palancas de manera que tenga mucho juego libre, el embrague puede arrastrar cuando la palanca se encuentre en la posición en que debiera estar completamente desconectado. Un buen operador pronto nota los arrastres aun siendo ligeros (aunque solamente informará del mismo en el caso de que la dirección no funcione bien), pero un operador sin experiencia puede ser que no note ni un arrastre fuerte. Se prueba el arrastre levantando con un gato una esquina del tractor solamente lo suficiente para que la Catarina no soporte ningún peso, colocando ambas palancas de la dirección completamente hacia atrás, conectando el embrague del motor alternativamente hacia adelante y hacia atrás. Si el embrague arrastra, la catarina girará ligeramente cada vez que se cambia el sentido del movimiento.

1.1.3.5. Frenos de la Dirección.

Los embragues de la dirección generalmente se aparean con frenos para la dirección, del tipo de banda externa de contracción, que se usan tanto en la dirección como para detener la marcha del tractor. La parte exterior del cubo del embrague se tornea para formar el tambor del freno. El control consiste generalmente de un pedal en el piso. El ajuste se hace en el mismo freno, aunque también se puede hacer en el sistema de palancas por medio de una horquilla.

1.1.4. Transmisión final.

Se encuentra a uno y otro lado del compartimiento del embrague de la dirección. Consiste en un juego de engranes lubricados por inmersión del tipo sencillo o de doble reducción. El engrane impulsor grande está unido a un eje corto que hace girar la Catarina que impulsa a su vez a la oruga. Se usan sellos para grasa en los lugares en los que entra el eje a la caja de la transmisión final, y donde sale la flecha de la Catarina.

Las transmisiones finales están sujetas al trabajo más pesado que cualquiera otra parte del tren de potencia. La flecha de la catarina soporta el par máximo, y no existen unidades amortiguadoras en el tren de potencia entre ellas y las orugas. La caja debe soportar no solamente los esfuerzos producidos por los engranes, sino que también transmite la mayor parte de la fuerza de propulsión del bastidor de las orugas al chasis central, y con frecuencia chocan en ella las rocas que saltan hacia arriba entre las orugas. Figura 1.9.

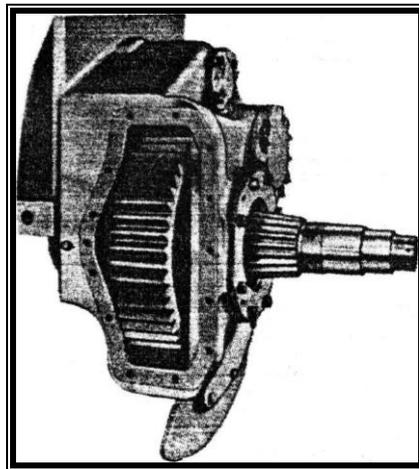


Figura 1.9. - Transmisión final

Estos esfuerzos se toman en cuenta en el diseño de la transmisión final y de su caja, pero aun así todavía éste es uno de los lugares en que aparecen los síntomas de los trabajos excesivos y

abusos. Algunos tipos de trabajo castigan más las transmisiones finales que otros. La mayor parte de los bulldozers tienen los brazos de empuje montados en el bastidor de las orugas, de manera que el empuje de la oruga va directamente a la hoja, sin que intervenga la caja de la transmisión final. Además, la hoja empareja el camino de la máquina, y reduce los raspones y los golpes de la parte inferior de la máquina sobre las rocas. Un escarificador trasero, hidráulico, montado, produce esfuerzos máximos en las transmisiones finales, cuyas cajas quedan entre éste y los bastidores de las orugas. El funcionamiento del escarificador en la roca está sujeto a violentas sacudidas; con frecuencia el terreno no es parejo, pudiendo levantar boleo grande y azotarlo contra la parte trasera del tractor. Las transmisiones finales requieren poco o ningún ajuste o atención, excepto lubricación hasta que se gastan o rompen. Puede ser necesario aplicar una carga previa pesada para armarlas después de una reparación general.

El nivel del aceite debe mantenerse a la altura que debe tener, y debe ser del tipo adecuado para la máquina, y debe cambiarse con la frecuencia que se recomiende. Si se cambia una vez al año, hágase en el otoño. Los tapones magnéticos para llenar y para vaciar son medios que dan la oportunidad de comprobar la condición en que se encuentran las transmisiones. Las partículas gruesas significan averías que indican que debe desarmarse inmediatamente para inspeccionarla.

1.1.5. Las Orugas

Son lo característico de los tractores de orugas. Constituyen rieles de acero sobre los que se mueve la máquina. Se recogen de atrás y se pasan adelante en el terreno conforme se mueve. Figura 1.10.



Figura 1.10. - Oruga Típica de Tractor

Los ejes vivos hacen girar grandes ruedas dentadas, que se llaman ruedas dentadas impulsoras o catarinas, que están colocadas en la parte trasera de los bastidores de las orugas. Estos bastidores se apoyan en rodillos pequeños o rodillos de las orugas. Las ruedas guías, que son ruedas lisas con una ceja central, del mismo tamaño que las catarinas, están montadas en horquillas apoyadas en resortes en la parte delantera de los bastidores. Se montan uno o dos rodillos pequeños arriba del bastidor para soportar la oruga, excepto en las máquinas muy pequeñas; para evitar que haga una flecha muy grande la sección superior de la oruga.

1.1.6. Rodillos de las orugas.

Los rodillos y ruedas guías tienen cejas para mantener la oruga alineada. Generalmente la rueda guía tiene una ceja central ancha que queda ajustada entre los eslabones de la oruga. Los rodillos que ruedan sobre la oruga y los que la soportan tienen cejas exteriores que quedan a uno y otro lado del riel de la oruga. También pueden tener una ceja interior. En la parte inferior se acostumbra alternar los rodillos de ceja sencilla con los de ceja doble. Los rodillos y la rueda guía giran en ejes fijos. Pueden tener cojinetes cónicos de rodillos, o del tipo de mangos sólidos hechos de bronce o de metales especiales.

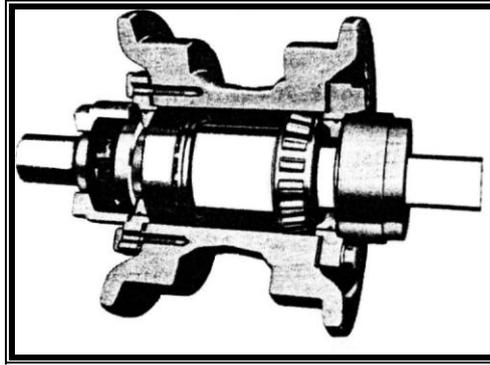


Figura 1.11. - Rodillo Simple de oruga

Buenos sellos para conservar el lubricante dentro y la suciedad afuera, son muy importantes. Los del mejor tipo son con los sellos, "positivos", consisten en dos anillos de acero labrados con precisión, uno de ellos se une al eje y el otro al cubo, que se aprietan entre sí por medio de resortes. Estos anillos están tan perfectamente ajustados, que ni el polvo ni la grasa pueden pasara través de ellos, y son lo suficientemente duros para que sobrevivan a otras piezas de desgaste.

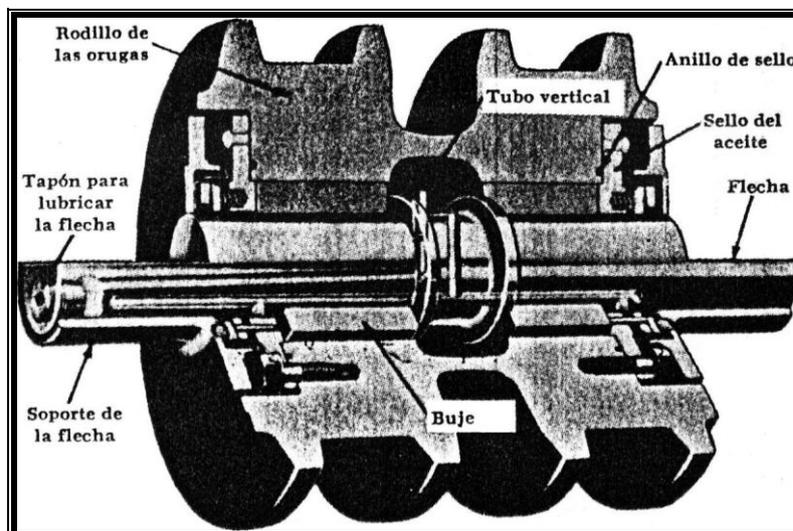


Figura 1.12. - Rodillo Doble de Oruga

El uso de estos sellos no solamente proporciona una excelente protección al rodillo, sino que también eximen al operador o al carro

de engrase de un trabajo laborioso y demasiado frecuente. A los sellos de cuero o de fieltro del tipo antiguo se acostumbraba engrasarlos cada 8 horas en condiciones normales, y con una frecuencia cuatro veces mayor en lodo abrasivo, mientras que, bajo la protección de los sellos positivos, el lubricante original puede durar toda la vida del rodillo. Las Figura 1.11 y 1.12 muestran rodillos para las orugas de los tipos de ceja; sencilla y de ceja doble, con cojinetes de rodillos y con cojinetes sólidos.

1.1.7. La oruga

Tres configuraciones de modelos le permiten seleccionar el equipo adecuado para sus necesidades. *Oruga Larga (LT)* - Tractores con oruga larga tienen una menor anchura para una mayor facilidad de maniobras y para un transporte conveniente.

Oruga Ancha (WT) - La oruga ancha le proporciona más estabilidad y acepta una pala más ancha para nivelación de terminación.

Baja Presión en el Suelo (LGP) - La oruga LGP maximiza la fluctuación al mismo tiempo que proporciona una óptima cobertura de la pala.

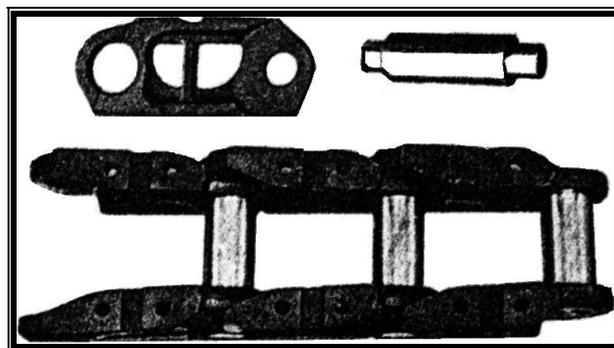


Figura 1.13. - Cadena de Oruga

En sí consta de una verdadera cadena de rodillos con zapatas atornilladas en ella. En la Figura 1.13 se muestran las piezas de una cadena ordinaria de oruga. Cada par de eslabones se unen entre sí con un buje que va en el extremo de uno de ellos. Se coloca un pasador en el buje que sostiene los extremos que sobresalen del siguiente par de eslabones. La oruga se arma con una prensa hidráulica, que permite empujar los pasadores de tamaño ligeramente mayor y los bujes dentro de los eslabones, quedando tan apretados, que rara vez se salen en servicio. El pasador gira con facilidad dentro del buje, proporcionando el funcionamiento como articulación necesario. Figura 1.14

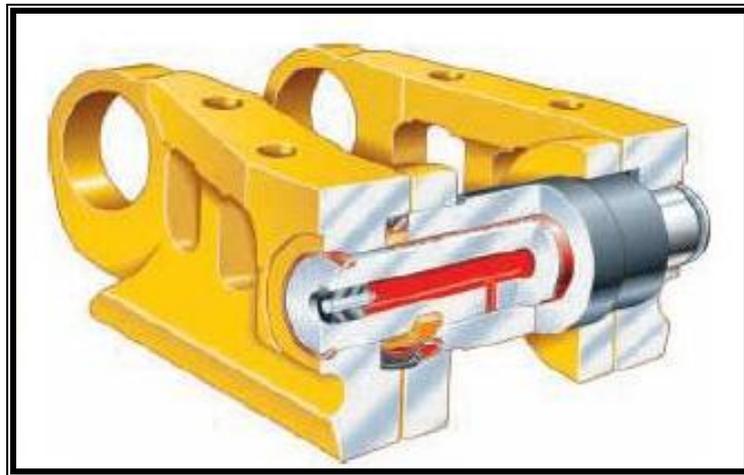


Figura 1.14. - Eslabón típico de Oruga en corte

Esta oruga puede abrirse (romperse) empujando o sacando cualquiera de los pasadores. Sin embargo, todos los pasadores excepto uno pueden estar muy apretados para que resulte práctico hacer esta operación en el campo. Si éste es el caso, el único pasador clave es ligeramente menor, de manera que se puede introducir con un combo y un punzón para empujar. Generalmente es más largo que los demás, para que se pueda reconocer. El acero de los pasadores de las orugas es tan duro que es frágil, y los ojos deben protegerse contra las esquirlas que saltan cuando se golpean con el martillo.

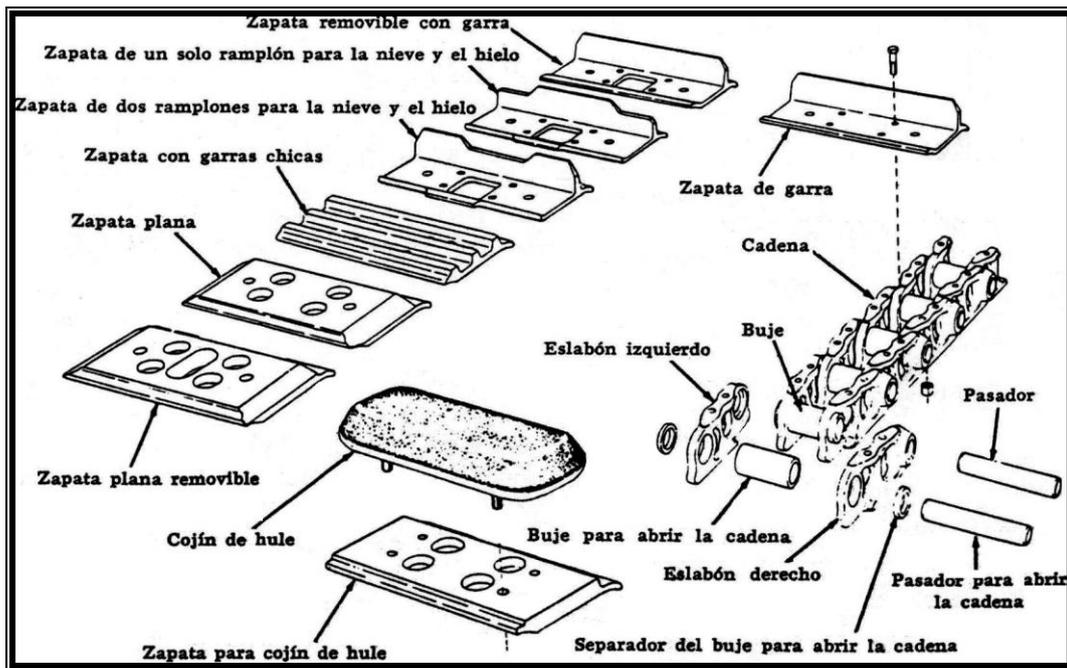


Figura 1.15. - Tipos de Zapatas y nombres típicos

Otro tipo de cadena de oruga, Figura 1.15, usa bujes más largos que se introducen dentro de los eslabones exteriores, de manera que sacando los pasadores no se separa la oruga. En este tipo de construcción, se usa un buje corto colocado entre rondanas separadoras alrededor del pasador clave, en forma que se puede abrir la oruga solamente en este punto. Las orugas que necesitan reparación se llevan a un taller que tenga una prensa especial con la que fácilmente se pueden sacar los pasadores y los bujes y volverse a poner.

La superficie interior del riel o cadena de la oruga tiene la forma a propósito para constituir una vía pareja para soportar los rodillos y la rueda guía. La superficie exterior está aplanada y provista de agujeros para los pernos, dos en los eslabones laterales, para sujetar las zapatas o cojines. Los bujes son las piezas en que agarran las catarinas.

Generalmente éstas tienen un número de dientes impar y la cadena un número par de bujes, o viceversa, de manera que no coincidan dos veces seguidas el mismo buje y el mismo hueco entre dientes de la Catarina. Con este sistema del diente suplementario el desgaste se distribuye más parejo.

1.1.7.1. Cadena Sellada.

El lodo y la suciedad que entra entre el pasador y el buje aumentan mucho el desgaste de la cadena. En las cadenas selladas Caterpillar se montan discos con la forma de platillos de acero de muelle en pares con sus respaldos juntos, entre los extremos de los bujes y sus casquillos en los eslabones exteriores. Figura 1.16.

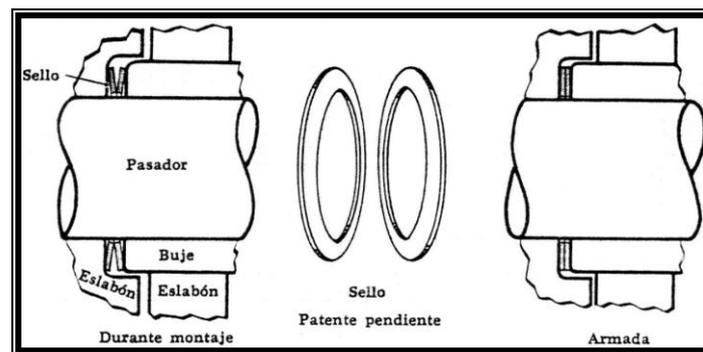


Figura 1.16. - Cadena Sellada

Al armar las cadenas los discos quedan juntos y apretados. Uno cierra el eslabón y el otro el buje, de manera que el único desgaste del sello está en los mismos discos, impidiéndose la entrada de la mayor parte de la suciedad. Los sellos se cambian cuando se hace una reparación general a la cadena.

1.1.7.2. La Nieve.

Algunos tipos de lodo duro, y especialmente la nieve mojada, pueden amontonarse en la cadena y en los huecos de la Catarina de

manera que ésta patine, generalmente con paradas y arrancadas bruscas y perjudiciales; y probablemente hará el efecto de que la cadena está excesivamente apretada al mismo tiempo. Estas condiciones pueden hacer difícil o imposible el trabajo porque puede ser necesario estarla limpiando repetidas veces con la mano. Las zapatas para el hielo y para el lodo generalmente tienen aberturas en el centro, que permiten a los dientes de la Catarina empujar la nieve a través de ellas, dejando las partes interiores relativamente limpias. También hay catarinas recortadas que permiten que el lodo se escurra por las aberturas en los arranques de los dientes.

1.1.8. Las Zapatas.

Hay numerosos tipos de zapatas para las orugas. Las del tipo ordinario son una placa plana con una sola costilla alta o garra a través de ella, que proporciona una buena tracción y protección contra deslizamientos laterales en la mayor parte de las condiciones, pero que no agarran en el hielo ni en el terreno congelado, y rompen los pavimentos sobre los que la máquina trabaja. Si las orugas patinan, cada garra funciona como un cangilón de una máquina excavadora, sacando tierra del fondo y apilándola atrás. Lo que da como resultado, que la máquina se entierra rápidamente creando problemas en el terreno blando cuando está muy cargada. Además, los montones dificultan mucho el retroceso por la misma rodada.

1.1.8.1. Las Zapatas Planas.

Se usan en las máquinas que se: utilizan más para cargar que para empujar, y en las que trabajan en patios sin pavimento que cortarían las garras. Se han usado en los bulldozers y en los cargadores de tractor, pero generalmente no proporcionan suficiente tracción permiten deslizamientos laterales de magnitud peligrosa.

En los tractores de oruga que trabajan dentro de los edificios y sobre los caminos pavimentados se usan cojines revestidos de hule. Su tracción es mejor sobre los pavimentos que con las zapatas metálicas planas. El desgaste y las rayaduras se reducen a un mínimo. No son generalmente lo suficientemente resistentes para efectuar empujes fuertes.

1.1.8.2. Las Zapatas con Garras Pequeñas.

Son planas y tienen dos o tres costillas de poca altura. Son el mejor equipo para los cargadores de tractor, porque no escarban en terreno al patinar y dan vuelta como las garras grandes, y no reducen tanto la acción ni la estabilidad como las zapatas planas.

1.1.8.3. Las Zapatas para la Nieve y el Hielo.

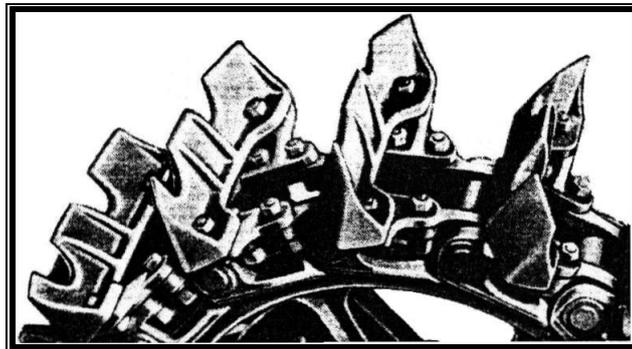


Figura 1.17. - Oruga con Zapatas para hielo y nieve

Son generalmente recortadas, Figura 1.17, con garras altas. Se pueden obtener aditamentos para hacer conversiones. Se pueden atornillar cojines metálicos o de hule sobre las zapatas en garras para proteger las calles, y se pueden atornillar garras en las zapatas planas o con garras pequeñas.

La mayor parte de las zapatas de las orugas tienen seis agujeros para los tornillos, cuatro para sujetar la zapata a la cadena, y dos en

los cuales irán otros aditamentos. Se pueden también obtener cojines para mayor parte de estos tipos de varias anchuras. Con los anchos se obtiene mas sustentación y tracción máxima en terreno blando; con los angostos opera mejor la dirección y se cuenta con un factor que reduce los daños por sobrecargas o choques.

1.1.8.4. Anchura.

Las orugas generalmente se colocan muy cerca de la sección central. Sin embargo, en los modelos especiales de trocha ancha, están más separadas. La separación adicional puede variar de unas cuantas pulgadas a un pie o más. Para este cambio se requieren cajas y flechas especiales para las transmisiones finales, y cambiar contravientos y muelles. Las máquinas de trocha ancha tienen mejor estabilidad en los taludes transversales, y para transportar cargas elevadas, se ensucian menos con el lodo, y permiten montarles zapatas anchas para trabajar en pantanos. Son más pesadas, y generalmente de manejo más brumoso en lugares reducidos, pero pueden dar vuelta con una carga con menos dificultad que las de modelo ordinario, y no se atascan con tanta facilidad.

1.1.9. Reparaciones en las Orugas

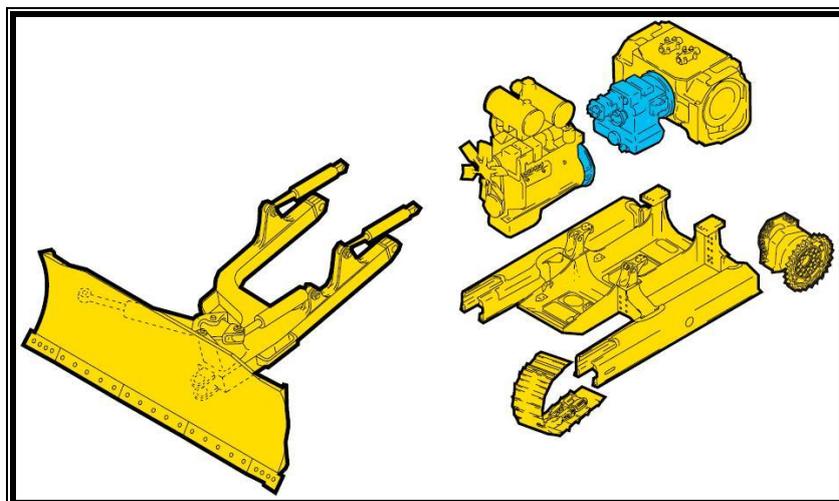


Figura 1.18. - Tractor típico en despiece

1.1.9.1. De Ajuste Manual.

La rueda guía se mantiene en su posición por medio de una horquilla corrediza que se hace retroceder por medio de un resorte. La presión del resorte la empuja hacia adelante, y la cadena hacia atrás. Si la oruga choca con algo, o se atora algún objeto entre la cadena y la rueda guía, o si se amontona arena o nieve sobre la Catarina o la cadena, la rueda guía se puede mover hacia atrás comprimiendo el resorte, absorbiendo en esta forma el choque, o aflojando la tensión en la cadena.

El ajuste para contrarrestar el desgaste de la cadena se hace dándole vuelta al perno de ajuste que está atornillado dentro de la horquilla de la rueda guía y gira libremente sobre el resorte. Atornillándolo en la horquilla hace retroceder la rueda guía aflojando la cadena; desatornillándolo empuja la rueda guía hacia adelante apretando la cadena. Véase la Figura 1.19. Este ajuste no afecta la tensión del resorte.

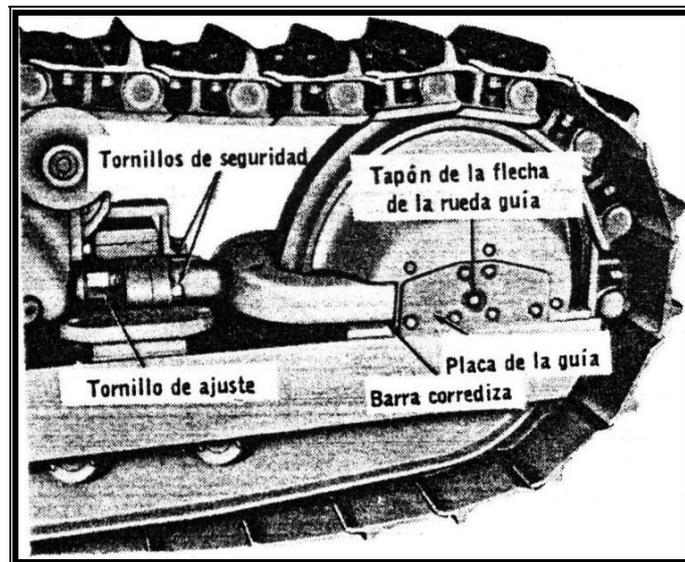


Figura 1.19. - Ajuste del tensor de la Oruga

Los ajustes de tornillo de las orugas generalmente resultan muy molestos, porque se rellenan de polvo fino, lubricante descompuesto, y con el óxido. Todo esto hace que sea muy difícil darles vuelta; algunas veces se dificulta su acceso y pueden ser tan pequeños que las llaves de tuerca que proporcionan con el tractor agarran mal. Ayuda a levantar el tractor para que los rodillos no carguen.

Aun así, es usual tener que emplear aceite penetrante, calor y extensiones de tubo de seis pies en una llave de tuercas para que den vuelta los tornillos de ajuste. Se debe mover el tractor para adelante y para atrás unas cuantas veces durante el ajuste, para igualar la tensión en todas sus partes.

1.1.9.2. De Ajuste Hidráulico.

Los mecanismos de ajuste hidráulico generalmente consisten en un pistón dentro de un cilindro hermético que tiene una grasera. El vástago del pistón es una prolongación de la horquilla de la rueda guía. Inyectando grasa dentro del cilindro se empuja la rueda guía hacia adelante y se aprieta la oruga, Figura 1.20, dejando salir grasa por la grasera o por una válvula relevadora, que se permite a la oruga guía se mueva hacia atrás y se afloje la oruga. Los sistemas de ajuste hidráulico son muy fáciles de usar, pero cualquier fuga que tengan es probable que pongan al tractor fuera de servicio.^{iv}

^{iv} Tractores Diseño y Funcionamiento, Autor: M Carleton, Limusa 1984, México, Pag. 509

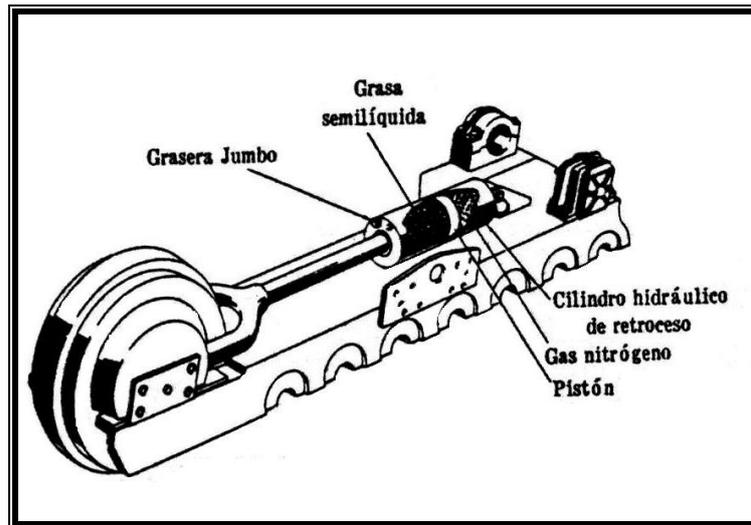


Figura 1.20. - Ajuste Hidráulico de la Oruga

El resorte de retroceso puede reemplazarse por un cilindro de gas nitrógeno a una presión de 1500 lb/plg, que se comprimirá más, bajo los esfuerzos grandes, y que se dilatará a sus límites para restablecer el ajuste de la oruga cuando se reduce el esfuerzo.

1.1.9.3. La tensión.

La tensión correcta en la oruga es muy importante. Si está muy apretada, se mantiene un esfuerzo constante en cada pasador y en cada buje, aun en la porción superior de la oruga que no trabaja. Lo apretado produce un rápido desgaste al dar vuelta los eslabones alrededor de las ruedas, y el rozamiento adicional puede absorber una gran parte de la potencia del tractor. El desgaste es la causa de que la cadena se alargue, de manera que eventualmente se restablece la tensión correcta, pero a costa de la vida de la oruga. Y las orugas son muy costosas.

Las orugas muy flojas también sufren un desgaste adicional debido a la flexión excesiva al entrar y salir en los tramos flojos en la parte superior. La parte floja también puede rozar contra las cajas de las transmisiones finales o con otras partes, cortándolas y gastando la

oruga. Pero la desventaja más importante es que una oruga floja se sale con facilidad en las vueltas y en terreno irregular o inclinado, especialmente si las superficies se han redondeado por el desgaste. Se debe poder levantar la oruga de 1 a 2 plg arriba de un rodillo de soporte con una barreta. La flecha de la curva que forme entre el rodillo de soporte y la rueda guía, con el tractor parado después de molerse hacia adelante, debe ser aproximadamente de 1/2 plg y no más de 1 plg por cada pie de oruga entre soportes.

1.1.9.4. Desgaste de la cadena.

Aun cuando se mantenga a la tensión correcta la oruga y sus ruedas se gastarán. Influyen en la rapidez el suelo en el que trabajen y la cantidad del mismo que entre en ellas, y la carga de trabajo, ver Figura 1.21.

También se produce desgaste en la superficie de los bujes, donde los dientes de la Catarina los empujan. Cuando estén casi completamente gastados, las orugas deben quitarse del tractor y llevarse a un taller con prensa para las orugas. Allí se extraen, se les da una media vuelta (se hacen girar 180°), y se vuelven a colocar a presión. En esta forma queda expuesta a los dientes una superficie fresca, sin desgaste, y se dobla la vida del buje. Sin embargo, si los bujes se gastan tanto que se les hagan agujeros, tanto los bujes como los pasadores deben reemplazarse. Se debe estar al pendiente de la condición de las orugas para evitar este gasto adicional, y convencer a los operadores de que informen de la magnitud del desgaste. Los dientes de las catarinas se desgastan aproximadamente lo mismo que los bujes, pero son mucho más gruesos.

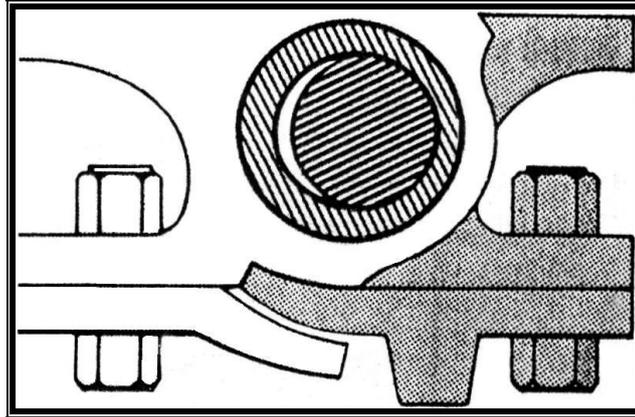


Figura 1.21. - Desgaste del pasador y del buje de la Oruga

Un tercer tipo de desgaste, el que se produce entre los bujes y los pasadores, no es directamente visible, pero se puede apreciar su magnitud estirando la oruga. Volteando los pasadores y los bujes, o instalando nuevos si es que ya se han volteado o gastado demasiado, se restablecerá longitud normal de la oruga. Un cuarto tipo de desgaste se produce en los rieles. Tiene muchas formas diferentes, la más seria es el redondeamiento de las aristas, que generalmente se acompaña, por un redondeamiento semejante de las cejas de los rodillos. Cuando ha progresado lo suficiente la oruga tenderá a salirse de los rodillos en las vueltas, taludes, y cuando choca con obstáculos. Cuando una máquina llega a esta condición, el operador tiene que gastar más tiempo; y esfuerzo en mantenerla dentro que en hacer el trabajo.

1.1.9.5. Reconstrucción.

Los rieles de las orugas se pueden reconstruir con soldadura, pero éste es un trabajo grande y con frecuencia los resultados no son buenos. Los cordones de soldadura deben interrumpirse en el extremo de cada eslabón. La superficie terminada puede quedar irregular y sin aristas a escuadra que son la mejor protección para que no se salga la oruga. Existen dudas respecto a si se debe usar acero blando por su tenacidad o uno duro por su resistencia al desgaste.

Con frecuencia la fatiga del metal afecta a los eslabones de la oruga, lo que los hace frágiles cuando se someten a grandes esfuerzos. La fatiga puede aumentar por los efectos del calor de la soldadura. Los rieles nuevos o reconstruidos no darán un servicio completo a menos de que los rodillos de la oruga se reemplacen o se reconstruyan al mismo tiempo.

1.1.10. Las Zapatas.

Se gastan por el rozamiento con el terreno. Las garras se gastan redondeándose en las esquinas, por lo que agarran mal en los taludes transversales y a veces pueden quedar reducidas a pequeños bordos ineficaces. Las esquinas pueden reconstruirse con soldadura dura, mientras que las garras es más fácil arreglarlas cortando las viejas y soldando nuevas. No conviene posponer este trabajo indefinidamente, porque las garras son necesarias para disponer de una buena tracción en la mayor parte de las superficies, al mismo tiempo sirve de refuerzo a la placa de la oruga que de otra manera puede dañarse por flexión con mayor facilidad. Figura 1.22.

Puede resultar antieconómico reconstruir las garras pequeñas como las que usan los cargadores de tractor, porque cada zapata lleva tres garras y generalmente resulta más barato comprar e instalar zapatas nuevas. Además, este tipo de zapatas tiende a curvarse en los extremos cuando se gastan las garras, perdiendo su capacidad de tracción en los taludes transversales, y rara vez resulta práctico enderezarlas.

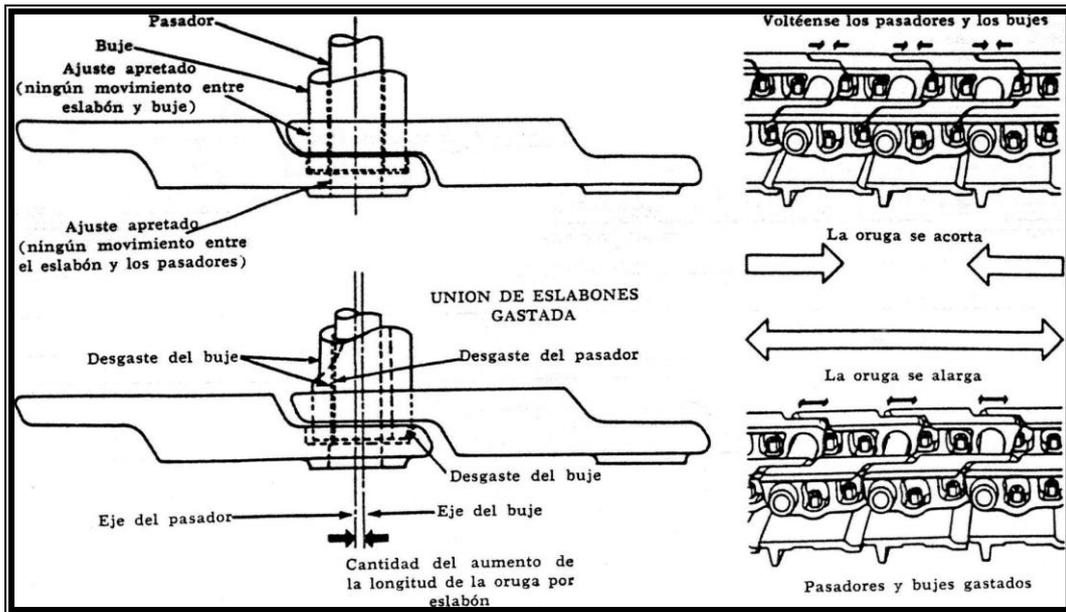


Figura 1.22. - Desgaste de la oruga

Las zapatas se sujetan a los eslabones de la cadena por medio de cuatro pernos de acero duro, que tienen el vástago ligeramente mayor que las roscas, para poder golpearlos con el martillo sin dañar las roscas. Generalmente se quitan cortándoles las cabezas, con un soplete por el lado donde se desgasta la zapata. Se instalan sin rondanas de seguridad, y se aprietan con un par de 100 lb o más, y se vuelven a apretar después de unos cuantos días de trabajo. Si se permite que los pernos de las zapatas se aflojen mucho, las roscas se maltratan por lo que ya no se pueden apretar. Hay que cambiarlos. Generalmente, las cadenas de las orugas se gastan antes que las zapatas, por lo que éstas se pueden usar en dos o más cadenas, lo que constituye una economía considerable para el departamento de repuestos, pero se gasta mucho tiempo y trabajo para cambiarlas. Además, rara vez resulta económico reconstruir las garras

Muchos contratistas mandan hacer todos los trabajos importantes en las orugas a los distribuidores de equipo, porque ellos reducen mucho el costo de la obra de mano usando maquinaria especial muy

cara. Las orugas son muy pesadas y estorbosas, y los mecánicos que trabajan en ellas todo el tiempo las manejan con mayor eficiencia.

1.1.10.1. Saltos.

Conforme se gasta y se alarga la oruga, la longitud del paso (distancia entre los centros de dos pasadores adyacentes) aumenta, mientras que el desgaste de los dientes de la Catarina tiende a reducir la longitud de su paso, lo que origina que la oruga se monte cada vez más alto en los dientes de la Catarina, hasta que ésta tiende a saltar y aun a patinar dentro de la oruga. Esto produce esfuerzos de choque en el tractor, semejantes a los que sufre un automóvil o camión cuyas ruedas impulsoras patinan y agarran alternativamente en la arena. La operación en estas condiciones no debe permitirse. El mismo fenómeno de saltos y patinamientos puede producirlo el lodo espeso o la nieve mojada retacada en la cadena y entre los dientes de la Catarina, por lo que no se debe simplemente suponer que hay que hacer una reparación grande cuando esto suceda. Hágase siempre un estudio cuidadoso, no importa lo evidente que pueda parecer la causa de la molestia. Cuando la verdadera causa es el desgaste, se pueden posponer los cambios reemplazando la Catarina izquierda por la derecha y viceversa, o buscando un soldador hábil que reconstruya las catarinas. Sí ya se han volteado los bujes de la cadena para entonces se tendrán ambos pasos otra vez normales. Las orugas que se salen de los rodillos las discutiremos después.

1.1.11. Los Rodillos.

Son unidades que tienen un trabajo muy pesado. Con mucha frecuencia cualquiera de ellos tiene que soportar de golpe casi todo el peso del tractor, como si fuera un golpe dado con un martillo; las vueltas en terreno blando los someten a esfuerzos transversales terribles, y con frecuencia trabajan en el lodo y en la tierra que desgastan sus superficies exteriores y que amenazan entrar a la

fuerza en ellos. Los rodillos modernos se han mejorado aumentando el metal de desgaste en las pistas y en las cejas de los mismos, y usando rodillos para servicio pesado con ejes más gruesos y cojinetes mayores para servicio exageradamente pesado, como por ejemplo el de los rodillos delanteros de los cargadores. Las defensas de los rodillos los protegen de las piedras sueltas. A pesar de estas mejoras de diseño y de materiales, todavía se pueden tener muchas molestias con los rodillos, de las orugas. Un cojinete antifricción roto puede triturar todo su interior, y un buje gastado puede permitir que la flecha se desalinee lo suficiente para arruinar el sello y permitir que entre la tierra.

En algunas marcas son muy comunes las roturas de los ejes. Los rodillos delanteros son los que especialmente están expuestos a sufrir esta avería. Un rodillo con el eje roto, o uno cuyo interior se haya destruido completamente, puede girar lateralmente lo suficiente para atorarse en la oruga, sacudiendo la máquina y haciendo severos daños a la oruga. En trabajos pesados en terreno rocoso, la falla de los rodillos inferiores puede ser tan común, que se deberán tener de repuesto para todos los tractores que trabajan más. Un tractor puede trabajar sin un rodillo, pero el siguiente se sobrecargará y puede romperse muy rápidamente. El mejor procedimiento para llegar a los rodillos inferiores para inspeccionarlos o quitarlos es subir la guía en un bloque largo, luego colocar otro bloque atrás de la Catarina y subirlo de reversa. En esta forma se apoyará con seguridad el bastidor de la oruga arriba del terreno, y el movimiento final de reversa hará que la parte floja de la oruga quede abajo, para que pueda colgar con libertad. Sí todavía no es suficiente, se tendrá que aflojar la oruga.

A los rodillos gastados se les pueden reconstruir las cejas y las pistas. Deben quitarse de la máquina y sacárseles las flechas, los cojinetes y los sellos, y los cuerpos enviarse a un taller que tenga equipo de soldadura automático especial. Se acostumbra enviar todo

el rodillo, para que en el mismo taller puedan cambiar las piezas interiores que estén gastadas. El costo de reconstrucción es mayor que la mitad del costo de un rodillo nuevo, y habrá algunos que resulten más económicos desecharlos. Los rodillos rotos se reemplazan de uno en uno, conforme sea necesario, pero cuando se reconstruyen, generalmente hay que hacerlo en todo el juego, al mismo tiempo, que se reconstruye la oruga o se cambia.

1.1.12. Ruedas Guías.

Son los rodillos grandes delanteros. Su mayor tamaño hace que resulte práctico equiparlas con ejes y cojinetes que correspondan a la magnitud de sus cargas, el resorte del mecanismo con el que se ajusta la oruga constituye un buen amortiguador, y gira mucho más despacio que los rodillos. Cuando su uso es normal dan muy pocas molestias. Sin embargo, en trabajos pesados, su gran diámetro las hace más sensibles a los golpes laterales y a los desalineamientos del bastidor de las orugas. Los rayos y el cubo se pueden agrietar, y a menos de que se parchen con soldadura, se romperán.

La rueda guía tiene una sola ceja central para impedir que la oruga se zafe lateralmente, cuyos costados se desgastarán, y también pueden redondearse. Se puede arreglar reconstruyéndola cuidadosamente con soldadura aplicada a mano seguida de un esmerilado, cortándole la ceja y soldándole, una nueva, o reconstruyéndola en una máquina automática de soldadura. Generalmente, a las ruedas guías que tienen agrietados los rayos o el cubo usualmente no vale la pena cambiarles la ceja. Figura 1.23.

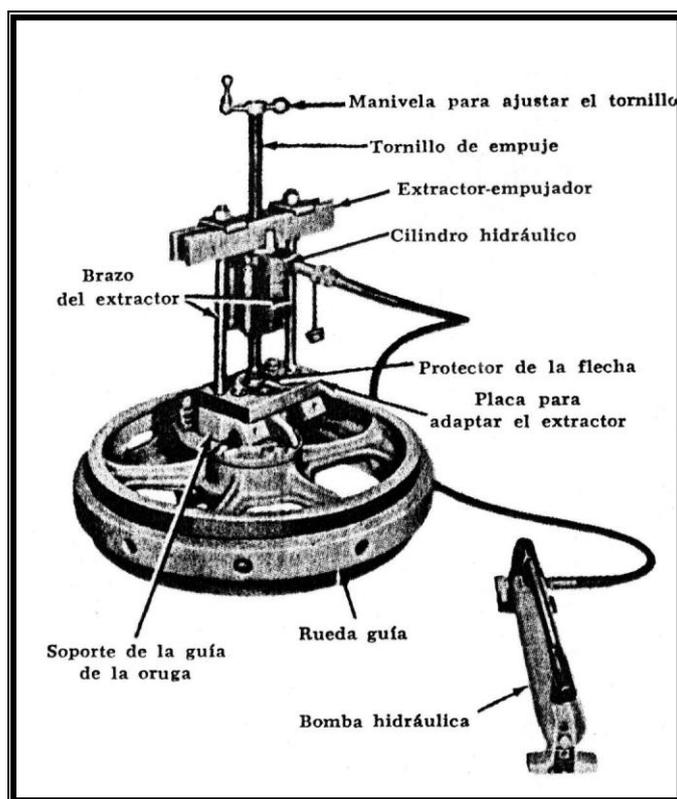


Figura 1.23. - Manera de quitar el soporte de la rueda guía

1.1.13. El Bastidor de las Orugas

El bastidor de las orugas es una viga gruesa que sostiene alineados los rodillos y la rueda guía con la Catarina y el tractor. Puede durar lo que el tractor, sin atención, pero los bujes de su pivote trasero pueden requerir cambio, y pueden doblarse o torcerse interfiriendo con la dirección y ser la causa de que la oruga y las ruedas se gasten rápidamente.

Es normal el que aparezcan manchas brillantes en los costados de los rieles de la oruga producidas por el rozamiento contra las cejas si se dan muchas vueltas. Pero si todo-un costado de un riel está brillante, si las manchas brillantes tienen una forma definida, o si el riel tiene rayaduras cuando no trabajan en guijarros que puedan producirlas, es probable que algo anda desalineado y que está haciendo daños serios. Véase primero si hay algún rodillo que tenga

su soporte flojo o roto, con un eje roto, que sea la causa de que se incline lateralmente. Si no se encuentra ninguno, el bastidor es probablemente el defectuoso. Se puede revisar por medio de cuerdas, pesos, una regla, y un manual de servicio.

1.1.13.1. Conexiones.

En la mayor parte de los tractores de oruga, los bastidores giran individualmente en la línea del eje muerto que corre a través de la parte trasera del tractor, generalmente entre los centros de las catarinas. El bastidor se prolonga en línea recta hacia atrás para tener un punto de rotación exterior, y un contraviento diagonal se prolonga hacia adentro para quedar articulado cerca de la línea central del tractor. La sección central delantera del tractor puede apoyarse en los bastidores laterales de varias maneras. Es conveniente que las orugas puedan oscilar, es decir, que tengan movimiento independiente para arriba y para abajo en el frente, porque con esto se mejora la comodidad de su manejo, la precisión en los trabajos de empuje, y la tracción en terreno disparejo.

Hay dos tipos de conexiones oscilantes, el de muelle y el de barra estabilizadora.

El muelle es generalmente del tipo de hojas gruesas, cuyos extremos descansan en los bastidores de las orugas, y en su centro se apoya el bastidor central. Este sistema está perdiendo popularidad debido a la tendencia a colocar el sistema elevador de los bulldozers sobre el cofre o el radiador. Los resortes tienden a comprimirse permitiendo que el bastidor central baje cuando se levanta la hoja del bulldozer, y a moverse hacia atrás cuando baja, interfiriendo con la precisión del control.

El estabilizador es una barra rígida articulada a los bastidores de las orugas en sus extremos permite la oscilación sin que funcione como resorte.

Los tractores de orugas que van a llevar cargadores, con frecuencia tienen una viga transversal que está rígidamente unida a los bastidores de las orugas y al bastidor central, impidiendo cualquier oscilación. Con este tipo de construcción se mejora la estabilidad contra el cabeceo, y permite apoyar el cargador sólidamente en ambos bastidores.

1.1.14. Operación

Como mecánico es necesario saber cómo se maneja un tractor. De otra manera es probable que se dificulte localizar y remediar muchas de sus averías, y moverlos y manejarlos cuando se les hacen ajustes y reparaciones. Puede ser que no se disponga de operadores cuando se necesiten.

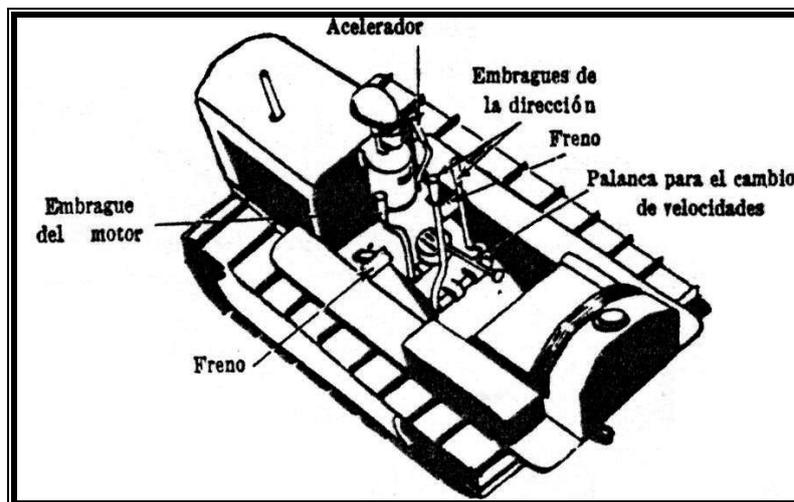


Figura 1.24. - Mandos Básicos de un Tractor de Oruga pequeño

1.1.15. Controles.

En la Figura 1.24 se muestran los controles ordinarios para la operación de un pequeño tractor, constan de la palanca del embrague principal o del volante, que se mantiene en la posición de desconexión hacia adelante por medio de un resorte y tiene un seguro en la posición de conectado, que es cuando la palanca queda completamente hacia atrás; las palancas izquierda y derecha de los embragues de la dirección que se sostienen en la posición en que están conectados por medio de resortes se sueltan tirando de ellas hacia atrás, y no tienen seguros; la palanca para el cambio de velocidades, los pedales izquierdo y derecho que se oprimen contra el empuje de resortes para aplicar los frenos, y que se pueden fijar moviendo las palancas de los seguros hacia adelante cuando se aplican los frenos.

Las máquinas grandes pueden tener reforzadores hidráulicos en algunos o en todos los controles para contrarrestar los grandes esfuerzos requeridos por los embragues y frenos grandes. Un pedal decelerador permite al operador dejar su acelerador de mano en la posición de velocidad máxima y disminuir la del motor tanto como quiera para hacer trabajos precisos, para seguridad o comodidad cuando se cruzan terrenos irregulares, o para disminuir el ruido cuando se reciben instrucciones. Oprimiendo el pedal se disminuye la velocidad del motor, soltándolo regresa a la velocidad fijada por el acelerador de mano.

1.1.16. Conexión del embrague.

Este tipo convencional de tractor de orugas se puede operar de la siguiente manera; suéltese el embrague del motor moviéndolo hacia adelante, cámbiese a la velocidad que se va a usar, ajústese el acelerador a la velocidad del motor que se quiera, tírese hacia atrás de la palanca del embrague hasta que la máquina comience a

moverse o hasta que el motor comience a trabajar, continúese tirando de ella hasta que la máquina se mueva y el embrague lleve toda la potencia del motor sin patinar, luego tírese de ella rápidamente hasta que quede en el seguro. Cuando se empieza con cargas pesadas, o en velocidades altas se requiere tirar de la palanca más tiempo y más lentamente que cuando las cargas se mueven con facilidad. El tirón debe ser lento, lo suficiente para evitar sacudidas o saltos del tractor, pero cualquier indecisión que se tenga más allá de este mínimo aumentará el desgaste.

1.1.17. Selección de las Velocidades.

Para trabajos de precisión, es conveniente la velocidad más baja, no solamente porque esta marcha lenta proporciona más tiempo para modificar la dirección y para hacer ajustes, sino porque la hoja del bulldozer o de otra unidad se mueve más aprisa en proporción a la velocidad del tractor, lo que se debe a que la velocidad de la hoja depende de la velocidad del motor, mientras que la del tractor varía con la relación de engranes. Por lo tanto, la hoja puede cortar una rasante con mayor precisión en la primera velocidad que en la segunda, aunque la velocidad del tractor sea la misma.

1.1.18. La dirección.

Cinco factores influyen en la operación de la dirección de un tractor de orugas convencional:

El efecto de los embragues de la dirección,

El de los frenos de la dirección,

El del piso,

El de la pendiente, y

El de la carga que se arrastra o se empuja.

Si se tira hacia atrás de la palanca de embrague de la dirección cuando el motor se está moviendo hacia adelante, a oruga de ese lado quedará loca y la otra continuará impulsada. La desviación de la dirección en un tractor sin carga depende de la resistencia de la oruga loca a moverse hacia adelante.

Esta resistencia está formada por el rozamiento interno, que por sí producirá solamente un cambio de dirección muy gradual y arrastre en el terreno. Dando por resultado que la máquina, en un pavimento duro y parejo dé vuelta muy gradualmente. En terreno blando dará vuelta más rápidamente. Si la oruga loca choca con un tocón dará vuelta bruscamente. Véase la Figura 1.25.

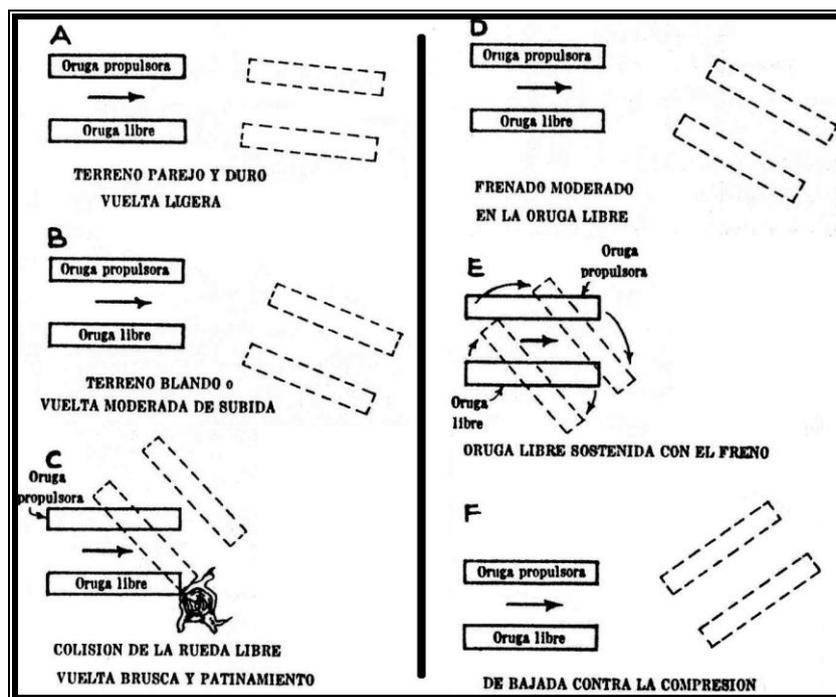


Figura 1.25. - Manera de Dirigir un Tractor con Embragues y Frenos

La resistencia a la rodadura en la oruga libre puede aumentarse a cualquier grado deseado aplicándole el freno de dirección. Si la oruga está frenada, y la tracción es buena, la máquina girará alrededor de ella. La aplicación del freno puede producir una vuelta de cualquier grado entre ésta y el cambio gradual de dirección que se obtiene

cuando no está frenada. Las vueltas que se dan con freno rara vez son suaves, porque la dirección generalmente cambia por una serie de etapas. Un tractor que esté tan cargado que prácticamente esté gastando toda su potencia de tracción en un tramo recto, tendrá dificultad para dar vuelta, porque la oruga impulsora tenderá a patinar. Puede ser necesario, para disminuir la carga, caminar de reversa para cambiar la dirección, lo que es relativamente sencillo cuando las cargas se empujan, pero difícil cuando se remolcan.

Cuando se dirige un tractor por medio de los embragues solamente al bajar de una colina lo suficientemente empinada para que el tractor trate de caminar más de prisa que lo que el motor lo impulsa, trabaja hacia atrás. El efecto de soltar un embrague de la dirección en este caso, es permitir que su oruga ruede libremente, y se mueve más aprisa que la otra oruga, que está frenada por el motor de máquina, alejándose dará vuelta del embrague suelto. La aplicación firme de ese freno hará que la máquina dé vuelta hacia ella en la forma normal. Si se necesita una operación precisa de la dirección, el freno debe aplicarse antes de soltar el embrague.

1.1.19. Palancas de Control de Combinación.

Los tractores pequeños, o los que tienen reforzadores de potencia en los controles, pueden tener una palanca del embrague de la dirección que también opere el freno de la dirección. De la primera mitad a los dos tercios del recorrido de la palanca sirve para desconectar el embrague, luego se hace contacto con el mecanismo del freno, aplicándose éste moviendo la palanca más adelante. En esta forma se simplifica la operación muchísimo, pero tiene la pequeña desventaja de que los frenos no se pueden usar para disminuir la velocidad del tractor sin sacrificar el efecto del frenado del motor.

1.1.20. El Convertidor de Torsión.

El tractor Allis-Chalmers HD-21 usa un convertidor de torsión en combinación con el embrague del motor, y la transmisión tiene solamente dos velocidades hacia adelante y una de reversa. Con cargas pesadas, o con velocidades bajas del motor, el convertidor resbala y convierte la mayor parte de la velocidad perdida en potencia, de manera que el tractor puede disminuir su velocidad sin tener que disminuir la del motor, y produce el efecto de un cambio automático a relaciones de engrane progresivamente inferiores. Cuando se vence la resistencia y la carga se aligera, el resbalamiento disminuye y la relación entre las velocidades del motor y el tractor cambia hacia una velocidad mayor y un par menor. La baja velocidad se usa para trabajo lento de precisión y para cargas pesadas para reducir el resbalamiento necesario del acoplamiento hidráulico. La alta velocidad se usa para trabajo ligero, tosco, donde se puede caminar con facilidad. La reversa tiene una relación de engrane algo más elevada que la baja.

El embrague de un solo disco se suelta: para cambiar velocidades, porque el convertidor no desacopla completamente ni a la velocidad de holgar. Cuando trabaja con una carga pesada, el tractor se puede parar soltando el embrague o cerrando el acelerador.

1.1.21. Dirección Planetaria.

El tractor Internacional TD-25 usa un par de transmisiones planetarias de dos velocidades en vez de embragues para la dirección. Esta disposición, que se muestra en la Figura 1.26, permite cambiar a una relación de engrane inferior sin utilizar el embrague, e impulsar las orugas a diferentes velocidades como para dar vuelta con toda la potencia.

Las transmisiones planetarias se controlan con frenos de tres discos a cada lado. Se aplican con palancas que se mueven con las puntas de los dedos y con potencia hidráulica. Cuando las palancas están hacia adelante los ejes están en alta velocidad. Cuando están en medio la relación de engrane se aumenta aproximadamente 25%. Cuando están completamente atrás, los ejes exteriores se desconectan de la transmisión y se aplican los frenos. Si la palanca izquierda está hacia adelante, y la derecha en medio, la oruga izquierda caminará más de prisa y la máquina dará vuelta a la derecha con potencia en ambas orugas.

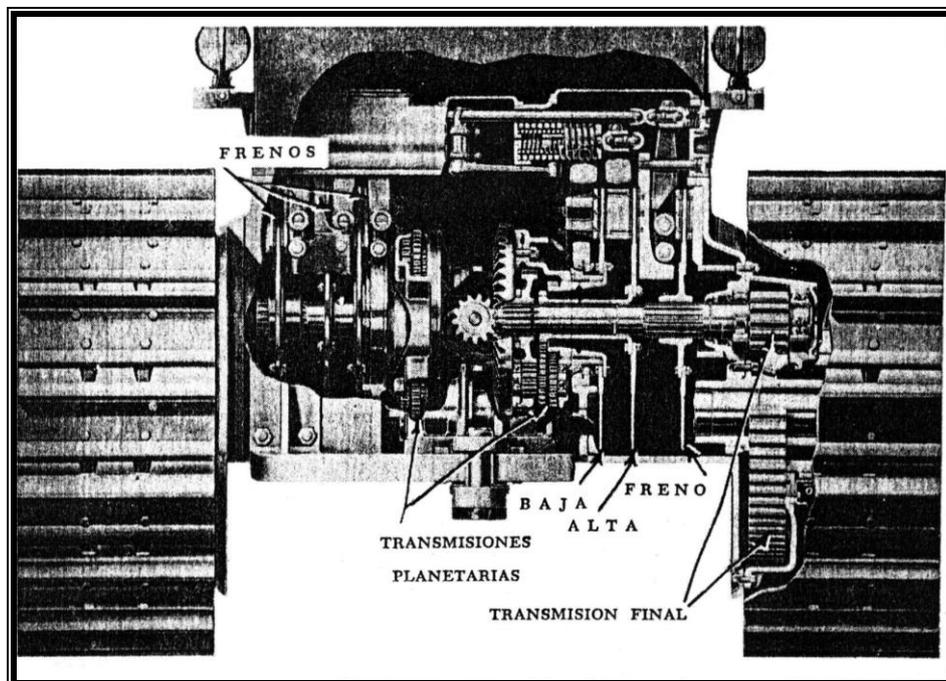


Figura 1.26. - Dirección Planetaria de Potencia

Si se lleva la palanca derecha más atrás, la máquina dará vuelta con una rapidez que depende de la intensidad del frenado, de la misma manera que un tractor de orugas ordinario, y la transmisión planetaria izquierda puede estar en alta o en baja. Las posiciones intermedias de la palanca derecha producirán el grado deseado de curvatura. Las vueltas a la izquierda se dan invirtiendo la posición de las palancas.



Figura 1.27. - Detalle de Engranaje Planetaria

Con un pedal se aplican mecánicamente frenos de disco o para operación de emergencia y para usarlos como freno para estacionamiento cuando el motor no está trabajando. El embrague del motor se controla con una palanca de mano o con un pedal con un resorte reforzador.

1.1.22. Dirección Diferencial.

Los tractores de oruga Oliver ofrecen una opción de otro tipo de eje vivo y de control de la dirección que se muestra en las Figura 1.28. La potencia se lleva a través de un diferencial especial de engranes rectos. Llevan un par de frenos de dirección, pero los embragues de la dirección están ausentes.

Las flechas de la cruceta se prolongan fuera del diferencial a engranes planetarios acoplados a engranes solares que giran libremente en las flechas del eje. Los engranes solares están unidos rígidamente a los tambores del freno.

Sí se aplica cualquiera de los frenos, los planetas comienzan a caminar alrededor del engrane solar al que están unidos, y la rotación resultante de sus ejes y crucetas harán girar el eje más cercano en dirección opuesta de la rotación de todo el conjunto. Este engrane del

eje continúa girando en la misma dirección, pero su movimiento individual la hace girar más despacio que el conjunto, la magnitud de la diferencia la determina la fuerza con la que se aplica el freno.

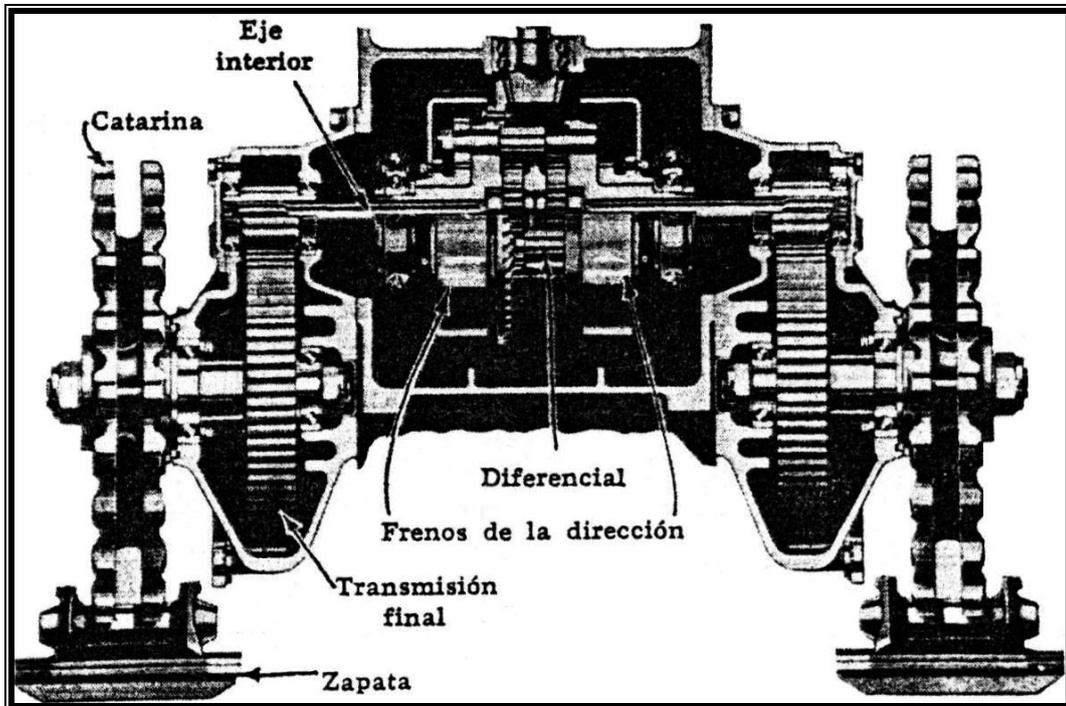


Figura 1.28. - Mecanismo de Dirección Diferencial

Las crucetas están también acopladas con las crucetas del engrane del otro eje y les darán vuelta de manera que se acelere la misma cantidad que se decelera el primero. La oruga del lado frenado será impulsada por lo tanto a una velocidad inferior que la otra y el tractor dará vuelta hacia ese lado.

Este efecto se obtenía anteriormente por un freno sobre un tambor sujeto a la flecha del eje mismo. El sistema de engranes produce un mayor efecto de frenado con menos esfuerzo y desgaste de los forros. El diferencial, los frenos, y las transmisiones finales están encerrados en una sola caja que está parcialmente llena de aceite. Los forros de los frenos son de tipo especial para este servicio. Lo fuerte de la vuelta depende de la eficacia del freno. Se puede dar

una vuelta corta, pero generalmente no es posible que le vuelta sobre una oruga frenada. A este método de dirigir no lo afectan las bajadas.

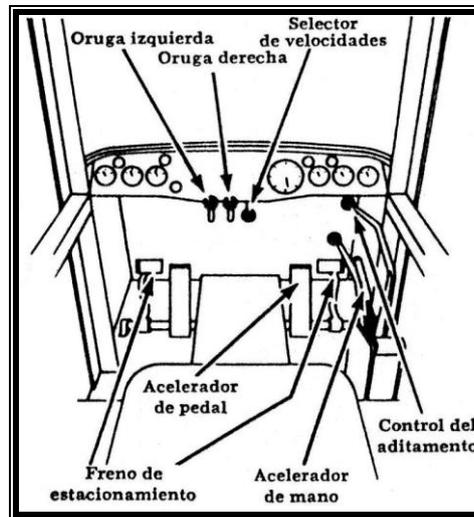


Figura 1.29. - Controles de Tractor Eimco

1.1.23. Control Independiente de las Orugas.

Los tractores Eimco tienen control independiente hacia adelante y hacia atrás en las orugas. Los modelos diesel usan una transmisión Uni-drive con dos o cuatro velocidades hacia adelante y reversa. Los cambios se hacen por medio de embragues de discos completamente metálicos, múltiples, de operación hidráulica. La potencia del motor se transmite a través de un convertidor de torsión de una sola etapa. Las velocidades son de acoplamiento constante de engranes helicoidales.

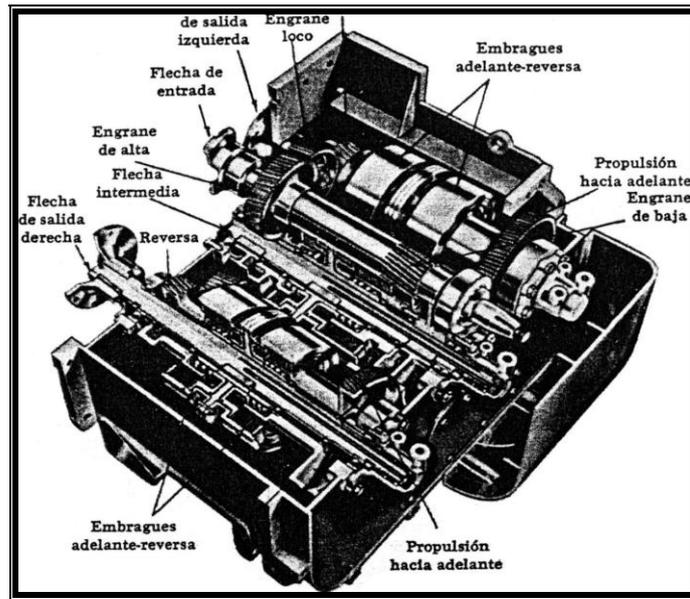


Figura 1.30. - Transmisión de dos Velocidades.

Las transmisiones de dos velocidades, Figura 1.28, tienen una flecha central impulsora que la hace girar el convertidor. Esta flecha lleva dos engranes, uno pequeño para las bajas velocidades y uno grande para las altas, que están acopladas por medio de estrías a la flecha y permanentemente acoplados con engranes de la flecha intermedia o flecha de alta a baja. Los engranes intermedios giran libremente en la flecha, a menos que se conecten a ella por medio de los embragues que llevan.

Conectando el embrague de baja velocidad hace que esta flecha gire con el engrane de baja, y el otro embrague conectará; la alta velocidad. Cuando no se conecta ningún embrague, la transmisión está en neutra. El sistema de palancas evita conectar ambos embragues al mismo tiempo. Dos engranes adicionales están unidos por estrías a la flecha intermedia. Uno de ellos está acoplado directamente con engranes que van en las dos flechas de salida que mueven las orugas, mientras que el otro está conectado con un par de engranes locos que están acoplados con engranes de la flecha de salida.

Cada flecha de salida está equipada con, dos embragues, que sirven para conectar uno u otro engrane a ella. Como una transmisión es directa y la otra es a través de un engrane loco, estos embragues permiten hacer el cambio de marcha hacia adelante a reversa, y determinan la dirección de la rotación de la flecha y la dirección del movimiento de la oruga que impulsan. Cuando no está conectado ninguno de los embragues, la flecha y la oruga están en neutra como un tractor ordinario cuando se desconecta el embrague de la dirección. Los controles de la oruga o de la dirección son dos palancas pequeñas, que se pueden mover ambas con una mano. En la posición central están en neutra, hacia adelante conectan las velocidades hacia adelante, y hacia atrás las de reversa. Las vueltas en un punto se dan torciendo la mano de manera que una palanca se mueve hacia adelante y la otra hacia atrás. Las orugas se moverán en dirección opuesta entre sí, dando una vuelta muy cerrada sin moverse ni para adelante ni para atrás. A esta vuelta se le puede llamar giratoria inversa. Los cambios de dirección convencionales se hacen impulsando una oruga mientras que la otra está en neutra y aplicando el pedal del freno para detener o disminuir la velocidad de la oruga que está en neutra, según sea necesario. Los cambios, la reversa y los movimientos de la dirección pueden hacerse sin parar ni disminuir la velocidad de la máquina.

1.1.24. Salidas de las Orugas

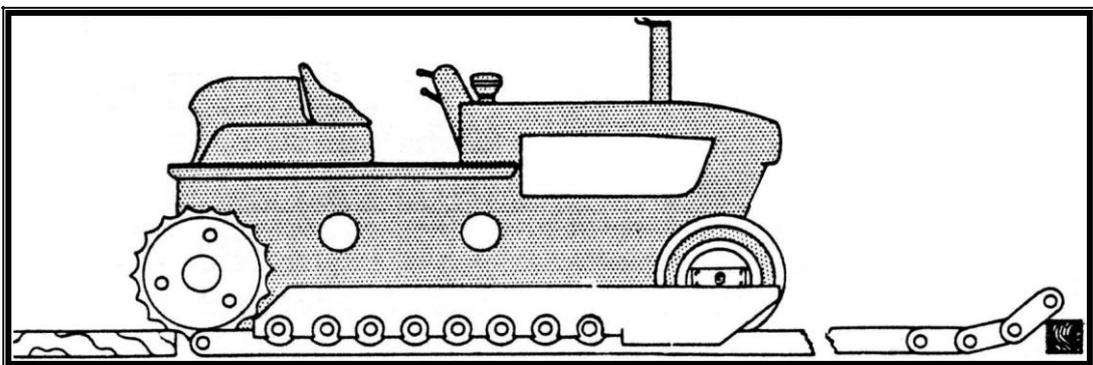


Figura 1.31. - Modo de Retirar una Oruga

Aunque no es sencillo, se desmonta el eslabón maestro, diferente al resto, y se desmonta la parte de la cadena suelta, luego se ubica a la catarina sobre un tablón de madera, así haciendo caminar para que la cadena quede completamente suelta. Figura 1.31. Un punto débil de los vehículos de orugas es la posibilidad de que éstas se salgan, cuando esto sucede, puede significar que la oruga esté formando un montón a lo largo de la máquina, y que las ruedas estén descansando en el terreno, pero con mayor frecuencia significa que los rieles de la oruga no embonan bien en las cejas de los rodillos, que están desalojados a un lado, y haciendo contacto con la superficie interior de la zapata de la oruga. La operación en estas condiciones da por resultado a separación completa de la máquina y la oruga.^v

Las orugas están más propensas a salirse durante las vueltas bruscas o en terreno irregular, y es probable que sea una indicación de que las orugas están muy flojas o que tienen un eslabón roto, o de que la oruga y las cejas de los rodillos están gastadas, o de que las ruedas están desalineadas. Lo que generalmente se acompaña de chasquidos y de ruido de molienda, si se sospecha que se va a salir la oruga, la máquina debe pararse inmediatamente y revisarse, porque cada pulgada de movimiento dificulta más volverla a colocar. Si la oruga se ha salido solamente de los rodillos inferiores, generalmente regresa a su lugar si la oruga se levanta del terreno, haciendo subir la Catarina o la rueda guía en un tronco o levantándolas de alguna otra forma, o por medio de gatos. Si la Catarina está en terreno duro, empujando por debajo la hoja de un bulldozer hidráulico con frecuencia se levanta la oruga lo suficiente.

En teoría lo que se utiliza para volver a colocar una oruga en una catarina o rueda guía es semejante a la de instalar una banda apretada del ventilador en un automóvil. No se puede estirar ni utilizar palancas lo suficiente para que pase sobre la ceja de la polea, pero si

^v Reparación de Maquinaria Pesada, Autor: Herbert Nichols, CECSA, noviembre 1983, Pág. 198

se sostiene en un extremo de su lugar en la polea, y se le da vuelta, el efecto de cuña estirará la banda sobre la ceja, y la parte de la banda que ya está en la garganta tirará hacia adentro del resto de ella. De la misma manera, en la oruga existe el problema de alinear parte de la oruga con la ceja, y de darle vuelta a la rueda para introducirla. Si la oruga está parcialmente en la rueda, simplemente dándole vuelta en la dirección conveniente se hace el trabajo. Si está completamente fuera de la ceja, puede ser que sea necesario alinearla empujándola con una barreta, gato o cadena, y generalmente es necesario aflojar el ajuste también.

1.1.25. Moviendo el Tractor.

Si la oruga se ha salido en la parte superior de la Catarina, pero todavía está dentro de cuando menos un diente en la parte inferior y dentro de los rodillos inferiores, la máquina debe moverse despacio hacia adelante. Los dientes de la Catarina entrarán bien en la oruga que va apareciendo debajo del rodillo inferior, y subirá el tramo salido hacia arriba para que quede en la sección floja de arriba, en donde la enderezará el rodillo de apoyo, Si la parte superior de la Catarina está bien engranada, y el tramo inferior es el que se ha salido, la oruga volverá a su lugar si se hace caminar la máquina en reversa. Sin embargo, puede ser necesario empujar con una barreta para evitar que la oruga se salga del rodillo trasero.

Si la oruga está completamente salida de la ceja de la Catarina, pero todavía dentro de la ceja de los rodillos inferiores, la máquina debe moverse hacia adelante. La Catarina engranará en la oruga sostenida correctamente por los rodillos inferiores, y quizás con el empuje vigoroso de una barreta engranará con ella y quedará engranada en toda ella. Si además la oruga se ha salido de uno o más de los rodillos inferiores, se debe hacer retroceder el tractor, de manera que los dientes de la Catarina puedan engranar con la oruga sostenida correctamente por los rodillos inferiores. Para esto se puede

requerir empujar más con palancas, o un tirón en la dirección lateral correcta de otra fuente de Potencia.

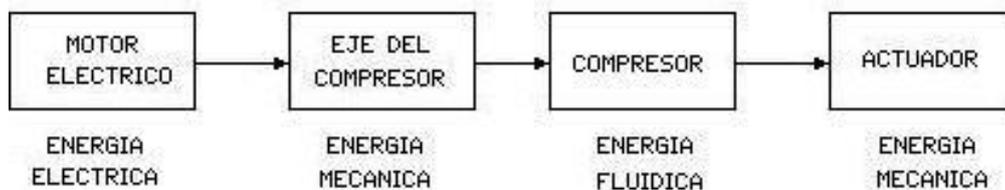
1.2. Fundamentos Neumáticos

La energía neumática que emplea aire comprimido como fuente de potencia, tiene cualidades excelentes, propias del elemento de base, entre las que podemos destacar:

- El aire es abundante y barato.
- Se transporta y almacena fácilmente.
- Es limpio (no produce contaminación) y carece de peligro de combustión ó alteración con la temperatura.

No obstante todas sus virtudes es de destacar que siendo el aire un fluido comprimible, presenta algunas desventajas, como pueden ser los movimientos no uniformes de los pistones cuando se realizan avances lentos con carga aplicada.

El aire es una composición de varios elementos, y a título indicativo se puede considerar tal mezcla compuesta por un 75% de Ni (nitrógeno), 23 % de O (oxígeno), 1% de argón y un 1% de otros gases como anhídrido carbónico, xenón, helio y neón. Esta mezcla gaseosa es disponible en la naturaleza en cantidad ilimitada, antes de ser distribuida en la red industrial necesita de tratamientos que se realizan por medio del sistema compresor.



La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores

neumáticos, en movimiento de giro. De esta manera podemos obtener gran utilidad de una energía sumamente limpia y económica, sin riegos de chispas, costos, entre otros.

1.2.1. Comparación con los Motores Hidráulicos y Eléctricos^{vi}

Los motores neumáticos que se describen se enfrenta al desarrollo de una determinada aplicación, con distintas variaciones, así tenemos:

- R.P.M. - Regulación.
- Resistencia al bloqueo del eje.
- Peso.
- Protección ambiental.
- Precio - coste.

1.2.1.1. R.P.M.

- Regulación. En este aspecto puede decirse que los motores neumáticos e hidráulicos vencen sobradamente a los motores eléctricos (de rotor en cortocircuito). Un simple regulador de flujo permite la regulación de la velocidad. Una vez efectuada la regulación de la velocidad de giro, la disyuntiva entre utilizar neumática u oleohidráulica está bastante definida.

- Los motores neumáticos aumentan las r.p.m. cuando disminuye el esfuerzo resistente.

- Los motores hidráulicos, debido a que el fluido motor es un líquido, no se aceleran cuando disminuye la carga si se alimentan a través de un regulador de caudal compensado en presión.

^{vi} Cálculo y Diseño de Circuitos en Aplicación Neumática, Autor: Salvador Milla, Marcombo, España, junio 1998, Pág. 70.

- El control de la velocidad de un motor eléctrico con rotor en cortocircuito se hace interviniendo sobre la frecuencia de la corriente de alimentación, pero este sistema es normalmente menos sencillo que un simple regulador de flujo.

- Los motores oleohidráulicos se fabrican para giros operativos a partir de 0/5 r.p.m. lo cual les hace aptos para diseños exentos de reductor.

1.2.1.2. Par.

El par en los motores neumáticos y oleohidráulicos es fácilmente controlable o limitable ajustando la presión de la alimentación por medio de reductores adecuados. Esta facilidad de control del par tiene la aportación de que los convierte en no sobrecargables, lo cual, en el caso de tracción de móviles, obliga a elegir modelos superiores. Los motores eléctricos (con rotor en cortocircuito), al ser sobrecargables, permiten una generación de potencia muy superior a la continua durante un período de tiempo que precisa el móvil para alcanzar la velocidad de régimen.

1.2.1.3. Resistencia al bloqueo del eje.

Debido a la característica citada, anteriormente, de no ser sobrecargables los motores neumáticos y oleohidráulicos, permiten el bloqueo del eje sin sufrir daños internos en su estructura. En los motores neumáticos esta característica es muy importante en su aplicación sobre herramientas neumáticas portátiles (atornilladores/ taladros/ etc.).

1.2.1.4. Peso.

Los motores neumáticos, por la baja presión del aire comprimido, se fabrican en aleaciones ligeras, lo cual da lugar a que sean mucho

más ligeros que los motores eléctricos de potencia equivalente. Los motores eléctricos normales están fundamentalmente contruidos de hierro (núcleo magnético de rotor y estator) y los arrollamientos de cobre, lo cual les proporciona un peso considerablemente superior. Los motores oleohidráulicos también se fabrican en acero, pero al trabajar a presión muy alta tienen un tamaño más reducido. Esta reducción es relevante si se compara con el conjunto motor eléctrico-reductor.

1.2.1.5. Protección ambiental.

En este aspecto los motores neumáticos y oleohidráulicos no tienen una comparación fácil con los motores eléctricos. Debido a que el aire comprimido no produce "chispas", ahorra al diseñador todo el aspecto de protección en ambientes peligrosos como minas, industria petroquímica, etc. No sólo es importante este aspecto en cuanto al motor se refiere sino también en cuanto concierne a la línea eléctrica de alimentación, armarios de control, etc. Los motores neumáticos y oleohidráulicos pueden trabajar sin problemas en ambientes difíciles como maquinaria de cubierta en embarcaciones y maquinaria de obras públicas a la intemperie.

1.2.1.6. Precios.

El precio de adquisición de los motores neumáticos e hidráulicos es considerablemente superior al de los motores eléctricos con rotor en cortocircuito. Por estas razones se emplean en aplicaciones en las cuales se valoran técnicamente las propiedades positivas antes resaltadas.

1.2.1.7. Fórmulas usuales

Para la selección de los motores neumáticos puede emplearse la fórmula de aplicación directa usual:

$$N = P \times R / 716$$

Que está corregida para:

N= Potencia en CV

P = Par en mkg

R = r.p.m.

A partir de esta base pueden buscarse las equivalencias necesarias. Las bases de referencia para elegir un motor neumático se encuentran en gráficos similares a los de la Figura 1.32, que son los correspondientes a un determinado modelo de motor.

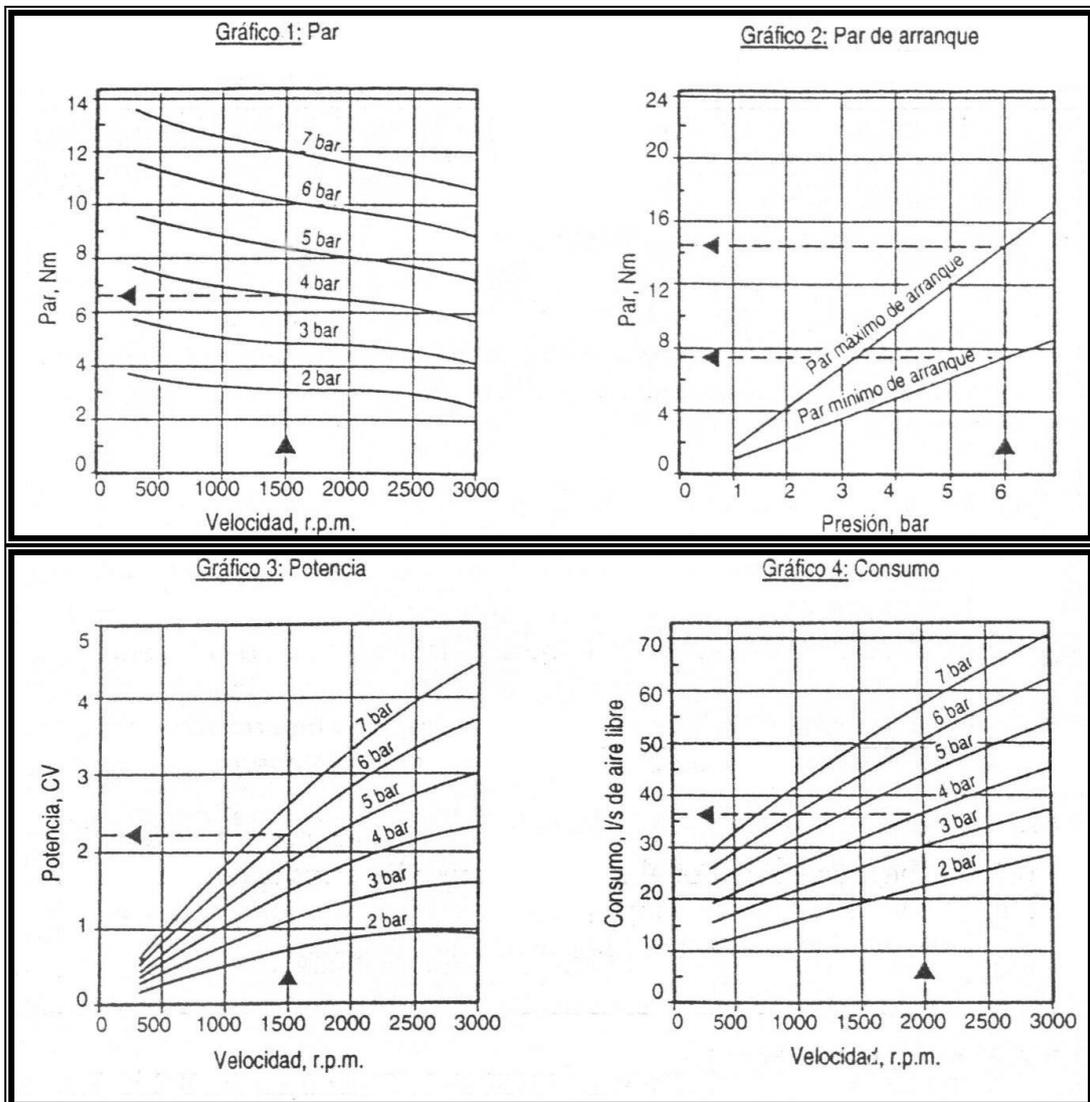


Figura 1.32. - Gráficos para Elección de Motores Neumáticos

1.2.2. Selección del Motor Neumático

Cuando el motor deba ser puesto en marcha en vacío (sin carga), utilídense los gráficos 1 o 3 empleando únicamente las curvas de par y de potencia. Para aplicaciones en las que el motor deba ponerse en marcha con carga, debe tenerse en cuenta el par de arranque del gráfico 2. El par de arranque varía entre los valores máximo y mínimo dependiendo de la posición de las paletas. Tenemos así resultante gráficos de relación de velocidad, potencia y torque. Así como se muestra en la Figura 1.33 de un motor neumática DEPRAG.

- 1) Par de funcionamiento. Ejemplo: A 4 bar y 1500 r.p.m tiene un par de 6,8 Nm.
- 2) Par de arranque. Ejemplo: A 6 bar tiene un par de arranque de 7/5 o 14/5 Nm/ dependiendo de la posición de las paletas.
- 3) Potencia de salida. Ejemplo: A 6 bar y 1500 r.p.m. alcanza una potencia de 2/3 CV.
- 4) Consumo de aire. Ejemplo: A 4 bar y 2000 r.p.m. tiene un consumo de 361/s.

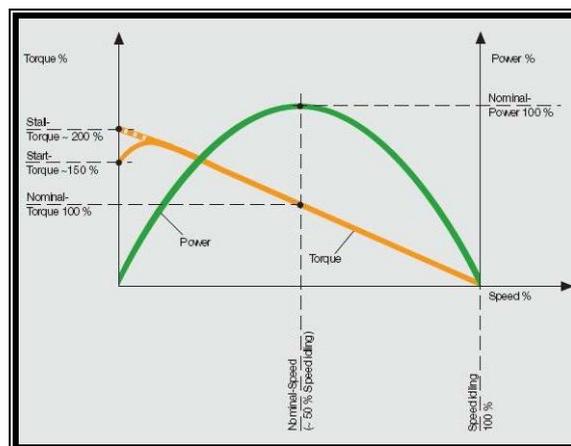


Figura 1.33. - Grafica típicas del Motor Neumático DEPRAG

1.2.2.1. Tipos de Motores Neumáticos

Los motores neumáticos rotativos son aquellos componentes que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía mecánica en forma rotativa.

Los motores neumáticos pueden pertenecer a tres familias importantes.

- Turbinas.
- Motores de pistones
 - *radiales, o
 - *axiales
- Motores de paletas.
 - *de expulsión centrifuga
 - *de expulsión por resortes
 - *de expulsión por aro
- Motores de engranes.

En cualquiera de los tipos de pistones y paletas, puede haber la posibilidad de que existan motores reversibles y no reversibles. También pueden tener o no tener freno.

1.2.2.2. Las turbinas

También llamados turbocompresores, por su funcionamiento, son aquellos motores en los cuales la energía potencial del aire se transforma en energía cinética por medio de una tobera y esta energía cinética del chorro de aire, al incidir en un rodete le hace girar, transformándose en energía mecánica. Figura 1.34.

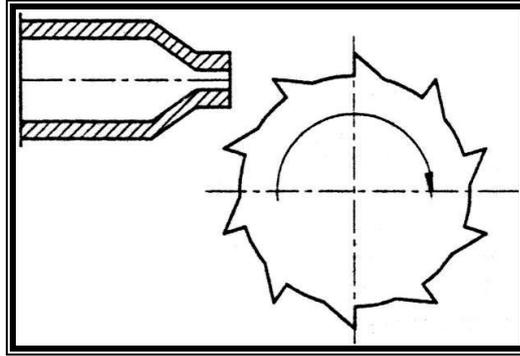


Figura 1.34. - Motor de Turbina

Disposición esquemática de una turbina neumática. El aire que sale por la tobera eyectora incide en las ranuras o alabes del rodete haciéndole girar. Ahora decimos que en los motores neumáticos el aire pasa de la acometida al rodete por una conducción, es decir, confinado por las paredes de ésta y producen el esfuerzo de giro por medio de cámaras de volumen variable.

Estas turbinas producen un número muy alto de revoluciones y tienen como aplicación típica, entre otras, las conocidas turbinas de los odontólogos. Dada la gran velocidad de salida del aire a través de la tobera y al pequeño diámetro de rodete, la velocidad de giro puede alcanzar hasta 300.000 r.p.m. Este tipo de turbinas no suele emplearse en automatismos salvo aplicaciones puntuales.

Características de los motores de aire comprimido turbocompresores

- Regulación sin escalones de la velocidad de rotación y del par motor
- Gran selección de velocidades de rotación
- Pequeñas dimensiones (y reducido peso)
- Gran fiabilidad, seguros contra sobrecarga
- Insensibilidad al polvo, agua, calor y frío
- Ausencia de peligro de explosión
- Reducido mantenimiento

- Sentido de rotación fácilmente reversible

1.2.2.3. Motores de Paletas

Son motores de utilización normal con las características generales ya indicadas que se recuerdan:

- Facilidad de regulación de velocidad.
- Par elevado.
- Perfecta resistencia al bloqueo del eje.
- Ligereza.
- Cambio de sentido de giro instantáneo.

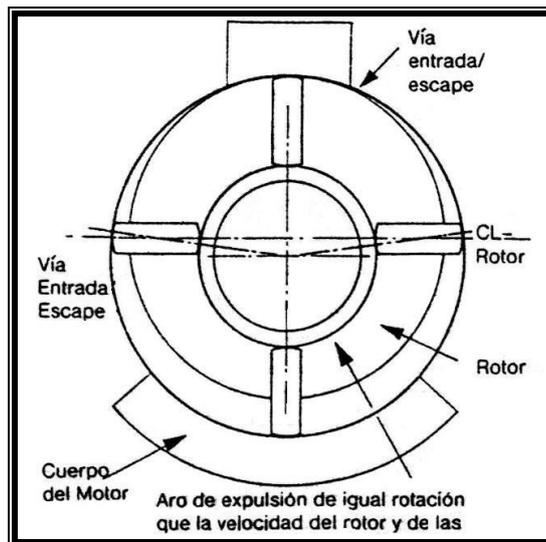


Figura 1.35. - Motor de Paletas

El aspecto general y disposición interior se muestra en la Figura 1.35. Se distinguen las cuatro paletas, en este caso, que configuran las cámaras internas entre el aro de expulsión y el cuerpo del motor. Al conectar el aire por la vía de entrada, se comunica con la cámara que es impulsada a girar aumentando su volumen, movimiento que hace girar al eje.

En otros tipos de motores, las paletas son empujadas por la fuerza de resortes. Por regla general estos motores tienen de 3 a 10 paletas (como vemos en la Figura 1.36), que forman las cámaras en el interior del motor. En dichas cámaras puede actuar el aire en función de la superficie de ataque de las paletas. El aire entra en la cámara más pequeña y se dilata a medida que el volumen de la cámara aumenta. La estanqueidad que aseguran las paletas en este caso es forzada por el aro interno de expulsión que gira a igual velocidad que el rotor y paletas.



Figura 1.36. - Motor con 4 Paletas

Los motores neumáticos de paletas con aro de expulsión interno accionados por aire comprimido, no necesitan que éste sea lubricado lo que hace que no se contamine el ambiente en donde estén ubicados estos motores. Algunos de ellos tienen características principales de diseño, de los cuales no existen ni pernos, ni resortes que obliguen a las paletas a estar siempre en contacto con la superficie interna del estator. Frecuente es también que la expulsión se verifique por resortes helicoidales o de láminas, sistemas que son más delicados de mantenimiento.

El sistema de aro de expulsión gira, como queda dicho, a una velocidad igual a la del rotor lo que hace que el desgaste de las

paletas sea mínimo y elimine cualquier avería en el cuerpo del rotor, debido a un posible rebote de las paletas cuando se emplean resortes u otros sistemas para la recuperación.

En los tipos de motores similares en los cuales se emplea la fuerza centrífuga, suelen producirse dificultades en el arranque puesto que algunas paletas pueden no quedar perfectamente adosadas al estator. La velocidad del motor varia entre 3.000 y 8.500 r.p.m. También de este motor hay unidades de giro a derechas y de giro a izquierdas, así como de potencias conmutables de 0,1 a 17 kW (0,1 a 24 CV).

1.2.2.4. Motores de Pistones

Los motores de pistones o émbolos tienen dos configuraciones principales (Figura 1.37):

- Émbolos axiales.
- Émbolos radiales.

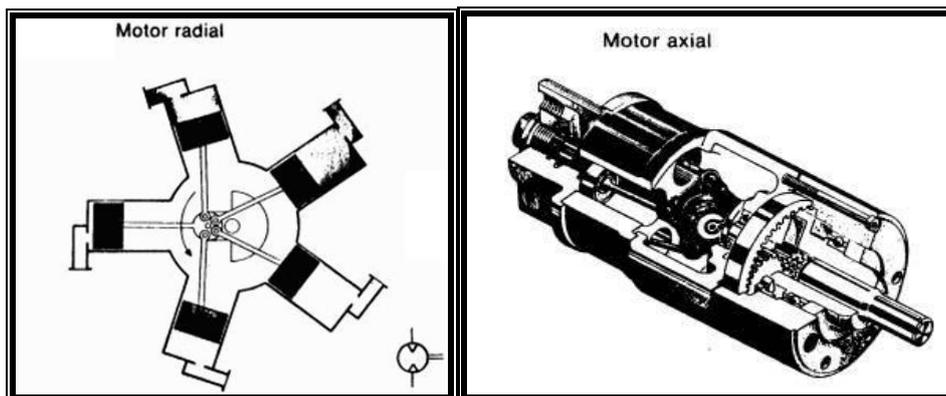


Figura 1.37. - Motores de Pistones (Radial y Axial)

En los motores de émbolos axiales éstos se encuentran dispuestos sobre cilindros paralelos al eje de salida, por lo que son muy compactos y ocupan menos espacio que los motores de émbolos

radiales. Los motores de émbolos axiales de aire comprimido tienen una geometría común con los motores oleohidráulicos.

Disponen de un eje cigüeñal al cual se ligan los pistones por medio de bielas en estrella (5, 7 o más) arrastrando al distribuidor giratorio que alimenta y los pone en escape según su posición angular. Por medio de cilindros de movimiento alternativo, el aire comprimido acciona, a través de una biela, el cigüeñal del motor. Se necesitan varios cilindros al objeto de asegurar un funcionamiento libre de sacudidas.

La potencia de los motores depende de la presión de entrada, del número de émbolos y de la superficie y velocidad de éstos; se encuentra lubricado por un baño de aceite. Pueden trabajar en cualquier posición, pero siempre es necesario estudiar la disposición para el rellenado y vaciado del cárter con el aceite recomendado.

Por su diseño, estos motores pueden bajar de revoluciones sin "calarse" hasta el nivel de las 100 r.p.m.; La velocidad máxima es de unas 5000 r.p.m, y la potencia a presión normal, varía entre 1,5 y 19 kW (2-25 CV). Los motores neumáticos de pistón no son particularmente exigentes en la filtración del aire comprimido de alimentación puesto que con filtrar a 50-60 micras es suficiente.

Estos motores, precisan, aire lubricado en su funcionamiento para lo cual se elegirá un lubricador de línea capaz de dejar pasar el caudal requerido debiéndose ajustar a: 6-8 gotas/minuto en funcionamiento continuo, 12-20 gotas/minuto en funcionamiento intermitente. Debe tenerse en cuenta que es preciso, antes de la puesta en marcha, introducir aceite generosamente en la conexión de entrada; una vez rodado el motor, el lubricador aportará ya indefinidamente el aceite necesario.

1.2.2.5. Motor de Engranajes

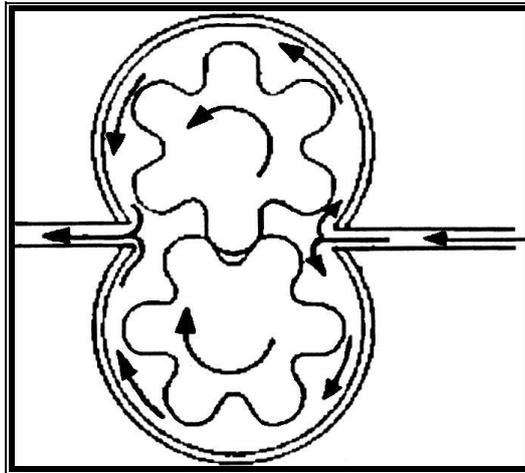


Figura 1.38. - Motor de Engranajes

En este tipo de motor, el par de rotación es engendrado por la presión que ejerce el aire sobre los flancos de los dientes de piñones engranados. Uno de los piñones es solidario con el eje del motor. Estos motores de engranaje sirven de máquinas propulsoras de gran potencia 44 kW (60 CV), Figura 1.38. El sentido de rotación de estos motores, equipados con dentado recto o helicoidal, es reversible.

1.2.3. Circuitos de control

Los circuitos de control de los motores neumáticos son similares a los de los cilindros neumáticos convencionales. Cuando el motor es reversible exige un distribuidor de 5/2 o 5/3 controlado según los requerimientos del circuito: palanca/ pilotado/solenoide/ etc. Para el control de velocidad se emplean reguladores de flujo unidireccionales ajustables. El control limitador de par se ejerce por medio de los reductores de presión. En la Figura 1.39 se incluye un esquema del circuito de control que puede requerir uno de estos motores.

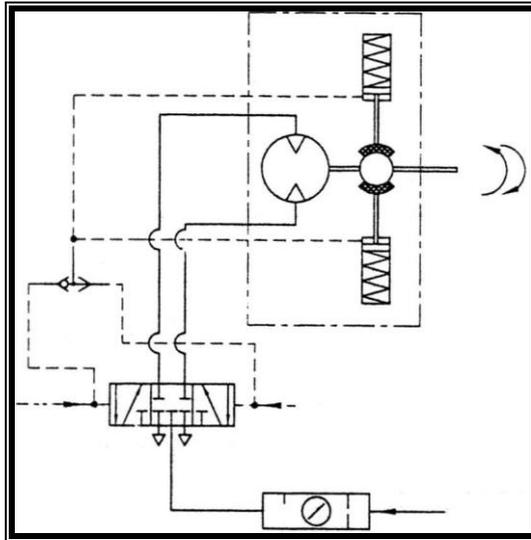


Figura 1.39. - Circuito de Control de Motor Neumático con Frenos NC

Circuito de mando de un motor neumático con freno y con ajuste de velocidad en ambos sentidos, el reductor de presión permite el ajuste del par motor.

En la alimentación de aire se incluye un equipo preparador de aire comprimido formado por un filtro/regulador de presión y lubricador con manómetro. El distribuidor, en este caso de 5 vías, 3 posiciones y centro cerrado, no tiene dibujado el sistema de control, pero puede emplearse eléctrico, pedal, pilotado, etc., según la necesidad. Las conexiones de la posición central inciden en el comportamiento del motor en la frenada. Si es de centro cerrado, como el representado y el sistema accionado tiene gran inercia pueden originarse frenadas demasiado enérgicas con incrementos de presión en las líneas A y B por encima de los límites admisibles, obligando a disponer en estas líneas limitadores de presión de los valores máximos.

Si se coloca un distribuidor con posición central en la cual las líneas A y B queden abiertas a la atmósfera, el sistema puede tardar demasiado en frenar, quedando fuera de nuestro control esta variable (Figura 1.40)

El circuito representado incluye también un freno de reposo que bloquea el eje cuando no hay presión de control. Se trata de un freno pasivo que bloquea el eje por medio de resortes. Suele tener este tipo de freno un sistema tensor que permite graduar la suavidad de la frenada. En el caso representado, al ser de doble piloto el distribuidor de mando, se ha incluido una función “O” para la actuación del freno en ausencia de cualquiera de las señales piloto de mando.

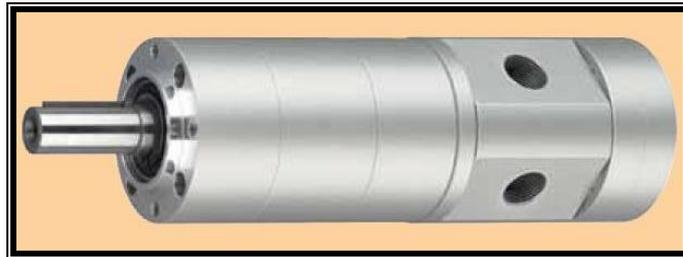


Figura 1.40. - Motor Neumático Compacto

1.2.3.1. Frenos

En muchas aplicaciones de motores neumáticos se precisa que el eje quede frenado para impedir el desplazamiento del sistema arrastrado. Sobre el motor puede aplicarse directamente un freno que actúa sobre el propio eje, ya que su diseño suele corresponderse exactamente con el motor.

Estos frenos están constituidos básicamente por dos zapatas accionadas por resortes que presionan a un tambor solidariamente fijado al eje del motor. Estas zapatas se separan aplicando aire comprimido al freno mediante unos bombines o pequeños cilindros (véase el esquema simplificado de la Figura 1.39). El par de frenado puede ajustarse mediante unos tornillos que aprisionan más o menos a los resortes.

El mando de desbloqueo del freno, en aplicaciones de un solo sentido de giro, se hace tomando el aire de una tubería auxiliar o del

aire de alimentación del motor; en el caso de ser una aplicación con giro reversible, si se toma de las tuberías de alimentación se emplea una función “O” (inversor)

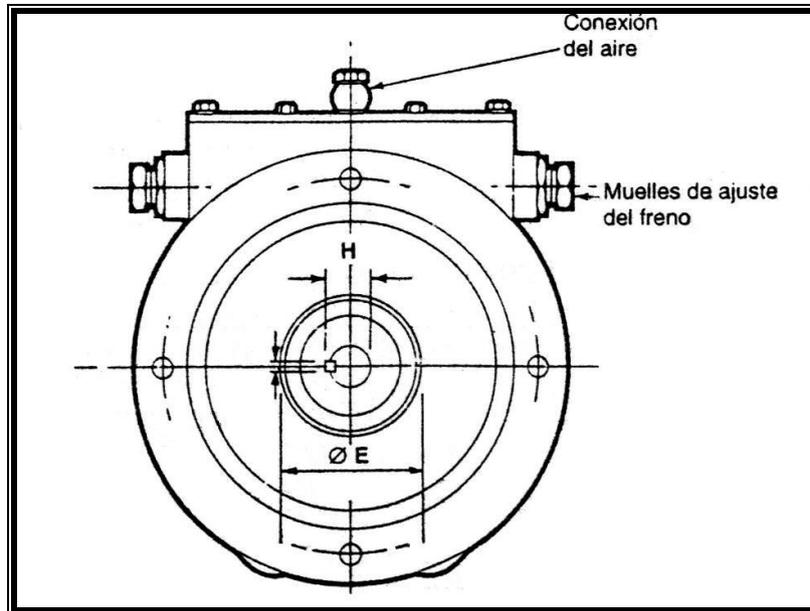


Figura 1.41. - Motor Neumático con Freno

La Figura 1.41 es un motor neumático con freno de accionamiento neumático tipo pasivo. La alimentación de aire al freno produce el desfrenado del eje motor.

En algún caso puede ser necesario algún tipo de circuito mas complicado si se precisa que el freno actúe antes o después de que se produzca la detención del motor.

1.2.4. Cilindros Neumáticos

Su función es la de transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso. Generalmente, el cilindro neumático está constituido por un tubo circular cerrado en los extremos mediante dos tapas, entre las cuales se desliza un émbolo que separa dos cámaras.

Al émbolo va unido a un vástago que saliendo a través de una de las tapas, permite utilizar la fuerza desarrollada por el cilindro en virtud de la presión del fluido al actuar sobre las superficies del émbolo. Existen diferentes tipos de cilindros neumáticos. Según la forma en la que se realiza el retroceso del vástago, los cilindros se dividen en dos grupos (Figura 1.42):

Cilindros de simple efecto

Cilindros de doble efecto

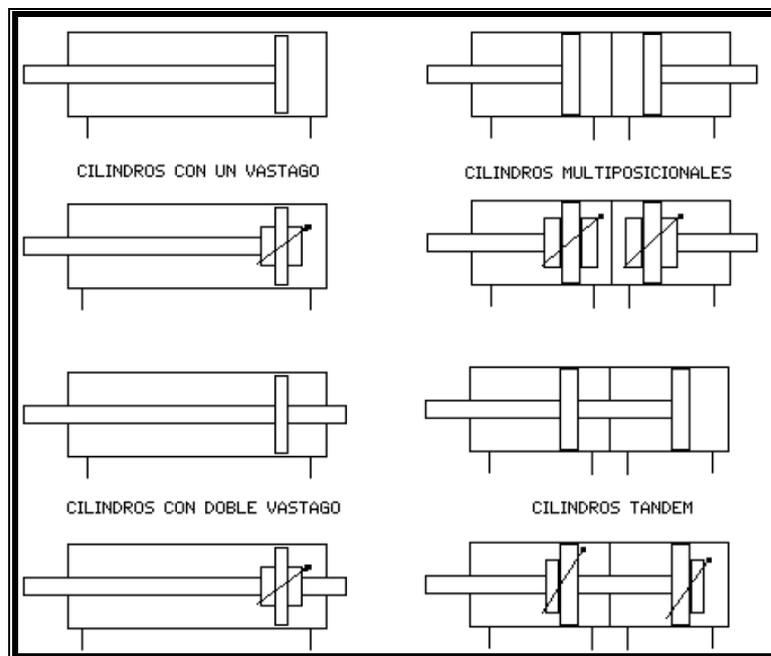


Figura 1.42. - Tipos de Cilindros Neumáticos

1.2.5. Válvulas Neumáticas^{vii}

Las válvulas neumáticas son las que gobiernan el movimiento de los motores o cilindros. Pueden clasificarse por (Figura 1.43):

- Su forma de cierre.
- La función que realiza la válvula.

^{vii} Aplicación Industrial de Neumática, Autor: Guillermo Salvador, Marcombo, España 1988, Pág. 10.

- El sistema de accionamiento y retorno.
- Las válvulas neumáticas por el número

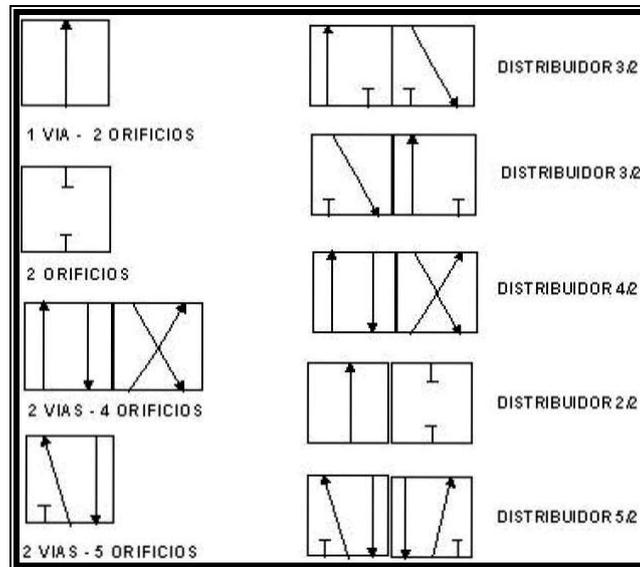


Figura 1.43. - Tipos de Válvulas

- Según su forma de cierre pueden ser:
 - a) Por deslizamiento.
 - b) Por asiento.
 - c) Por cierre giratorio.

- Según la función que realizan:
 - a) Válvulas distribuidoras.
 - b) Válvulas reguladoras.
 - c) Válvulas de seguridad.
 - d) Válvulas de secuencia.
 - e) Válvulas temporizadoras.

- Su sistema de accionamiento y retorno puede ser:
 - a) Manual.
 - b) Eléctrico.
 - c) Mecánico.
 - d) Neumático.

- Las válvulas neumáticas por el número de vías y pueden ser:

- a) De dos vías.
- b) De tres vías.
- c) De cuatro o cinco vías.

También existen válvulas que por su estructura interior tienen una concepción distinta y éstas las agruparemos en válvulas especiales, como son válvulas de tres posiciones, de pilotaje diferencial, de descarga rápida, selectoras de circuito, antirretorno, etc.

1.2.5.1. Válvulas Direccionales

Las válvulas direccionales se usan para dirigir el flujo del aire a presión en la dirección deseada. Las funciones principales de estas válvulas son iniciar y suspender el flujo de aire, así como regular su dirección y ayudar a la distribución del aire. Se pueden accionar, para que tomen diferentes posiciones, mediante diversos medios de accionamiento. Esto conduce a la conexión; o interrupción del flujo entre las diversas lumbreras. En general, la válvula de control de dirección tiene dos, tres, cuatro, cinco lumbreras abiertas. Las aberturas se mencionan como vías o lumbreras y se les designan mediante letras, como:

P = lumbrera de la línea del compresor

R = lumbrera de escape

A, B = lumbreras de trabajo, hacia los cilindros o motores

1.2.5.2. Accionamiento de válvulas

Según el tiempo de accionamiento se distingue entre (Figura 1.44):

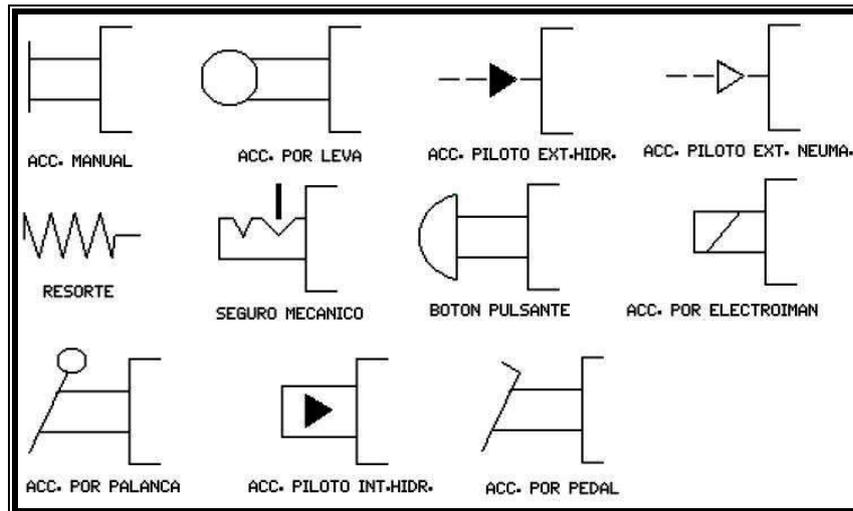


Figura 1.44. - Tipos de accionamientos

1. Accionamiento permanente, señal continua

La válvula es accionada manualmente o por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos durante todo el tiempo hasta que tiene lugar el reposicionamiento. Este es manual o mecánico por medio de un muelle.

2. Accionamiento momentáneo, impulso

La válvula es invertida por una señal breve (impulso) y permanece indefinidamente en esa posición, hasta que otra señal la coloca en su posición anterior.

1.2.5.3. Posición de la Válvula

La válvula direccional tiene dos o tres posiciones de trabajo y son:

- * Posición normal o cero (natural), o posición neutra.
- * Posición de trabajo (puede haber dos o más posiciones)

Las posiciones se numeran como 0, 1, 2. Las válvulas direccionales se designan por el número de lumbreras y por el número de posiciones de trabajo, como por ejemplo la válvula de control de dirección 4/2 y 4/3. Esto quiere decir que se trata de una válvula de 4 lumbreras y 2 posiciones, o una de 4 vías y 3 posiciones. Se necesita diferenciar las posiciones neutra y de operación. En las válvulas direccionales con retorno por resorte, la posición neutra se define como aquella a la que la válvula regresa después de que se ha retirado la fuerza de accionamiento. La posición neutra se indica como "O".

Las válvulas de control sin resorte, la posición neutra es la posición que se haya alcanzado después de retirar la fuerza de accionamiento. La válvula toma las posiciones de trabajo cuando es accionada. Cuando se habla acerca de una válvula de control de dirección 2/2, se quiere dar a entender que tiene dos conexiones funcionales y dos posiciones distintas. Por su función una válvula de control de dirección 2/2 es una válvula de conexión y desconexión. Por ejemplo, la válvula que se encuentra en el grifo domestico. Se puede usar una válvula neumática semejante como generadora de impulsos y también como de corte en la línea principal o en cualquier otra parte del circuito neumático (Figuras 1.45).

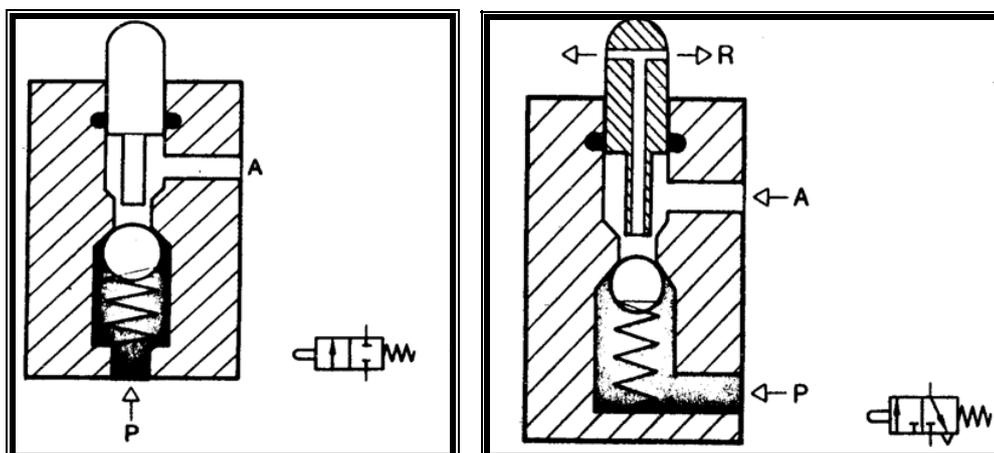


Figura 1.45. - Válvula distribuidora 2/2 y Válvula distribuidora 3/2

1.2.5.4. Válvula CHECK (antiretorno)

Las válvulas antirretorno impiden el paso absolutamente en un sentido; en el sentido contrario, el aire circula con una pérdida de presión mínima. La obturación en un sentido puede obtenerse mediante un cono, una bola, un disco o una membrana.

Válvula antirretorno, que cierra por el efecto de una fuerza que actúa sobre la parte a bloquear, Figura 1.46.

Válvula antirretorno con cierre por contrapresión. Cierra cuando la presión de salida es mayor o igual que la de entrada.

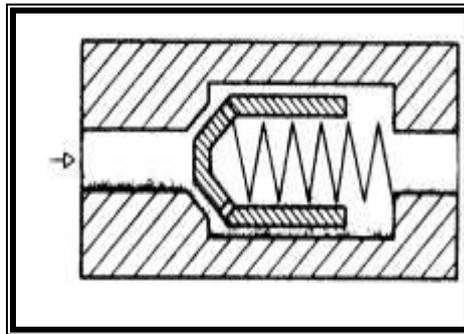


Figura 1.46. - Válvula Antiretorno

1.2.5.5. Válvulas Distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop).

1.2.6. Electro válvulas (válvulas electromagnéticas)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para

mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Estas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro de luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

1.2.7. Válvula Distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

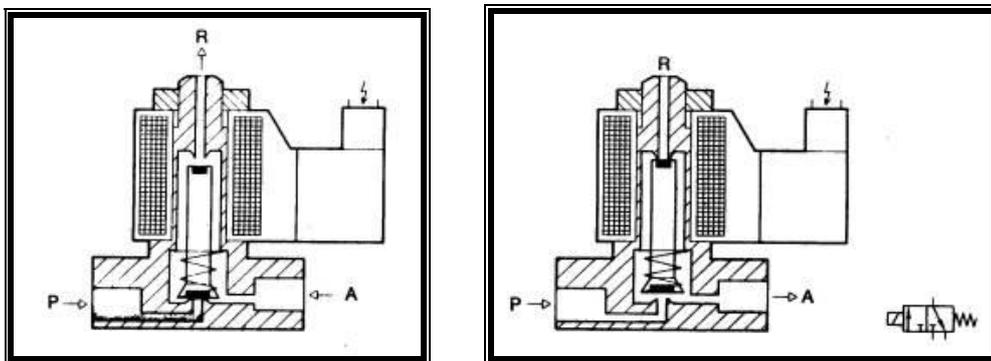


Figura 1.47. - Válvula Distribuidora 3/2

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R. Esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto (Figura 1.47). Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanes, se utilizan válvulas de mando indirecto, que se componen de dos válvulas: Una válvula electromagnética de servo pilotaje (3/2, de diámetro nominal pequeño) y una válvula principal, de mando neumático.

1.2.8. Válvula Distribuidora 4/2 (Electromagnética y de Mando Indirecto)

El conducto de alimentación P de la válvula principal tiene una derivación interna hacia el asiento de la válvula de mando indirecto. Un muelle empuja el núcleo contra el asiento de esta válvula. Al excitar el electroimán, el núcleo es atraído, y el aire fluye hacia el émbolo de mando de la válvula principal, empujándolo hacia abajo y levantando los discos de válvula de su asiento. Primeramente se cierra la unión entre P y R (la válvula no tiene solapo). Entonces, el aire puede fluir de P hacia A y escapar de B hacia R, Figura 1.48.

Al desconectar el electroimán, el muelle empuja el núcleo hasta su asiento y corta el paso del aire de mando. Los émbolos de mando en la válvula principal son empujados a su posición inicial por los muelles.

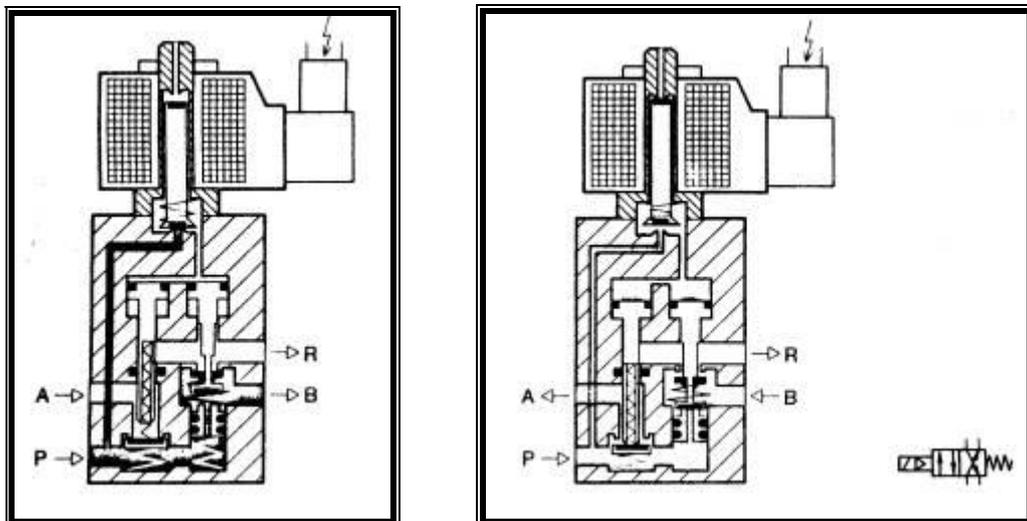


Figura 1.48. - Válvula Distribuidora 4/2

1.2.9. Válvula Distribuidora 3/2, Servopilotada (principio de junta de disco)

Para que las fuerzas de accionamiento no sean grandes, las válvulas de mando mecánico se equipan también con válvulas de

servo pilotaje. La fuerza de accionamiento de una válvula es decisiva para el caso de aplicación. En la válvula descrita de 1/8", con 600 kPa (6 bar), es de 1,8 N (180 p), aprox. Válvula distribuidora 3/2 (cerrada en posición de reposo) (Figura 1.49)

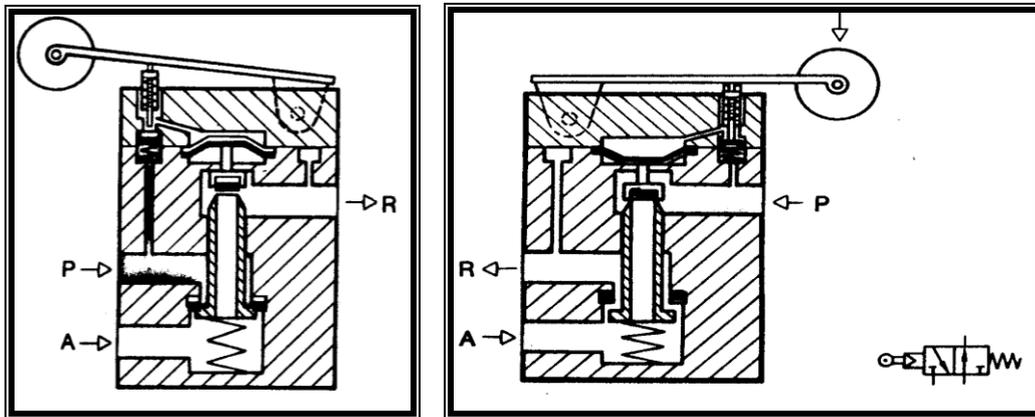


Figura 1.49. - Válvula Distribuidora 3/2

La válvula de servopilotaje está unida al empalme de presión (P) por medio de un taladro pequeño, Cuando se acciona el rodillo, se abre la válvula de servopilotaje. El aire comprimido circula hacia la membrana y hace descender el platillo de válvula.

La inversión se realiza en dos fases:

En primer lugar se cierra el conducto de A hacia R, y luego se abre el P hacia A. La válvula se reposiciona al soltar el rodillo. Se cierra el paso de la tubería de presión hacia la membrana y se purga de aire. El muelle hace regresar el émbolo de mando de la válvula principal a su posición inicial.

Este tipo de válvula puede emplearse opcionalmente como válvula normalmente abierta o normalmente cerrada. Para ello sólo hay que permutar los empalmes P y R e invertir el cabezal de accionamiento 180°. Figura 1.50.

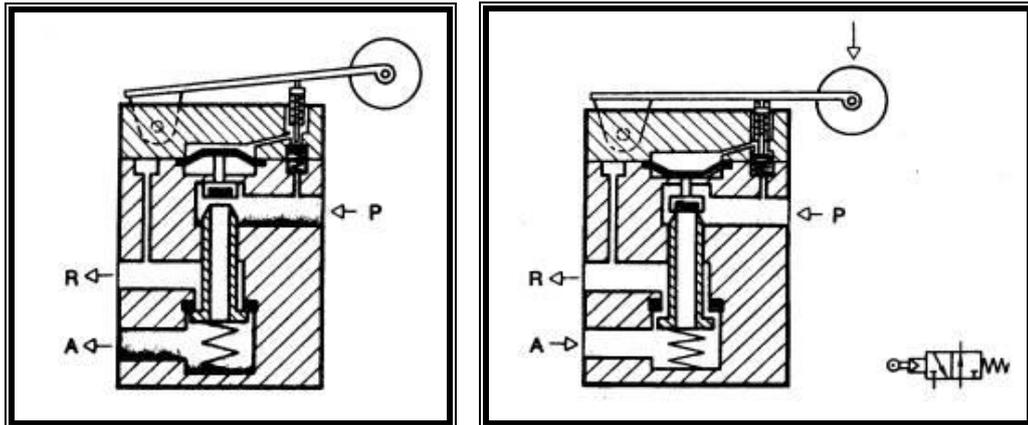


Figura 1.50. - Válvula Distribuidora 3/2 (abierta en posición de reposo)

1.2.10. Válvula Distribuidora 4/2 Servopilotada

A través de la válvula de servopilotaje reciben aire comprimido dos membranas, y dos émbolos de mando unen los diversos empalmes. La fuerza de accionamiento no varía; es también de 1,8 N (180 p). Figura 1.51.

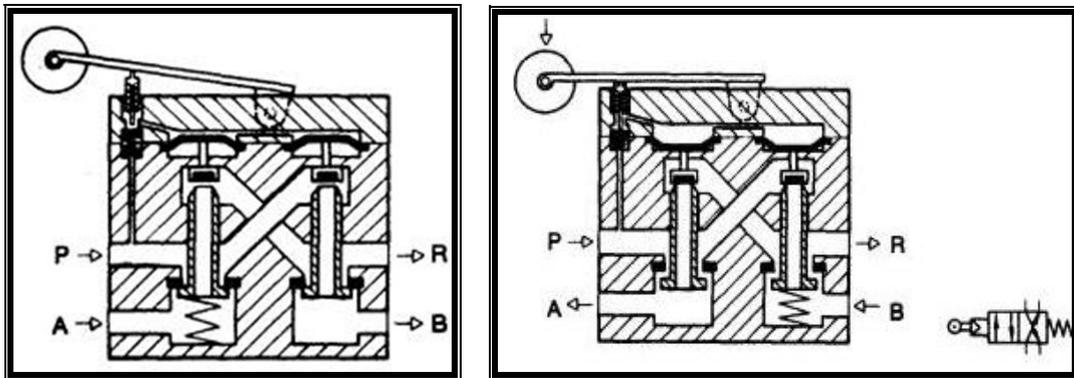


Figura 1.51. - Válvula Distribuidora 4/2 (servopilotada)

1.2.11. Producción del Aire Comprimido

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene

de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías. En el momento de la planificación es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda ampliación posterior al equipo generador supone gastos muy considerables. Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

1.2.12. Tipos de Compresores

Se distinguen tres tipos básicos de compresores:

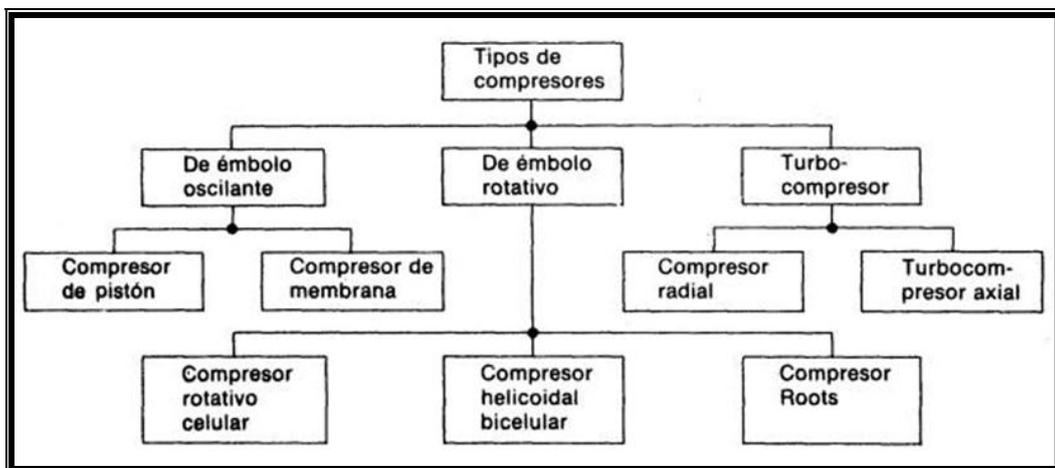


Grafico 1.1 Tipos de Compresores

En nuestro caso utilizaremos un compresor de pistón.

1.2.12.1. Compresores de Émbolo o de Pistón

Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de

trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar.) a varios miles de kPa (bar.). Figura 1.52.

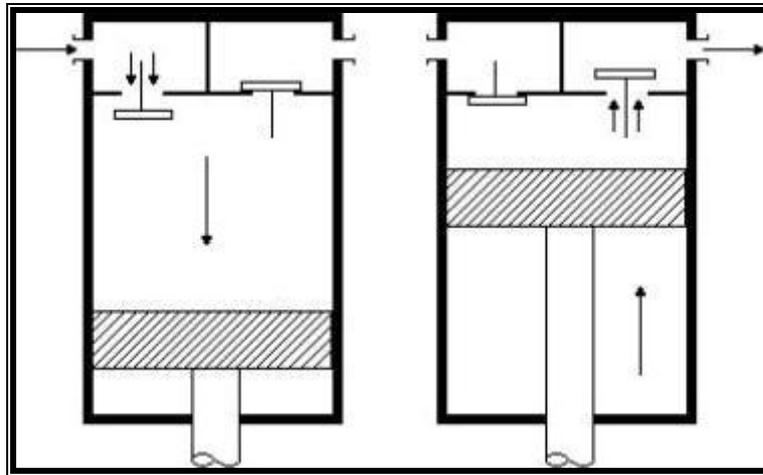


Figura 1.52. - Compresor de Émbolo Oscilante

Este compresor funciona en base a un mecanismo de excéntrica que controla el movimiento alternativo de los pistones en el cilindro. Cuando el pistón hace la carrera de retroceso aumenta el volumen de la cámara por lo que aumenta el volumen de la cámara, por lo que disminuye la presión interna, esto a su vez provoca la apertura de la válvula de admisión permitiendo la entrada de aire al cilindro.

Una vez que el pistón ha llegado al punto muerto inferior inicia su carrera ascendente, cerrándose la válvula de aspiración y disminuyendo el volumen disponible para el aire, esta situación origina un aumento de presión que finalmente abre la válvula de descarga permitiendo la salida del aire comprimido ya sea a una segunda etapa o bien al acumulador.

Normalmente, se fabrican de una etapa hasta presiones de 5 bar., de dos etapas para presiones de 5 a 10 bar y para presiones mayores, 3 o mas etapas. Algunos fabricantes ya están usando tecnología denominada libre de aceite, vale decir, sus compresores no

utilizan aceite lo que los hace muy apetecibles para la industria química farmacéutica y hospitales.

1.2.13. Accionamiento

Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna, como muestra en la Figura 1.53. En la industria, en la mayoría de los casos los compresores se arrastran por medio de un motor eléctrico. Generalmente el motor gira un número de r.p.m fijo por lo cual se hace necesario regular el movimiento a través de un sistema de transmisión compuesto en la mayoría de los casos por un sistema de poleas y correas.

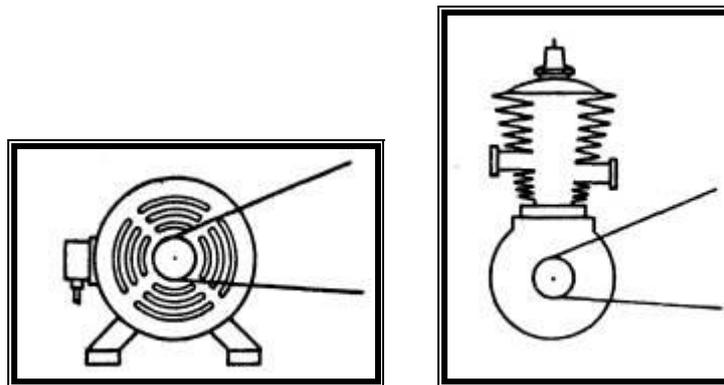


Figura 1.53. - Accionamiento de un Compresor

Aunque la aplicación anterior es la mas difundida y utilizada industrialmente, el elemento de accionamiento también puede ser un motor de combustión interna. Este tipo de energía es especialmente útil para trabajos en terreno en que no se cuenta con electricidad.

Si se trata de un compresor móvil, éste en la mayoría de los casos se acciona por medio de un motor de combustión (gasolina, Diesel).
Figura 1.54.

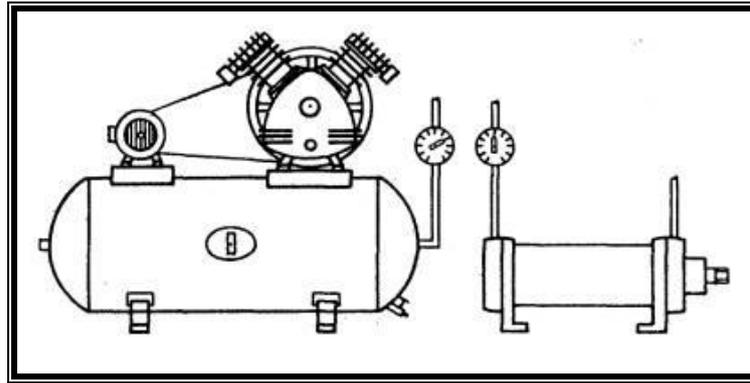


Figura 1.54. - Tipos de Compresores

1.2.14. Acumulador de Aire Comprimido

El acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido. Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua. Figura 1.55.

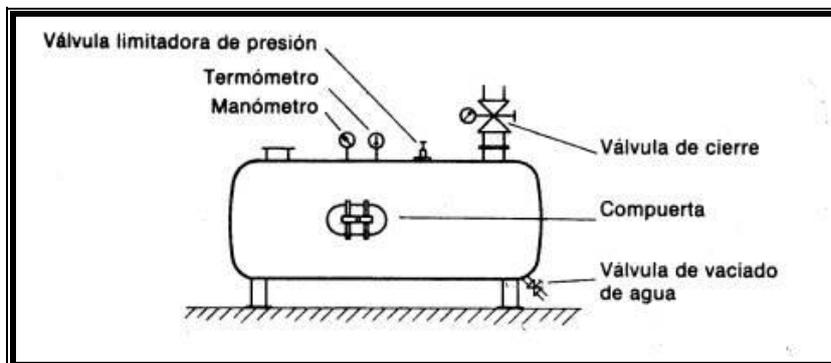


Figura 1.55. - Acumulador

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende:

- Del caudal de suministro del compresor
- Del consumo de aire
- De la red de tuberías (volumen suplementario)

Del tipo de regulación

De la diferencia de presión admisible en el interior de la red.

Determinación del acumulador cuando el compresor funciona
Intermitentemente

1.2.15. Distribución del Aire Comprimido

Cada máquina y mecanismo necesita una determinada cantidad de aire, siendo abastecido por un compresor, a través de una red de tuberías.

El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el depósito y el consumidor no sobrepase 10 kPa (0,1 bar.). Si la caída de presión excede de este valor, la rentabilidad del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. En la planificación de instalaciones nuevas debe preverse una futura ampliación de la demanda de aire, por cuyo motivo deberán dimensionarse generosamente las tuberías. El montaje posterior de una red más importante supone costos dignos de mención.

1.2.16. Racores para tubos Aplicables sobre todo para tubos de acero y de cobre

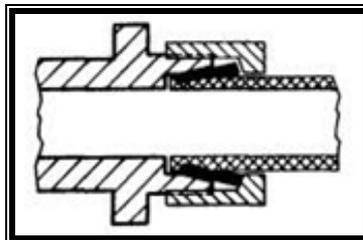


Figura 1.56. - Racores de anillo cortante. El empalme puede soltarse y unirse varias veces.

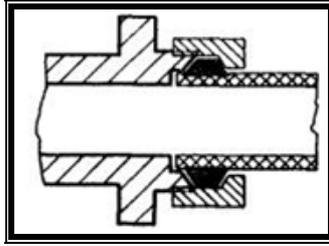


Figura 1.57. - Racor con anillo de sujeción para tubos de acero y cobre, con anillo interior especial (bicono) también para tubos de plástico.

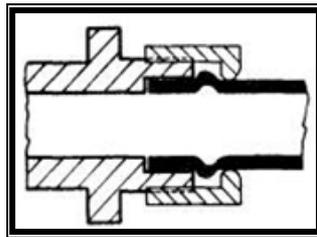


Figura 1.58. - Racor con borde recalcado

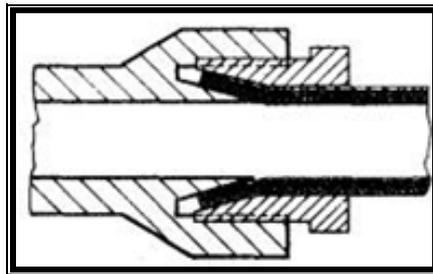


Figura 1.59. - Racor especial con reborde (para tubo de cobre con collarín)

1.2.16.1. Acoplamientos

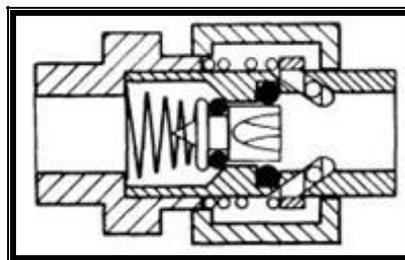


Figura 1.60. - Base de enchufe rápido

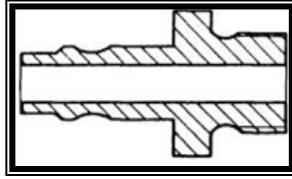


Figura 1.61. - Racor de enchufe rápido

1.2.16.2. Racores para Tubos Flexibles

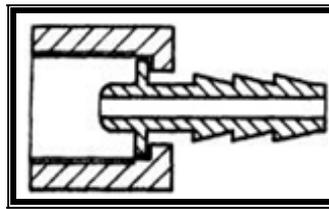


Figura 1.62. - Boquilla con Tuerca de Racor

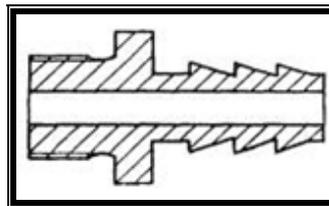


Figura 1.63. - Boquilla

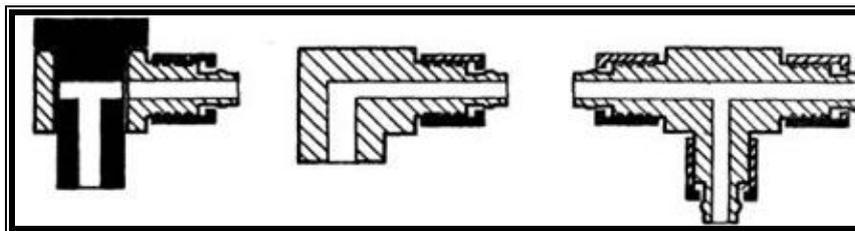


Figura 1.64. - Racores rápidos para tubos flexibles de plástico

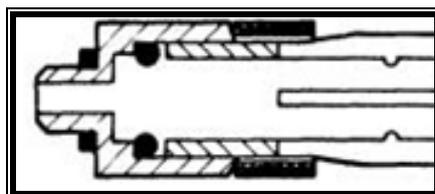


Figura 1.65. - Racor CS

1.2.17. Preparación del aire comprimido

1.2.17.1. Impurezas

Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos. Deben eliminarse todas las impurezas del aire, ya sea antes de su introducción en la red distribuidora o antes de su utilización. Las impurezas que contiene el aire pueden ser:

Sólidas. Polvo atmosférico y partículas del interior de las instalaciones

Líquidas. Agua y niebla de aceite

Gaseosas. Vapor de agua y aceite

Los inconvenientes que estas partículas pueden generar son:

Sólidas. Desgaste y abrasiones, obstrucciones en los conductos pequeños.

Líquidas y gaseosas. El aceite que proviene de la lubricación de los compresores provoca: formación de partículas carbonosas y depósitos gomosos por oxidación y contaminación del ambiente al descargar las válvulas. Por otro lado el agua en forma de vapor provoca: oxidación de tuberías y elementos, disminución de los pasos efectivos de las tuberías y elementos al acumularse las condensaciones, mal acabado en operaciones de pintura.

1.2.18. Filtro de Aire Comprimido con Regulador de Presión

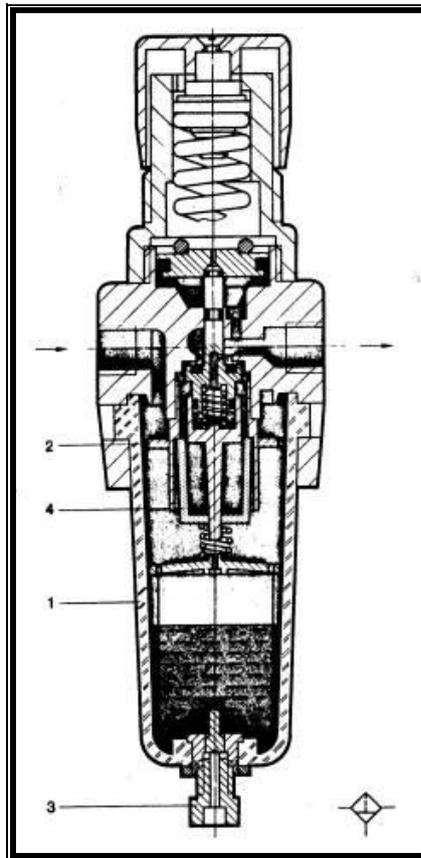


Figura 1.66. - Filtro de aire comprimido con regulador de presión

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y agua condensada. En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio), fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretende el empleo cada vez menor de los lubricadores. Figura 1.66. Consecuencia de esto es que cada vez tenga mas importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización. El filtro tiene por misión:

Detener las partículas sólidas

Eliminar el agua condensada en el aire

Para entrar en el recipiente (1), el aire comprimido tiene que atravesar la chapa deflectora (2) provista de ranuras directrices. Como consecuencia se somete a un movimiento de rotación. Los componentes líquidos y las partículas grandes de suciedad se desprenden por el efecto de la fuerza centrífuga y se acumulan en la parte inferior del recipiente. En el filtro sintetizado (4) [ancho medio de poros, 40 mm] sigue la depuración del aire comprimido. Dicho filtro (4) separa otras partículas de suciedad. Debe ser sustituido o limpiado de vez en cuando, según el grado de ensuciamiento del aire comprimido. El aire comprimido limpio pasa entonces por el regulador de presión y llega a la unidad de lubricación y de aquí a los consumidores. Los filtros se fabrican en diferentes modelos y deben tener drenajes accionados manualmente, semiautomática o automáticamente. Los depósitos deben construirse de material irrompible y transparente. Generalmente pueden limpiarse con cualquier detergente. Generalmente trabajan siguiendo el siguiente proceso: El aire entra en el depósito a través de un deflector direccional, que le obliga a fluir en forma de remolino. Consecuentemente, la fuerza centrífuga creada arroja las partículas líquidas contra la pared del vaso y éstas se deslizan hacia la parte inferior del mismo, depositándose en la zona de calma. La pantalla separadora evita que con las turbulencias del aire retornen las condensaciones. El aire continúa su trayecto hacia la línea pasando a través del elemento filtrante que retiene las impurezas sólidas. Al abrir el grifo son expulsadas al exterior las partículas líquidas y sólidas en suspensión. El agua no debe pasar del nivel marcado que normalmente traen los elementos, puesto que en la zona turbulenta el agua sería de nuevo arrastrada por el aire.

La condensación acumulada en la parte inferior del recipiente (1) se deberá vaciar antes de que alcance la altura máxima admisible, a través del tornillo de purga (3). Si la cantidad que se condensa es grande, conviene montar una purga automática de agua.

1.2.19. Reguladores de presión

Son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas. Normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad reguladores de presión. La estrangulación se regula por acción del resorte inferior. El pasaje de aire reducido determina que la presión en la salida o secundario tenga un valor inferior.

La presión secundaria a su vez actúa sobre la membrana de manera tal que cuando excede la presión del resorte se fleja y el disco superior baja hasta cerrar totalmente el paso de aire desde el primario. Si el aumento de presión es suficientemente alto, la flexión de la membrana permitirá destapar la perforación central con lo cual el aire tendrá la posibilidad de escapar a la atmósfera aliviando la presión secundaria. Cuando la presión vuelve a su nivel normal la acción del resorte nuevamente abre la válvula y la deja en posición normal.

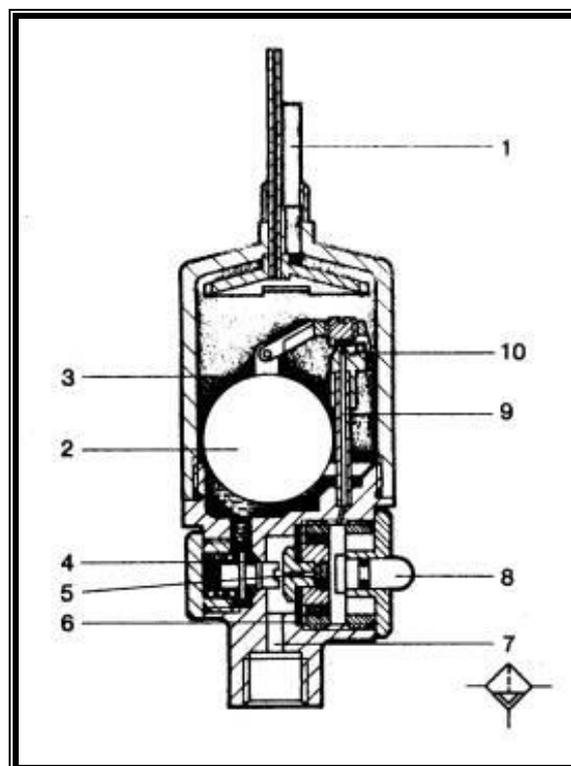


Figura 1.67. - Purga Automática de Agua.

El agua condensada es separada por el filtro. De vez en cuando hay que vaciar la purga, porque de lo contrario el agua será arrastrada por el aire comprimido hasta los elementos de mando. En la purga de agua mostrada abajo, el vaciado tiene lugar de forma automática.

El condensado del filtro llega, a través del tubo de unión (1), a la cámara del flotador (3). A medida que aumenta el nivel del condensado, el flotador (2) sube y a una altura determinada abre, por medio de una palanca, una tobera (10). Por el taladro (9) pasa aire comprimido a la otra cámara y empuja la membrana (6) contra la válvula de purga (4). Esta abre el paso y el condensado puede salir por el taladro (7). El flotador (2) cierra de nuevo la tobera (10) a medida que disminuye el nivel de condensado. El aire restante escapa a la atmósfera por la tobera (5). La purga puede realizarse también de forma manual con el perno (8).

1.2.19.1. Filtro finísimo de aire comprimido

Este filtro se emplea en aquellos ramos en que se necesita aire filtrado finísimamente (como en las industrias alimenticias, químicas y farmacéuticas, en la técnica de procedimientos y en sistemas que trabajan con módulos de baja presión). Elimina del aire comprimido, casi sin restos, las partículas de agua y aceite. El aire comprimido se filtra hasta un 99,999% (referido a 0,01 micrón). Este filtro se diferencia del filtro normal en el hecho de que el aire comprimido atraviesa el cartucho filtrante de dentro hacia afuera.

El aire comprimido entra en el filtro por (1), y atraviesa el elemento filtrante (2) (fibras de vidrio boro silicato de dentro hacia afuera. El aire comprimido limpio pasa por la salida (5) a los consumidores. La separación de partículas finísimas hasta 0,01 micrón es posible debido a la finura extraordinaria del tejido filtrante. Las partículas separadas se eliminan del recipiente del filtro, por el tornillo de purga

(4). Para que las partículas de agua y aceite no puedan ser arrastradas por el aire que circula, deben observarse los valores de flujo. Al montarlo hay que tener presente lo siguiente: El prefiltrado aumenta la duración del cartucho filtrante; el filtro ha de montarse en posición vertical, prestando atención al sentido de flujo (flecha). Figura 2.38

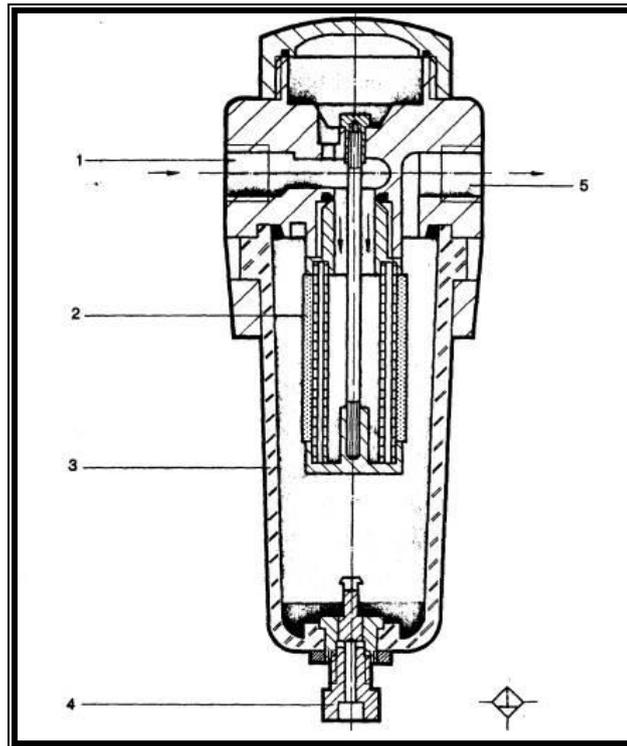


Figura 1.68. - Filtro finísimo de aire comprimido

1.2.19.2. Regulador de presión con orificio de escape

El regulador tiene la misión de mantener la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red (primaria) y del consumo de aire. La presión primaria siempre ha de ser mayor que la secundaria. Es regulada por la membrana (1), que es sometida, por un lado, a la presión de trabajo, y por el otro a la fuerza de un resorte (2), ajustable por medio de un tornillo (3). A medida que la presión de trabajo aumenta, la membrana actúa contra la fuerza del muelle. La sección

de paso en el asiento de válvula (4) disminuye hasta que la válvula cierra el paso por completo. En otros términos, la presión es regulada por el caudal que circula.

Al tomar aire, la presión de trabajo disminuye y el muelle abre la válvula. La regulación de la presión de salida ajustada consiste, pues, en la apertura y cierre constantes de la válvula. Al objeto de evitar oscilaciones, encima del platillo de válvula (6) hay dispuesto un amortiguador neumático o de muelle (5).

La presión de trabajo se visualiza en un manómetro. Cuando la presión secundaria aumenta demasiado, la membrana es empujada contra el muelle. Entonces se abre el orificio de escape en la parte central de la membrana y el aire puede salir a la atmósfera por los orificios de escape existentes en la caja. Figura 1.69.

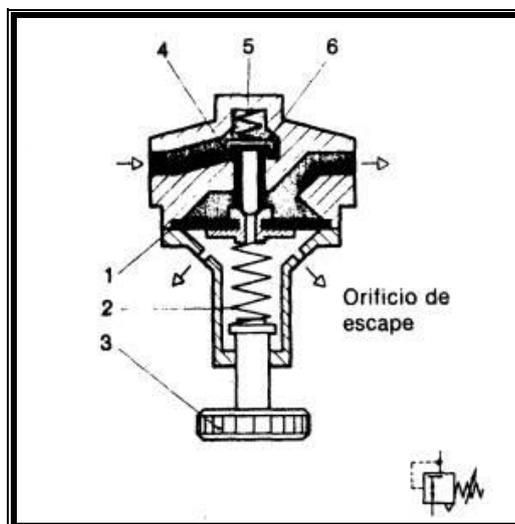


Figura 1.69. - Regulador de presión con orificio de escape

1.2.19.3. Regulador de presión sin orificio de escape

Por medio del tornillo de ajuste (2) se pretensa el muelle (8) solidario a la membrana (3). Según el ajuste del muelle (8), se abre más o menos el paso del lado primario al secundario. El vástago (6)

con la membrana (5) se separa más o menos del asiento de junta. Figura 1.70. Si no se toma aire comprimido del lado secundario, la presión aumenta y empuja la membrana (3) venciendo la fuerza del muelle (8). El muelle (7) empuja el vástago hacia abajo, y en el asiento se cierra el paso de aire. Sólo después de haber tomado aire del lado secundario, puede afluir de nuevo aire comprimido del lado primario.

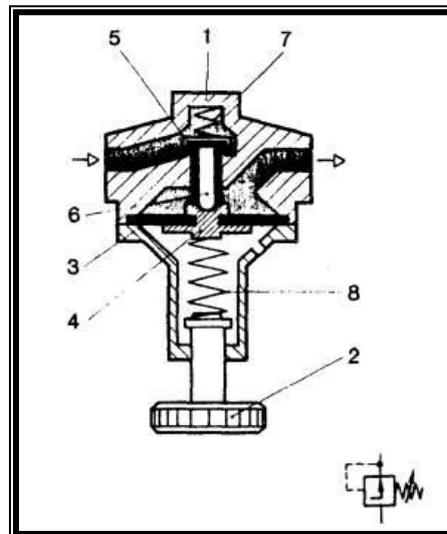


Figura 1.70. - Regulador de presión sin orificio de escape

1.2.20. Lubricador de aire comprimido

El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión. Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. Los aceites que se emplean deben:

Muy fluidos

Contener aditivos antioxidantes

Contener aditivos antiespumantes

No perjudicar los materiales de las juntas

Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C

No pueden emplearse aceites vegetales (Forman espuma)

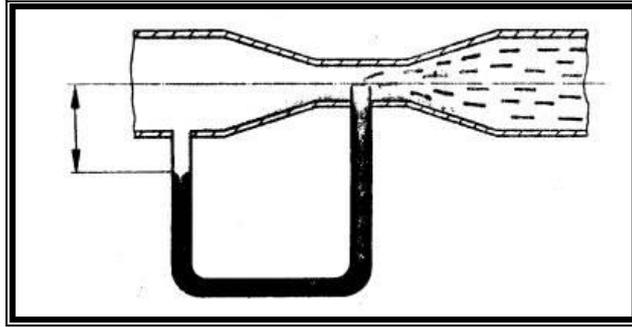


Figura 1.71. - Principio de Venturi

Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi". La diferencia de presión (caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de ésta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire. El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito. Figura 1.71

El aire comprimido atraviesa el aceitador desde la entrada (1) hasta la salida (2). Por el estrechamiento de sección en la válvula (5), se produce una caída de presión. En el canal (8) y en la cámara de goteo (7) se produce una depresión (efecto de succión). A través del canal (6) y del tubo elevador (4) se aspiran gotas de aceite. Estas llegan, a través de la cámara de goteo (7) y del canal (8) hasta el aire comprimido, que afluye hacia la salida (2). Las gotas de aceite son pulverizadas por el aire comprimido y llegan en este estado hasta el consumidor. Figura 1.72

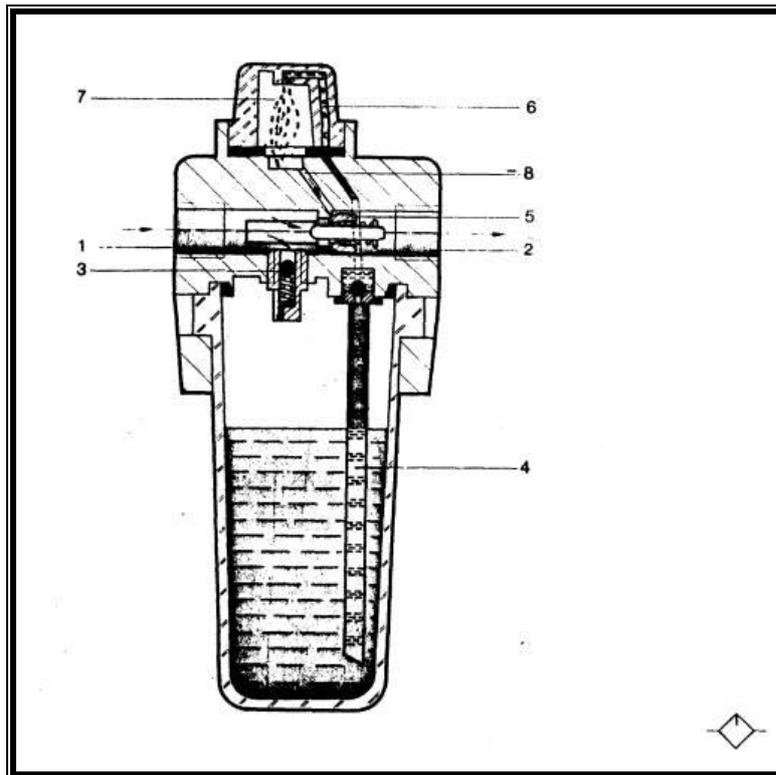


Figura 1.72. - Lubricador de Aire Comprimido

La sección de flujo varía según la cantidad de aire que pasa y varía la caída de presión, o sea, varía la cantidad de aceite. En la parte superior del tubo elevador (4) se puede realizar otro ajuste de la cantidad de aceite, por medio de un tornillo. Una determinada cantidad de aceite ejerce presión sobre el aceite que le encuentra en el depósito, a través de la válvula de retención (3).

1.2.21. Unidad de mantenimiento (FR o FRL)

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido
- Regulador de presión
- Lubricador de aire comprimido

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire en m³/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad

2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 °C (valores máximos para recipiente de plástico). Figura 1.73 y 1.74.

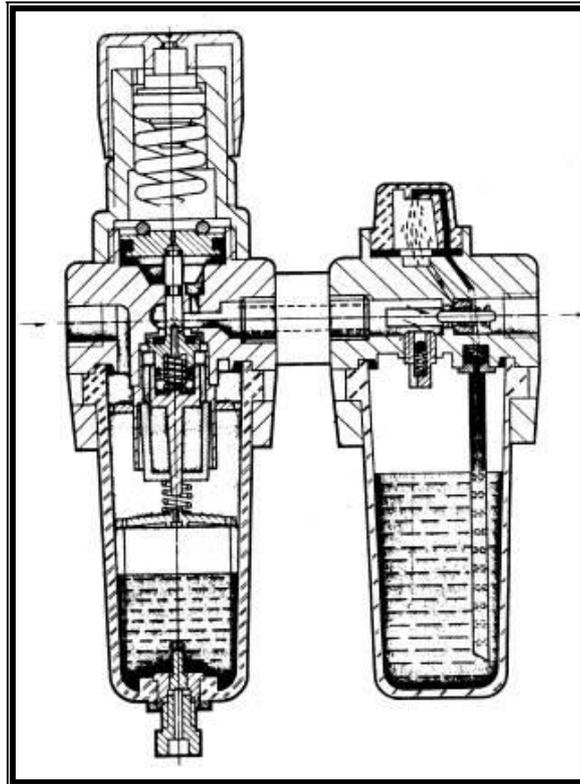


Figura 1.73. - Unidad de Mantenimiento

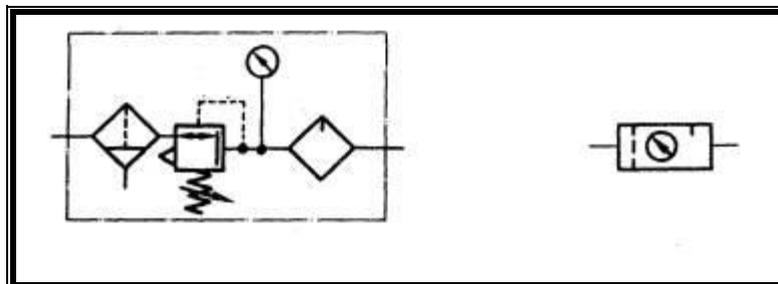


Figura 1.74. - Símbolo de la Unidad de Mantenimiento

1.2.22. Conservación de las unidades de mantenimiento

Es necesario efectuar en intervalos regulares los trabajos siguientes de conservación

a) Filtro de aire comprimido: Debe examinarse periódicamente el nivel de agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla.

Asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.

b) Regulador de presión: Cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.

c) Lubricador de aire comprimido: Verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

1.3. MICROCONTROLADORES

1.3.1. Introducción a los Microcontroladores

Los microcontroladores hicieron su aparición a principio de los '80 y se trata de un circuito integrado programable que contiene toda la estructura (arquitectura) de una microcomputadora. Es decir que, dentro de un microcontrolador podemos encontrar:

Una CPU (Unidad Central de Proceso)

Memoria RAM

Memoria ROM

Memoria EEPROM (Memoria de lectura y escritura no volátil, es decir, que no se pierden los datos cuando el circuito es desconectado)

Puertos de Entrada / Salida (Pines de E/S)

Incluso muchos modelos de microcontroladores incorporan distintos módulos “periféricos”, como pueden ser; conversores analógico / digital (A/D), módulos PWM (control por ancho de pulso), módulos de comunicaciones seriales o en paralelo, y más. El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada. Todo esto lo podemos encontrar dentro del mismo circuito integrado.

Cada vez existen más productos que incorporan microcontroladores con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su confiabilidad y disminuir el consumo de energía. El número de productos que funcionan en base a uno o varios microcontroladores aumenta de forma exponencial. Casi todos los periféricos del computador (ratón, teclado, impresora, etc.) son regulados por el programa de un microcontrolador. Igualmente, los sistemas de supervisión, vigilancia y alarma en los edificios utilizan estos chips para optimizar el rendimiento de ascensores, calefacción, alarmas de incendio, robo, etc. Ofrecen la única solución práctica a muchos problemas de diversos campos:

1. Periféricos y dispositivos auxiliares de los computadores.
2. Electrodomésticos.

3. Aparatos portátiles y de bolsillo
4. Máquinas expendedoras y juguetería.
5. Instrumentación.
6. Industria de automoción
7. Control industrial y robótica.
8. Electromedicina.
9. Sistema de navegación espacial.
10. Sistemas de seguridad y alarma.

1.3.2. Introducción a los Microcontroladores “PIC”

Existe una gran cantidad de modelos de microcontroladores cuyas características y prestaciones varían de un modelo a otro. De esta manera los desarrolladores pueden seleccionar el modelo que mejor se ajuste a sus necesidades. Los distintos modelos de microcontroladores se agrupan por “familia”. Una familia puede estar formada por un conjunto de modelos cuyas características y prestaciones son bastante similares.

Cuando compramos un microcontrolador, la memoria del mismo encuentra “vacía” y para que funcione es necesario que sea “programado”, es decir que, el desarrollador debe escribir un programa que contenga todos los procesos que el microcontrolador debe ejecutar. Este programa se escribe en un lenguaje llamado “assembler” (ensamblador) cuya principal característica es su alta complejidad ya que se trata de un lenguaje “de bajo nivel”, es decir, que se encuentra “más cercano” al lenguaje de la máquina que del lenguaje humano (Figura 1.75)



Figura 1.75. - Lenguajes de Programación

Por esto, sólo los técnicos altamente capacitados están en condiciones de realizar desarrollos electrónicos que incluyan microcontroladores. Incluso a estos especialistas les implica un gran esfuerzo intelectual y mucho tiempo de desarrollo.

El procesador o CPU

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. La CPU (Unidad Central de Proceso) se encarga la decodificación y ejecución del programa.

Actualmente, existen 3 tipos de arquitectura de procesadores:

CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo): Disponen de más de 80 instrucciones en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen instrucciones complejas que actúan como macros.

RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido): En estos procesadores el repertorio de instrucciones es muy reducido y las instrucciones son simples y generalmente se ejecutan en un ciclo. La ventaja de éstos es que la sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico): En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es "específico", o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista.

Memoria ROM

La memoria ROM es una memoria no volátil, es decir, que no se pierden los datos al desconectar el equipo y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Los microcontroladores disponen de capacidades de ROM comprendidas entre 512 bytes y 8 k bytes.

Existen distintos tipos de memorias ROM, la cual determinará la aplicación del microcontrolador.

ROM con máscara: Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip. El elevado costo del diseño de la máscara sólo hace aconsejable el empleo de los microcontroladores con este tipo de memoria cuando se precisan cantidades superiores a varios miles de unidades.

OTP: El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura "programable una sola vez" por el usuario. OTP (One Time Programmable). Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde

una PC. La versión OTP es recomendable cuando es muy corto el ciclo de diseño del producto, o bien, en la construcción de prototipos y series muy pequeñas. Tanto en este tipo de memoria como en la EPROM, se suele usar la encriptación mediante fusibles para proteger el código contenido.

EPROM: Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos. Las cápsulas son de material cerámico y son más caras que los microcontroladores con memoria OTP que están hechos con material plástico.

EEPROM: Se trata de memorias de sólo lectura, las cuales se puede escribir y borrar eléctricamente. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. Es muy cómoda y rápida la operación de grabado y la de borrado. No disponen de ventana de cristal en la superficie. Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito. Para ello se usan "grabadores en circuito" que confieren una gran flexibilidad y rapidez a la hora de realizar modificaciones en el programa de trabajo. El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continua. Son muy idóneos para la enseñanza y la Ingeniería de diseño. Se va extendiendo en los fabricantes la tendencia de incluir una pequeña zona de memoria EEPROM en los circuitos programables para guardar y modificar cómodamente una

serie de parámetros que adecuan el dispositivo a las condiciones del entorno. Este tipo de memoria es relativamente lenta.

FLASH: Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM. La alternativa FLASH está recomendada frente a la EEPROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura y borrado.

Memoria RAM

La memoria RAM es una memoria volátil, es decir, que se pierden los datos al desconectar el equipo, y se destina a guardar las variables y los datos. Los microcontroladores disponen de capacidades de RAM comprendidas entre 20 y 512 bytes.

Líneas de Entrada / Salida (E/S)

Los microcontroladores cuentan con una serie de pines destinados a entrada y salida de datos o señales digitales. A estos pines se les denomina "Puerto".

Como mencionamos anteriormente, todo el funcionamiento del microcontrolador está controlado a través de los registros. Los puertos no son la excepción, también están controlados por los registros. Por esto, un puerto no puede estar formado por más de 8 pines; 1 Pin por cada BIT de un registro. Un puerto si puede estar formado por menos de 8 pines.

Un microcontrolador puede contener varios puertos dependiendo del modelo. A cada puerto se lo identifica con una letra. Por ejemplo; “Puerto A”, “Puerto B”, etc. Para poder utilizar un puerto, primero el mismo debe ser configurado. Cada pin de un puerto puede ser configurado como entrada o salida independientemente del resto de los pines del mismo puerto.

1.3.3. Recursos Auxiliares.

Según las aplicaciones cada modelo de microcontrolador incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia del dispositivo. Entre los más comunes se encuentran:

- Circuito de reloj, encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Temporizadores, orientados a controlar tiempos.
- Perro guardián (watchdog), destinado a provocar una reinicialización cuando el programa se queda bloqueado.
- Conversores A/D y D/A para poder recibir y enviar señales analógicas.
- Estado de reposo, en el que el consumo de energía se reduce al mínimo.

1.3.3.1. Módulos Temporizadores Internos (TMRs)

Un temporizador interno (TMR) es un módulo de hardware incluido en el mismo microcontrolador el cual está especialmente diseñado para incrementar automáticamente el valor de un registro asociado al TMR cada vez que el módulo TMR recibe un pulso. A este pulso se lo llama “señal de reloj”.

El módulo TMR siempre incrementa el valor del registro asociado, nunca decrementa dicho valor. Algunos microcontroladores pueden

incluir más de un módulo TMR y la señal de reloj de cada uno de éstos puede ser de origen interno o externo.

Si el origen de la señal de reloj está configurado como externo, el módulo temporizador puede ser utilizado como un contador de eventos externos, incrementando el TMR con cada pulso recibido mediante el pin correspondiente. Si el origen de la señal de reloj es interno, el TMR incrementa con cada ciclo del oscilador. Esto permite utilizar el temporizador como “contador de ciclos de programa”, donde, un ciclo corresponde al tiempo de ejecución de una instrucción, lo cual se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{CICLO} = (1 / (\text{Frec. Osc.} / 4)).$$

Donde “Frec. Osc.” es la frecuencia del oscilador utilizado. Dado que la velocidad de ejecución del microcontrolador corresponde a $\frac{1}{4}$ de la velocidad del cristal utilizado, cada ciclo de programa se ejecuta en un tiempo determinado según el cristal que estemos utilizando.

Por ejemplo; con un cristal de 4Mhz la velocidad real de procesamiento del microcontrolador es de 1Mhz.

Aplicando la fórmula =

$$1 / (4.000.000 / 4)$$

$$1 / 1.000.000$$

$$0.000001 = 1 \text{ uS (microsegundo)}$$

Esto significa que cada ciclo de programa se ejecuta a $1/1.000.000$ (1 uS) y dado que cada incremento del TMR corresponde a un ciclo de programa, si contamos los incrementos de un TMR, indirectamente podremos calcular el tiempo transcurrido.

El incremento del TMR se realiza de manera automática y de forma paralela a la ejecución del resto del programa. Esto significa que el programa no debe “controlar” el incremento del TMR, lo cual sí debe realizarse en las temporizaciones por bucles, en las cuales el microcontrolador se queda “esperando” a que transcurra un tiempo, y no pueden ejecutarse otras tareas mientras no finalice la temporización.

Entonces el TMR puede ser utilizado como temporizador mientras el microcontrolador ejecuta otros procesos. Por ejemplo: si diseñamos un programa que encienda y apague un led cada 1 segundo, el microcontrolador enciende el led y luego puede ocuparse de esperar a que transcurran los ciclos correspondientes a 1 segundo, luego apaga el led y continua esperando.

1.3.4. Tipos de Microcontroladores Microchip

Dado que las aplicaciones sencillas precisan pocos recursos y las aplicaciones más complejas requieren numerosos y potentes recursos, Microchip construye diversos modelos de microcontroladores orientados a cubrir las necesidades de cada proyecto. Siguiendo esta filosofía Microchip oferta diferentes gamas de microcontroladores:

- PIC12CXXX gama baja(8-pin, palabra de programa de 12 bits/14 bits):
 - Bajo consumo.
 - Memoria de datos EEPROM.
- PIC16C5X, gama baja o clásica (palabra de programa de 12 bits):
 - Encapsulados de 14, 18, 20 y 28 pines.
 - Óptimo para aplicaciones que trabajan con baterías (bajo consumo).
- PIC16CXXX, gama media (palabra de programa de 14 bits).

Convertidores A/D y puerto serie.

Encapsulados desde 18 a 68 pines.

- PIC17CXXX, gama alta (palabra de programa de 16 bits).
Arquitectura abierta, memoria ampliable.
- PIC18XXX, gama alta (palabra de programa de 16 bits).
Conjunto de instrucciones mejorado.
Detección de bajo voltaje programable (PLVD).

Como mencionamos anteriormente, el microcontrolador tiene una memoria de programa, donde grabamos las instrucciones necesarias para que el micro realice el trabajo que necesitamos. Cuando compramos un microcontrolador, la memoria de programa viene vacía. Para que un microcontrolador funcione es necesario “programarlo”. Los microcontroladores se programan en un lenguaje de programación llamado Ensamblador (en inglés Assembler) cuya principal característica es su altísima complejidad.

Los lenguajes de programación se clasifican según el “Nivel” de programación en (como se ve en la Figura 3.1). Lenguaje de “Alto Nivel”: permite que los algoritmos se expresen en un nivel y estilo de escritura fácilmente legible y comprensible por el hombre. En la actualidad se trata de lenguajes de tipo visual. Lenguaje de “Bajo Nivel”: el usuario se acerca un poco más al lenguaje de maquina. Permiten un acceso más amplio al control físico de la maquina (hardware). Lenguaje Ensamblador: Podríamos considerarlo el lenguaje de más bajo nivel. El usuario escribe código en el mismo “idioma” del procesador. Se tiene control total del sistema. Es necesario un conocimiento de la arquitectura mecánica del procesador para realizar una programación efectiva. El lenguaje de programación es muy específico para cada modelo de procesador, incluso puede variar de un modelo a otro de procesador dentro de un mismo fabricante. Podemos decir que los lenguajes de alto Nivel se asemejan más al lenguaje humano y que los lenguajes de bajo Nivel

se asemejan más al lenguaje de máquina y en el lenguaje ensamblador el usuario debe programar en el propio “idioma del procesador”.

El microcontrolador sólo entiende de números, es decir que, el código assembler (texto) no puede ser procesado directamente por el microcontrolador. Para poder grabar el programa en el micro, primero debemos convertir el texto del código assembler a números, en general, en formato hexadecimal. A este proceso se le llama “Compilación”. Una vez desarrollado el código assembler, debemos “compilarlo”. Esto se realiza con un software compilador el cual se puede obtener de manera gratuita desde la página web del fabricante del microcontrolador. El archivo compilado tiene una extensión .hex. Por último, después de compilado, el programa está listo para ser grabado al microcontrolador. Esto realiza mediante una “placa programadora”. A ésta placa programadora, comúnmente se la llama “programador”. Existen distintos tipos de programadores los cuales pueden ser para conectar a la PC mediante el puerto Serie (COM) o Paralelo (LPT). Cada programador trabaja en conjunto con un software, mediante el cual se realiza el proceso de lectura y escritura de los microcontroladores.

A continuación se presenta un resumen del proceso de desarrollo del código y grabación de un microcontrolador:

- 1) Escribir el código assembler. Se genera un archivo con extensión ASM.
- 2) Compilar el código assembler. Se genera un archivo con extensión HEX.
- 3) Grabar (transferir) el programa desde la PC al microcontrolador mediante un programador.

De estos 3 pasos, el primero insume el 98 % de tiempo y esfuerzo.

CAPÍTULO II.

2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.1. Planteamiento del Problema.

Para mejor disposición y aprendizaje de funcionamiento de maquinaria pesada, se optó por el planteamiento de un prototipo de funcionamiento de un tractor de oruga, el cual se utilizará para prácticas de movimientos de cada una de las orugas constituyentes de un tractor, como su direccionamiento.

Además se verificará el funcionamiento de la mecánica, electrónica y neumática de la oruga, aplicando los conocimientos obtenidos por la ilustre institución en la cual me instruí, como es la Carrera de Ingeniería Automotriz; esto para entrar un mundo donde se maneja gran variedad de este tipo de maquinaria y lograr sobresalir.

2.2. Características del Proyecto

Este proyecto tiene las siguientes características:

Altura máxima del bastidor	85 mm
Longitud máxima	440 mm
Ancho máximo	210 mm
Largo de la cadena	800 mm
Peso total	30 lb.

Este proyecto es de forma sencilla, así como construida con elementos, los cuales se reciclaron, además de adaptar elementos necesarios para reemplazar accesorios que fácilmente no se encuentran o no hay en el mercado de nuestro país. Estas orugas son

realizadas con elementos con elementos básicos de fácil aprendizaje, y sencillo desarme, para un buen entendimiento.

Tenemos así un manejo sencillo ya que depende de dos funciones, las cuales maneja solamente la marcha hacia delante o para de cada uno de los motores de las orugas; estos son motores independientes, los cuales manejan cada oruga para su giro hacia delante. El sistema motriz funciona con aire comprimido, que proviene de un compresor. La presión mínima de funcionamiento es de 80 psi y un máximo de 100 psi. Según los silenciadores con regulación colocados en las salidas de los motores neumáticos se puede variar la velocidad, el cual depende del caudal que actúa directamente con la presión. Ya que los elementos de mayor precisión son las electroválvulas, el mantenimiento un función neumática es relevante, ya que si se mantiene un en perfecta sincronía los movimiento mecánicos, tendrá un excelente desempeño.

2.3. Diseño de la Base de los Elementos

La base de toda la infraestructura del tractor de orugas, se realizó, en plancha de aluminio de 3 mm, para mantener bajo peso y gran resistencia. Figura 2.1.



Figura 2.1. - Bastidor de la Oruga

2.4. Selección de los Elementos Neumáticos.

2.4.1. Motor Neumático

Tenemos para el inicio del movimiento, la selección del Motor Neumático, el cual tomamos referencia de la marca DEPRAG.

Tenemos como variante un peso nominal base 80 las (36.36 kg), se ha tomado este peso tomando en cuenta factores externos (inclinación del suelo, esfuerzo de empuje, entre otros), entonces:

$$\text{Fuerza} = \text{masa} * \text{gravedad}$$

$$\text{Fuerza} = 36,36\text{kg} * 9,8\text{m} / \text{s}^2$$

$$\text{Fuerza} = 356,57\text{N}$$

La longitud relativa desde el centro del eje al suelo es la “distancia”
distancia = 50 mm = 0,05 m

$$\text{Torque mínimo de arranque} = \text{Fuerza} * \text{distancia}$$

$$\text{Torque mínimo de arranque} = 356,57\text{N} * 0,05\text{m}$$

$$\text{Torque mínimo de arranque} = 17.83\text{Nm}$$

Además de mantenerse con una velocidad nominal de 100 r.p.m, esto para mantener una velocidad crucero, la cual no se encuentre ni muy rápida, ni muy lenta.

De esto comparamos con la tabla de Motores neumáticos de DEPRAG y llegas a seleccionar el siguiente:

Marca:	DEPRAG
Tipo:	Paletas con giro reversible (63-001 F01)
No. Orden:	445711A
Potencia Nominal:	200 W

Velocidad Nominal:	5000 r.p.m
Velocidad Vacío:	10000 r.p.m
Torque nominal:	0,38 Nm
Torque min. de arranque	0,57 Nm
Consumo de aire	10 CFM
Peso	1 kg
Diámetro del eje	3/8 in

Pero para que cumpla los requerimientos mínimos, así como el torque mínimo de arranque, como la velocidad; de esto se incorpora un Sistema Planetario con Giro Reversible, entonces tenemos:

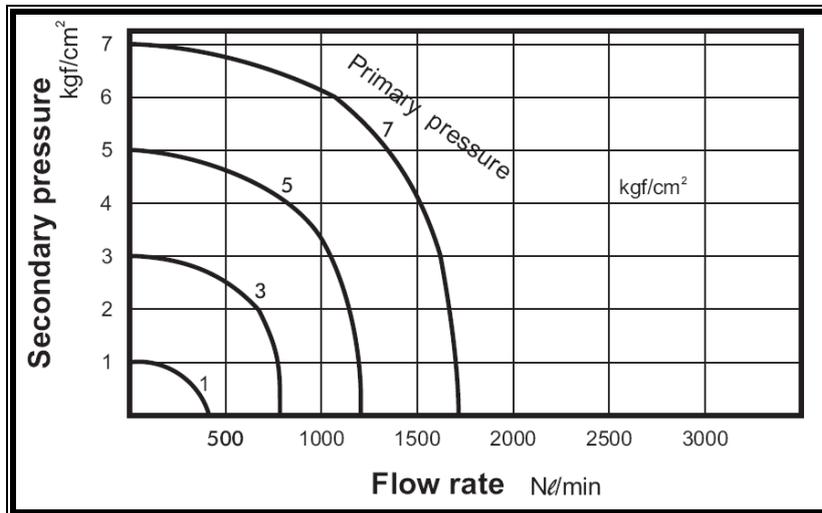
Marca:	DEPRAG
Tipo:	Sistema Planetario con Giro Reversible (63-046 F01)
No. Orden:	445711F
Potencia Nominal:	200 W
Velocidad Nominal:	105 r.p.m
Velocidad Vacío:	210 r.p.m
Torque nominal:	18,2 Nm
Torque min. de arranque	27,3 Nm
Consumo de aire	10 CFM
Peso	1,8 kg (2,8 kg en total)
Diámetro del eje	3/8 in

Detalles del Motor Neumático, ver catálogo en anexos. Por motivos económicos, además de que en el país no se encuentran motores neumáticos de estas características (alto torque y baja velocidad), se opto por reemplazar los Motores neumáticos por Bombas de aceite de un motor Ford F100, el cual tiene un Torque min. de arranque de 10 Nm y consumo de aire de 10 CFM.

2.4.2. Válvulas Neumáticas

En la selección del tipo de válvula, debe tener en consideración que se debe abastecer el consumo de aire requerido para el motor neumático; sabiendo esto tenemos la siguiente Grafica 1, en la que con la Presión primaria y Presión secundaria, la diferencia de estas presiones es ocupada por trabajo (aproximadamente es 1 bar).

Con esto sabemos que caudal admisible tiene la válvula, no obstaculice la circulación del aire, además que tiene que ser mayor de 10 CFM



Grafica 2.1. – Diagrama de Presiones y flujos

10 CFM = 283,1685 Nl/min. (Nl = litros normales)

Interceptamos la presión primaria de 6 kgf/cm² y la presión secundaria de 5 kgf/cm², entonces tenemos un flujo de 1000 Nl/min.; que es muy superior a lo requerido. Se puede saber es caudal aproximado multiplicando la área efectiva del orificio (viendo en el catalogo, ver anexo) por 55.5 y nos da por resultado 999 Nl/min.

Con lo obtenido en la tabla, llegamos a la conclusión de utilizar una válvula de 1/4" para no tener obstrucciones y buen flujo; luego de saber que válvula ocupar, se revisará la cantidad de tomas y posiciones. De esto podemos verificar que para el funcionamiento de el motor neumático en un solo sentido (no reversible), se utilizaría una válvula 3/2 (Figura 2.2), esto quiere decir 3 tomas y dos posiciones.

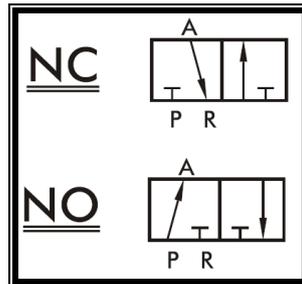


Figura 2.2. - Válvulas 3/2 normalmente cerrado y normalmente abierto

En el caso de controlar el motor neumático que se accione al cambiar de posición la válvula, se debe utilizar la opción Normalmente Cerrado, esto es una desventaja, ya que se tiene que escoger si es cerrado o no. Mientras que para controlar el sentido de giro del motor neumático y su reversibilidad, se utilizaría una válvula 5/2, de esta manera, se tendría cada giro del motor. (Figura 2.3).

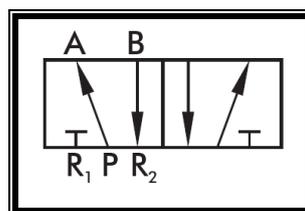


Figura 2.3. - Válvula 5/2

Pero en este caso no se puede controlar al motor con pares, ya que solo gira en un sentido o en el otro, para solucionarlo se utiliza una válvula 5/3 como se muestra en la Figura 2.4. De esta manera se esta controlando avance retroceso y pare.

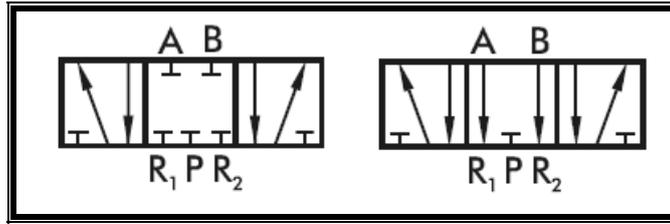


Figura 2.4. - Válvulas 5/3

Como en el proyecto se utiliza solo en sentido de giro hacia delante, se colocara una válvula 5/2 para cada lado, pero haciendo trabajar como una 3/2, por ser la mas común en nuestro medio, con el resto de salidas solamente se pondrán tapones de 1/8.; ahora solamente se define que tipo de mando, el cual se optará por electrónico del tipo relé (Figura 2.5), además de monoestable y con retorno de resorte, sin retención.

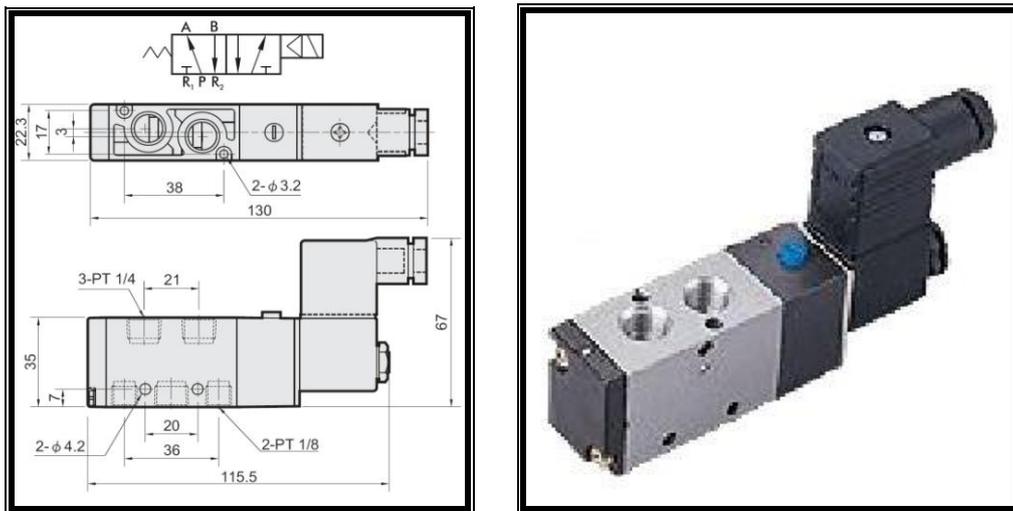


Figura 2.5. - Gráfico de Electroválvula 5/2 (MVSC-220-4E1)

Al tener las especificaciones de la Electroválvula (MVSC-220-4E1), se tomaría un conector recto instantáneo de 1/4" x 6 mm (JPC6-D2), para un tubo de poliuretano de 6 mm de diámetro (UMO640). De igual manera la salida al ambiente del aire se colocará silenciadores de bronce de 1/8" con regulador (MSL-B-01). Además para más de 2

uniones se utiliza conectores instantáneos en T, igual, de 6 mm (JPE-6). Dichos elementos en la Figura 2.6.



Figura 2.6. - Elementos de conexión neumática

2.4.3. Diseño del Circuito Neumático.

Este tipo de maquinaria cuenta con dos motores neumáticos para la rotación, el avance y el giro de las orugas. Como podemos apreciar en la Figura 2.7.

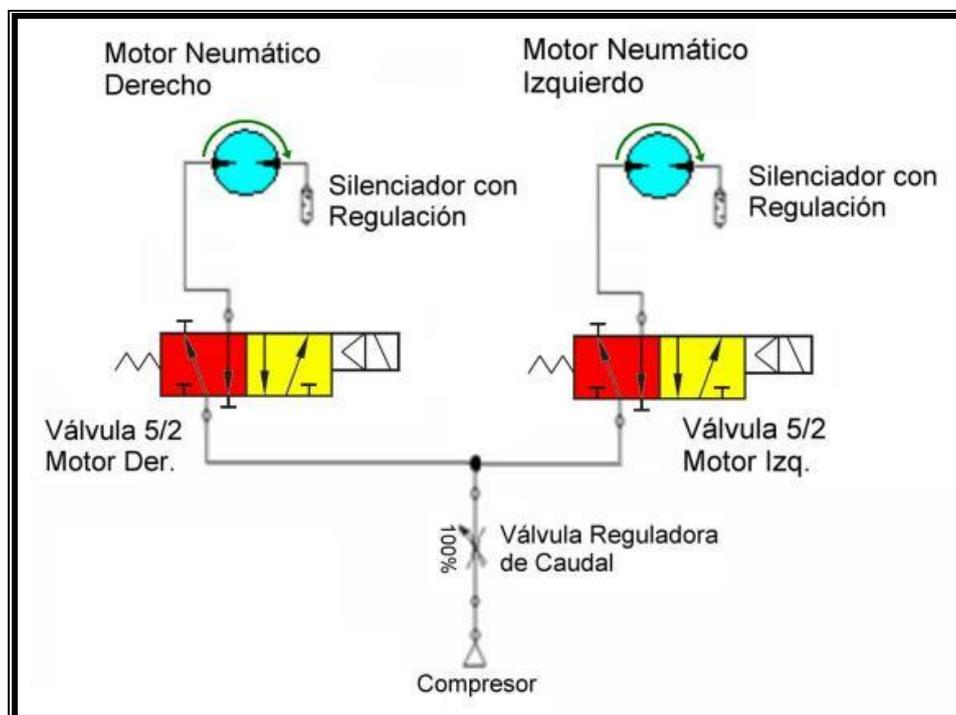


Figura 2.7. - Circuito Neumático

2.5. Selección de los Elementos Mecánicos

2.5.1. Selección de Piñones y Cadena

Los elementos mecánicos, se tomo las catarinas pequeñas de una motocicleta Enduro 400 (Figura 2.8), además como se requiere 4, ya que son 2 por lado, tomamos 2 catarinas de 15 dientes para manipular lo que es la parte tensora y 2 catarinas de 16 dientes para la parte motriz.

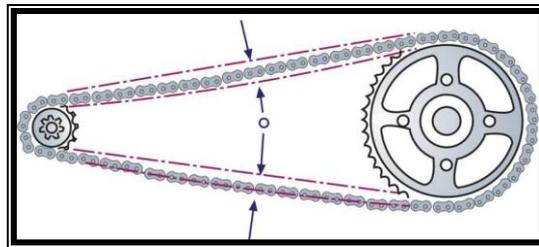


Figura 2.8. - Sistema de Transmisión de Motocicleta

Uno de las partes mas laboriosas, es la cadena con las zapatas, por motivo de que no se tiene orugas a escala, de esta manera se optado por desarmar una cadena de motocicleta para modificarla y dar apariencia de oruga de tractor.

De igual manera se empleará la cadena del mencionado sistema de transmisión, la cual se divide en 2 partes, una para cada lado. Pero con la opción de que dicha cadena se desarmo en su totalidad, para adicionar en su eje de cada eslabón una llamada zapata con garra.

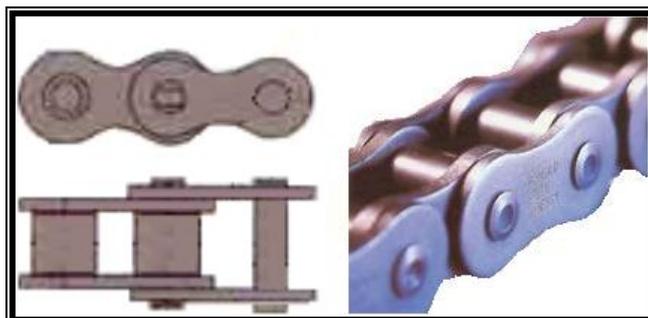


Figura 2.9. - Cadena Armada



Figura 2.10. - Cadena desarmada

De esta manera tenemos a la cadena desarmada en la Figura 2.9, lo cual se sustituirá al eje por un tornillo y tuerca de presión, para evitar que se salga y de hecho sea desarmable.

2.5.2. Diseño de Zapatas

Para cada una de las zapatas de la oruga, se diseñó tomando en cuenta una zapata de oruga con una garra; para esto se utilizó perfil en T de aluminio y platina de aluminio. Figura 2.11.

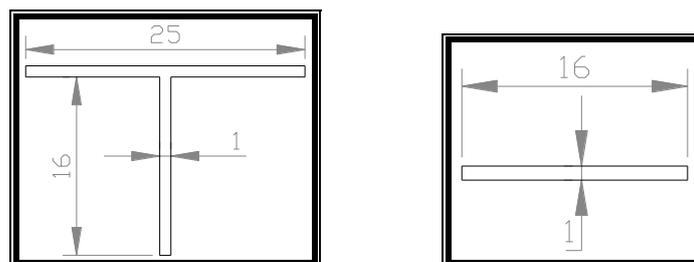


Figura 2.11. - Perfil en T y Platina de aluminio.

2.5.3. Diseño del Bocín Guía

En lo relacionado a la transmisión de movimiento del motor neumático, se lo hace desde el eje del motor a un bocín con base para la sujeción de la Catarina motriz (Figura 2.12), además que se

incluye un tornillo prisionero para la sujeción de la catarina para evitar que se recorra.

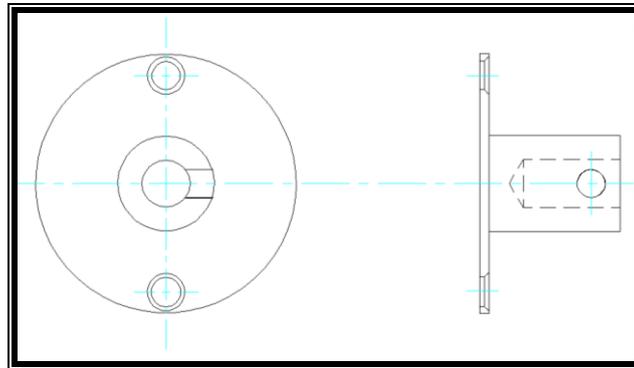


Figura 2.12. - Bocín con Base para Sujeción de Catarina Motriz.

Este elemento se acopla a la catarina por medio de un tornillo de cabeza perdida, para evitar topes con la carrilera. Figura 2.13.

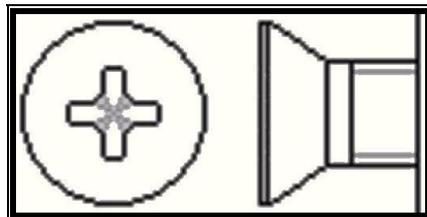


Figura 2.13. - Tornillo de cabeza Perdida o cabeza Fresada.

2.5.4. Diseño de la Rueda Guía

Una vez diseñado la parte motriz de la oruga, se diseñó la parte delantera, esto quiere decir el tensor de la cadena y rueda guía. Para esto se utilizó una catarina de motocicleta enduro 400, eliminando el estriado central y colocando un rodamiento; esto para tener movimiento libre de la catarina. Figura 2.14.

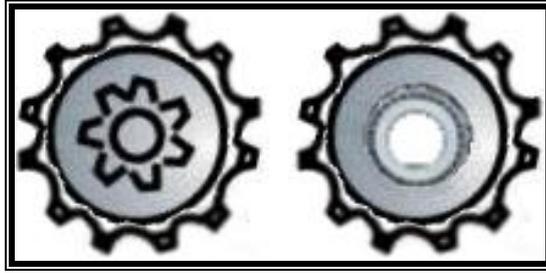


Figura 2.14. - Catarina modificada con rodamiento.

Con el diámetro interno del rodamiento de 10 mm., para acoplar un eje, sujetado por la base de la rueda guía.

2.5.5. Diseño de la Base de la Rueda Guía

Esta base de hierro platina de hierro de 3 mm, modificada para la colocación de la catarina, además de que va montada en las guías de la carrilera. Figura 2.5.

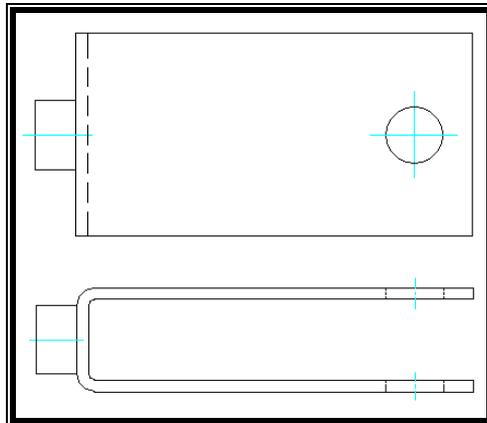


Figura 2.15. - Base de la Rueda Guía

2.5.6. Diseño de las Carrileras

La estructura de la carrilera se diseño para soportar el peso de las orugas, así es la parte posterior o motriz y la parte delantera o tensora; además de estos tiene los soportes de los rodillos (3 en la parte baja y 2 en la alta de la carrilera), podemos ver todo detalle en la

Figura 2.16 y 2.17; tenemos en la sección tensora un agujero ovalado, este es para la movilidad de la rueda guía y tener espacio para tensar, así como suavidad para el movimiento. En el eje, se colocará seguros para evitar que se desplacen y se desarmen.

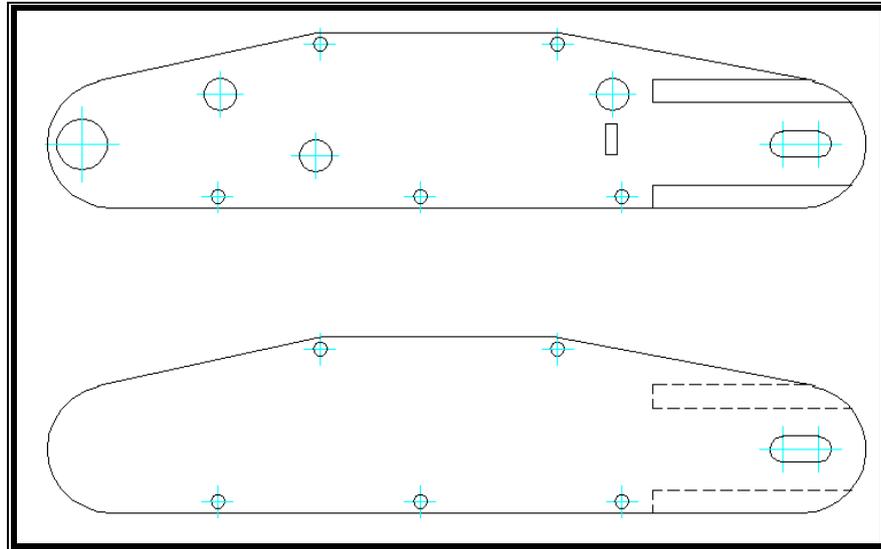


Figura 2.16. - Carrilera de oruga Derecha

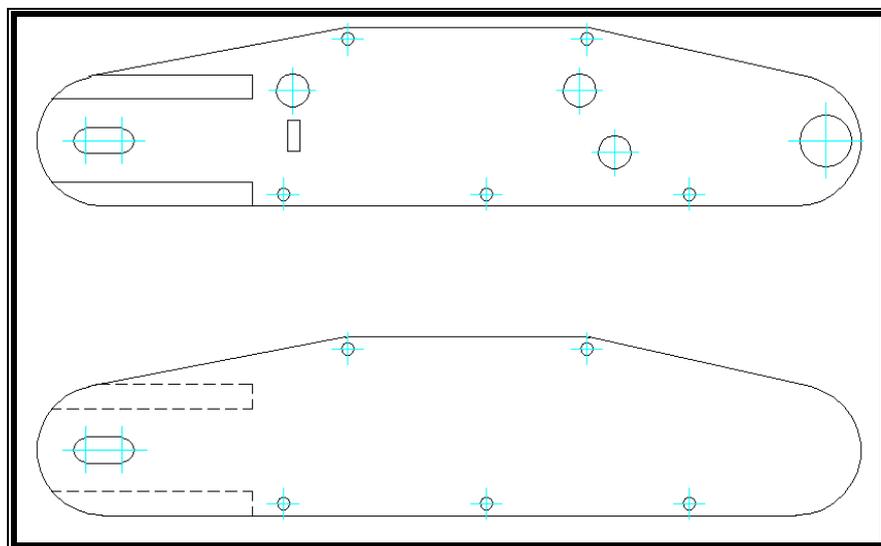


Figura 2.17. - Carrilera de oruga Izquierda

2.5.7. Diseño y Selección de los Rodillos

Como podemos ver, tenemos los agujeros de los rodillos, los cuales son rodamientos, los cuales mantendrán a la cadena guiada para evitar desplazamientos y tenga mayor contacto con el suelo. Figura 2.18.



Figura 2.18. - Rodillos de la oruga.

2.6. Selección de Elementos Electrónicos

2.6.1. Selección del Microchip

Los microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller). Para el diseño de nuestro proyecto se ha seleccionado el PIC 16F628A, por facilidad y por encontrar mayor cantidad de estos, el cual se utilizará para el control de las electroválvulas del sistema neumático. Figura 2.19

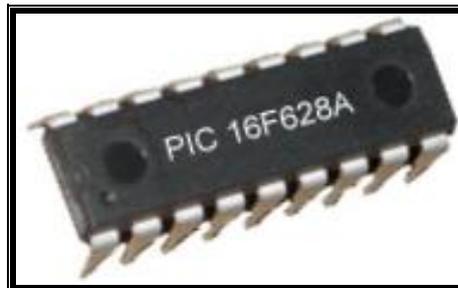


Figura 2.19. - PIC 16F628A

2.6.2. Arquitectura del PIC 16F628A ^{viii}

El CPU del microcontrolador emplea una avanzada arquitectura RISC (computador con Juego de instrucciones reducido) con un set de 35 instrucciones poderosas pertenecientes a la gama media de la familia de los microcontroladores PIC, la mayoría de instrucciones se ejecutan en un ciclo de instrucción a excepción de los saltos que requieren de 2 ciclos, dentro de su Procesador existe una PILA de 8 niveles que permiten el anidamiento de subrutinas, esto quiere decir que puede recordar 8 lugares diferentes de línea de programa e ir regresando a cada uno en el orden inverso al que fueron anidados (ver Figura 2.20).

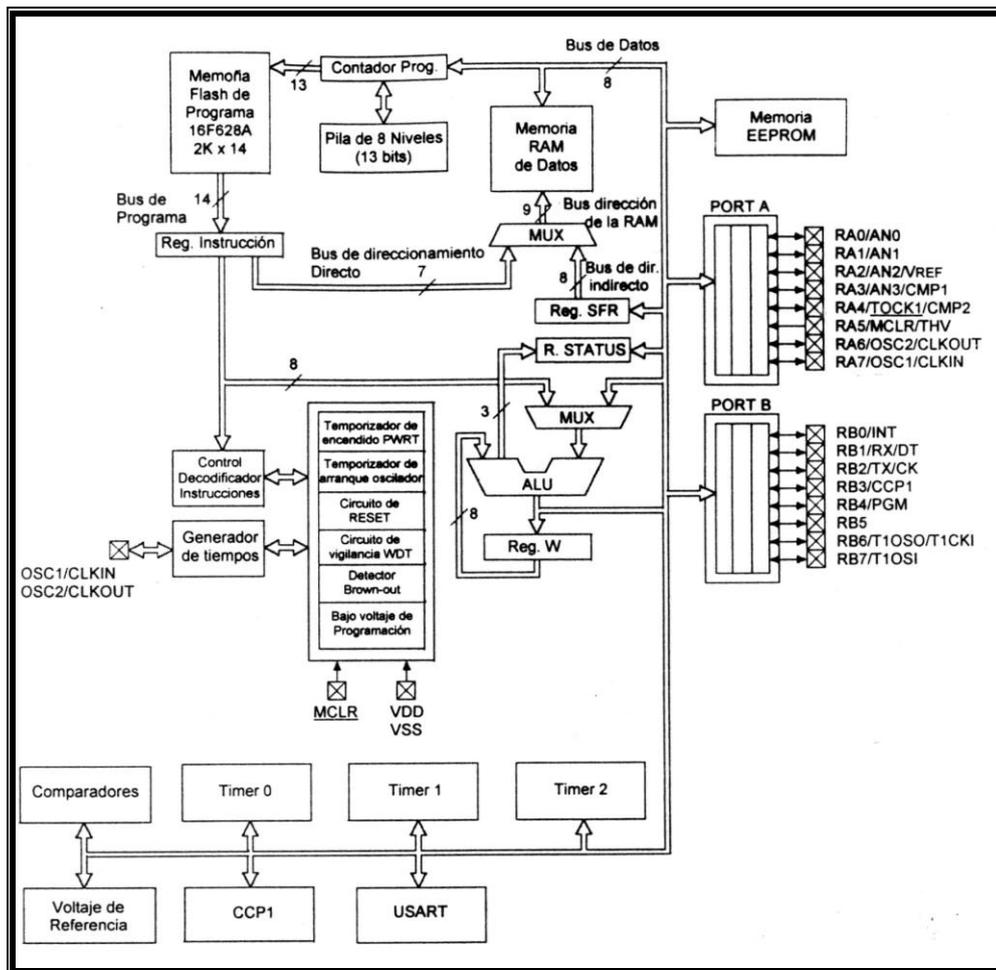


Figura 2.20. - Diagrama de bloques funcionales del PIC.

^{viii} Aprende rápidamente a programar Microcontroladores PIC, Autor: Carlos Reyes, Graficas Ayerve, Ecuador 2004, Pág. 18

2.6.3. Diagrama de Pines y Funciones

Excluyendo los dos pines de alimentación, todos los 16 pines restantes pueden ser configurados como entradas o salidas, algunos de ellos tienen funciones especiales, ver Figuras 2.21.

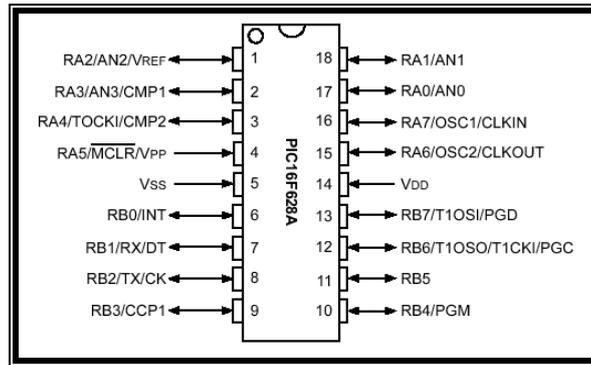


Figura 2.21. - Diagrama de Pines

PIN	NOMBRE	DESCRIPCION
17	RA0/AN0	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo.
18	RA1/AN1	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo.
1	RA2/AN2/VREF	Pin bidireccional I/O, entrada comp. análogo y Voltaje de referencia.
2	RA3/AN3/CMP1	Pin I/O, entrada comp. análogo y salida del comparador análogo 1.
3	RA4/T0CKI/CMP2	Pin I/O, entrada reloj TIMER0 y salida del comparador análogo 2.
4	RA5/MCLR/VPP	Pin de entrada, en modo MCLR activa RESET externo.
15	RA6/OSC2/CLKOUT	Pin I/O, entrada oscilador externo, salida de ¼ de la frecuencia OSC 1.
16	RA7/OSC1/CLKIN	Pin I/O, entrada oscilador externo, entrada del reloj externo.
6	RB0/INT	Pin I/O, resistencia Pull-Up programable, entrada de interrupción ext.
7	RB1/RX/DT	Pin I/O, resist. Pull-Up, entrada dato RS232, I/O dato serial asincrónico.
8	RB2/TX/CK	Pin I/O, resist. Pull-Up, salida dato RS232, I/O señal de reloj asincrónico.
9	RB3/CCP1	Pin I/O, resist. Pull-Up, módulo CCP/PWM entrada o salida.
10	RB4/PGM	Pin I/O, resist. Pull-Up, entrada del voltaje bajo de programación.
11	RB5	Pin I/O, resistencia Pull-Up programable.
12	RB6/T1OSO/T1CKI	Pin I/O, resist. Pull-Up, salida oscilador TIMER1, entrada reloj de ICSP.
13	RB7/T1OSI	Pin I/O, resist. Pull-Up, entrada oscilador TIMER1, I/O datos de ICSP.

Gráfico 2.2 – Funciones de cada Pin

2.6.4. Programación de Microchip con el Microcode

Con lo detallado del Microchip, tenemos la siguiente programación:

```
cmcon=7
DERECHA VAR PORT A.0
```

```

IZQUIERDO VAR PORT A.1
inicio:
IF DERECHA = 0 THEN GIRO1
IF IZQUIERDO = 0 THEN GIRO2
GOTO INICIO
GIRO1:
HIGH PORT B.0
PAUSE 100
LOW PORT B.0
GOTO INICIO
GIRO2:
HIGH PORT B.1
PAUSE 100
LOW PORT B.1
GOTO INICIO
END

```

2.6.5. Diseño de circuito Electrónico controlador de Electroválvulas

Para el control de las electroválvulas, se utilizó un TIP 122 para cada bobina de estas. El circuito se realizó en el programa Proteus. Figura 2.22

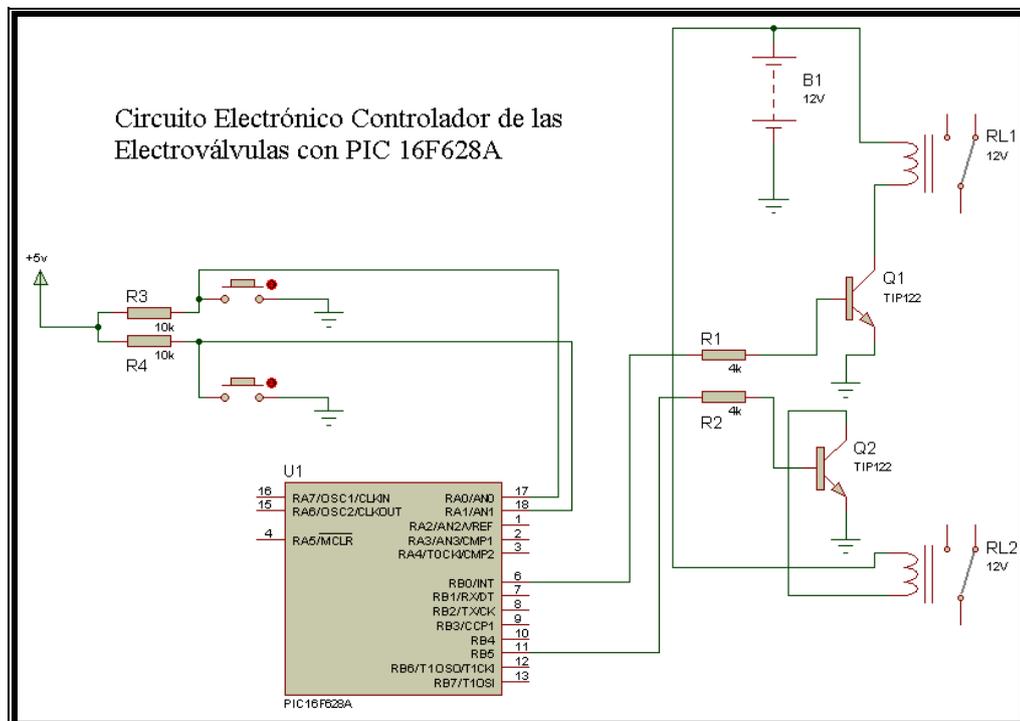


Figura 2.22. - Circuito Electrónico

CAPÍTULO III.

3. CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GIRO DEL TRACTOR DE ORUGA

3.1. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

3.1.1. Construcción del Bastidor

Para realizar la construcción se tomo el diseño del bastidor y se recortó la platina de aluminio de 2 mm de espesor, el cual al tener la parte rectangular, se señalo las diferentes medidas para realizar los agujeros especificados de sujeción, de los ejes y demás componentes del sistema neumático.

De esta forma tenemos cada uno de los elementos como son:

La Tapa

Placa Frontal

Placa Posterior

Placas Laterales (según corresponda)

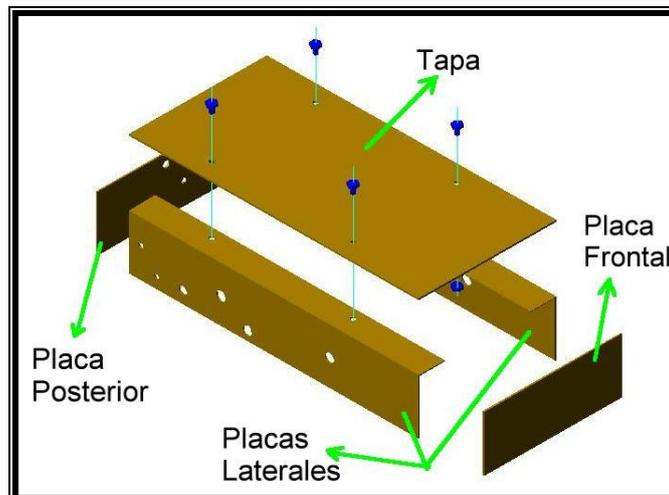


Figura 3.1. - Partes del Bastidor

Una vez realizada cada una de estas partes, entonces colocamos uniendo con perfil en L de aluminio, los cuales se sujetaron con remaches para tener una buena sujeción, se señalo la posición de cada una y se unió todos los lados del bastidor, luego se prosiguió a sujetar la tapa con pernos y tuercas, para tener una facilidad de desarme para cuando se requiera, así como se muestra en la Figura 3.2; para tener una base rígida para el montaje de todo elemento.

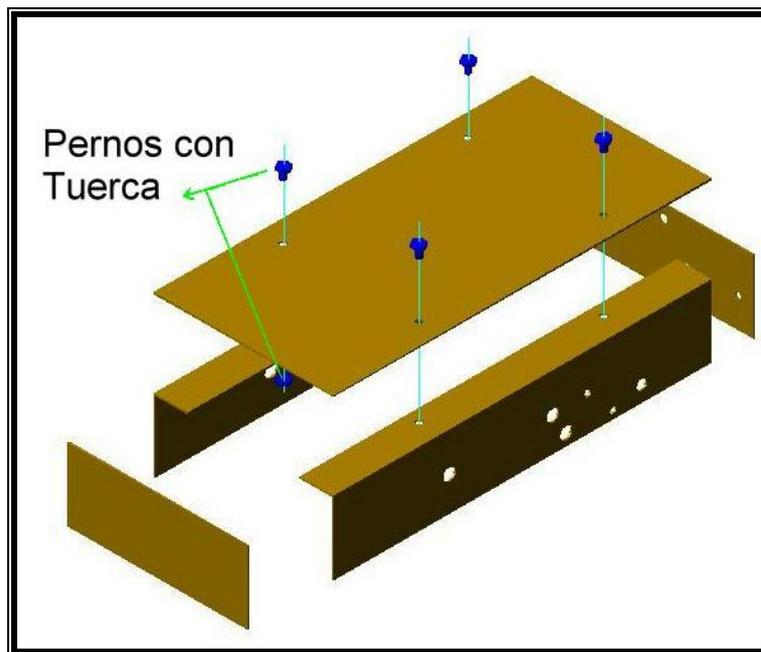


Figura 3.2. - Sujeción de las partes del Bastidor

3.1.2. Montaje de los Motores

En el montaje de estos se tomo en cuenta que para no tener fugas de aire comprimido, ya que los motores a ocupar (bombas de aceite), tienen un ducto conector que va pegado al lado interno del bastidor; para obtener una buena hermeticidad, se monto con silicón, para formar un empaque, así evitar fugas. Además que en cada eje se realizó una pequeña perforación en el eje, para que tenga una sujeción el prisionero, así evitar gire el eje sin control o se salga.

Además se colocó con pernos y tuercas para un fácil desmontaje, sin olvidar que los motores se deben colocar con lubricación (aceite SAE 10), para que mantenga un sello en el interior de la bomba.

3.1.3. Carrileras de las Orugas

3.1.3.1. Construcción de las Carrileras

Según las designaciones de los planos realizamos cada uno de los lados de las carrileras en acero para tener un soporte rígido, recordando que tenemos dos en cada lado, de los cuales una es interna y la otra es externa; la diferencia es que en la interna llevan los agujeros de sujeción con el bastidor, así como el del eje del motor (con el bocín), mientras que el externo no lleva estos. Además tenemos que en cada uno de estos colocamos guías para el soporte del piñón tensor, como vemos en la Figura 3.3 estas guías son la platina de aluminio, recortadas según el plano.

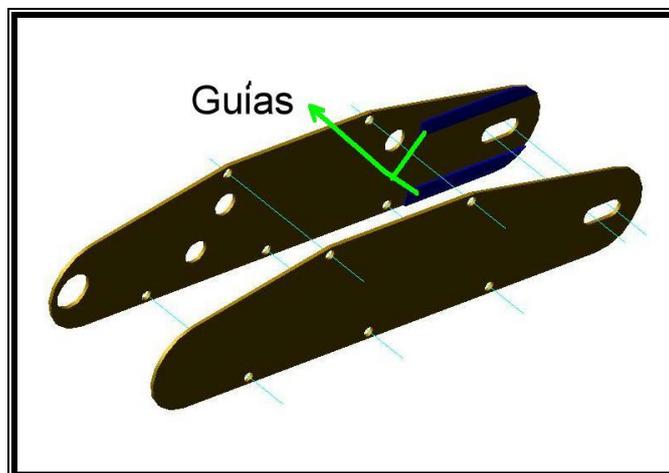


Figura 3.3. - Carrilera Derecha con guías

El montaje de estos se lo realiza con separadores (Figura 3.4), los cuales mantendrán una distancia considerable del bastidor para colocar las zapatas en las cadenas.

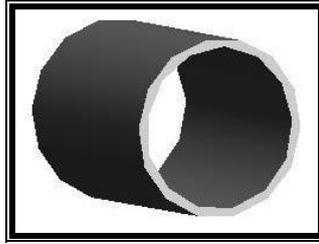


Figura 3.4. - Separador de la Carrilera con el Bastidor

3.1.4. Construcción y Montaje del Bocín para el Piñón

Se tiene que colocar los bocines en los respectivos ejes de los motores y los sujetamos con los prisioneros. Figura 3.5.

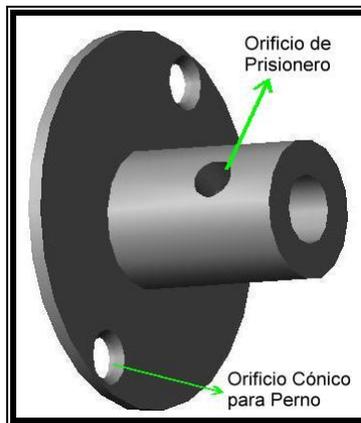


Figura 3.5. - Bocín de Montaje del Piñón Motriz

Mientras que la sujeción del piñón motriz se lo realiza con dos tornillos de cabeza perdida para montarlos en agujeros cónicos (Figura 3.6), esto para evitar roces con los lados de las carrileras y con contratuerca para evitar que con los giros se llegue a salir.



Figura 3.6. - Tornillo de Cabeza Cónica (o cabeza perdida)

De esta manera tenemos una colocación del Bocín en el eje del motor, sujeto con un prisionero y montado el piñón que dará el movimiento a las orugas.



Figura 3.7. - Montaje del Bocín en el eje y sujeción

3.1.5. Soporte y Sistema Tensor de la Cadena de Oruga

Este se construyó en acero de 2 mm de espesor, se colocó dos placas unidas por una tercera, para dar una forma de U, la cual sostiene y guía al piñón con su respectivo eje, esto con los orificios laterales, mientras que para guiar al resorte tensor se colocó una pedazo de cilindro macizo, esto para mantener al resorte en su posición y evitar que se desvíe o salga. Ocupando uno para cada lado, como se muestran en las Figuras 3.8 y 3.9.



Figura 3.8. - Soporte del piñón Tensor

El Regulador de esta tensor, depende de un tornillo de cabeza cuadrada, y una tuerca que se sujeta a la carrilera interna de ambos lados, este pone un punto límite de referencia al soporte del piñón tensor, para que no sobrepase un límite, al mismo tiempo la tuerca fija, actúa como soporte para el resorte tensor.



Figura 3.9. - Piñón tensor con Regulador

El eje del piñón tiene una cabeza en el un extremo y al otro una guía, la cual se coloca un seguro para evitar que se desarme. Además de estos se monto alzas para mantener separado al piñón de las carrileras, así evitar roces con las mismas.

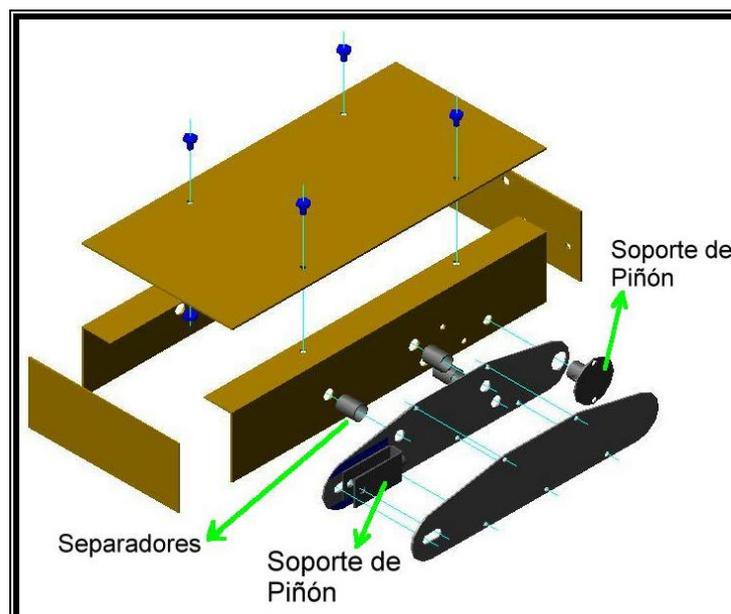


Figura 3.10. - Forma de Montaje en el Bastidor

Así tenemos una forma gráfica del montaje de las partes nombradas en las Figura 3.10

3.1.6. Rodillos de la Oruga

Se empleó rodamientos, los cuales actúan como ruedas que giran con las cadenas y las mantienen guiadas para evitar que se salgan, en la parte superior e inferior (2 y 3 respectivamente), además de ser montados con separadores para evitar rozamiento con las carrileras. Como se puede observar en la Figuras 3.9 y 3.11. Estos se sujetaran con tornillos y tuercas, con ajuste moderado y sirven como guías para los rodillos.

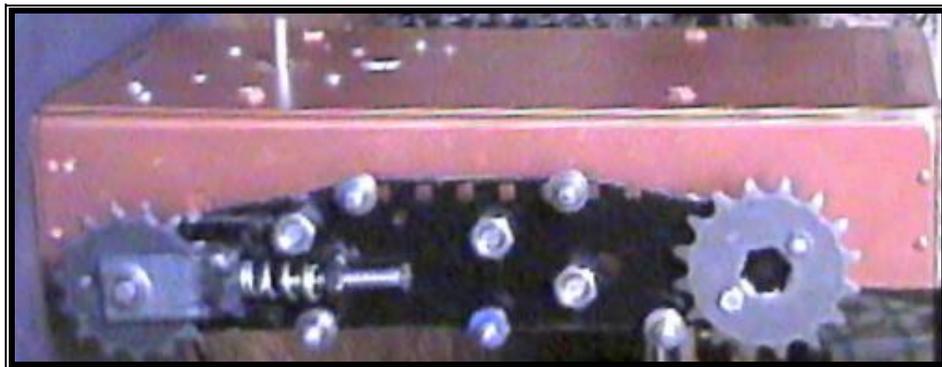


Figura 3.11. - Montaje de los Rodamientos y Piñones

Una vez colocado el sistema tensor y propulsor, montamos la carrilera externa de cada lado para dejar sin visibilidad en interior de las carrileras. Como vemos en la Figura 3.12.

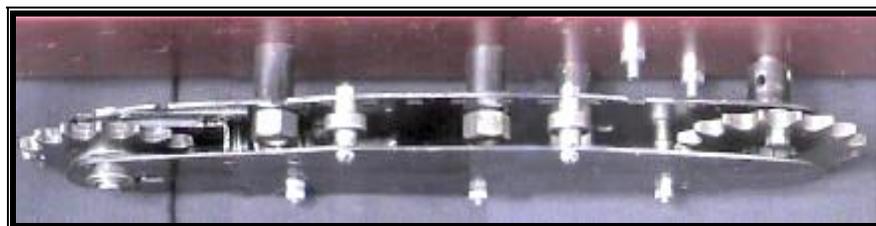


Figura 3.12. - Armado de la Carrilera Izquierda

3.1.7. Construcción de las Zapatas

Según los planos de estas, tenemos que al perfil en T se lo cortó en secciones de 60 mm., luego se recortó uno de los lados, para dar la forma de una pequeña garra. Figura 3.13. De igual manera se hizo con los laterales para quitar la anchura.

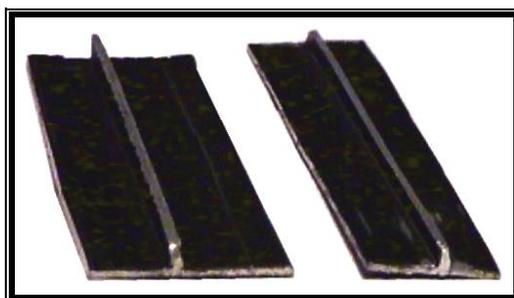


Figura 3.13. - Perfil en T de aluminio recortado.

Luego para eliminar asperezas, se pasó una lima fina, para tener un acabado y forma como la Figura 3.14. Luego se procedió a realizar agujeros de 1/8" a un costado del perfil en T de aluminio recortada, esto para la sujeción con remaches (tipo 1/4 x 1/4).

De igual manera se procedió al recorte de la platina de aluminio en secciones de 48 mm., luego hacemos los agujeros centrales de 1/8" (deben estar ligeramente a un lado para compensar el del perfil en T de aluminio recortado) y los externos de 1/4", para luego hacer el doblez en forma de U como muestra en la Figura 3.14.

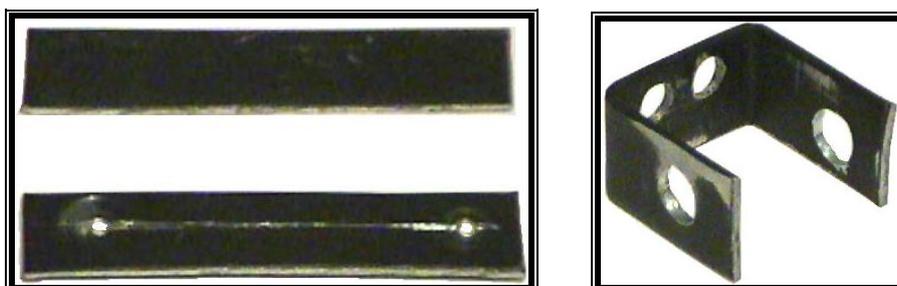


Figura 3.14. - Agujeros y doblez de la Platina de aluminio.

Una vez al tener las dos piezas que conforman la zapata como vemos en la Figura 3.15, colocamos los remaches como vemos en la Figura 3.16 y se pintan.

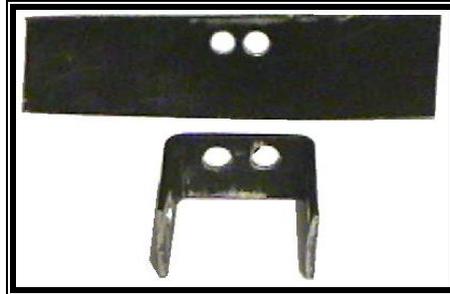


Figura 3.15. - Vista de las dos partes de la Zapata.

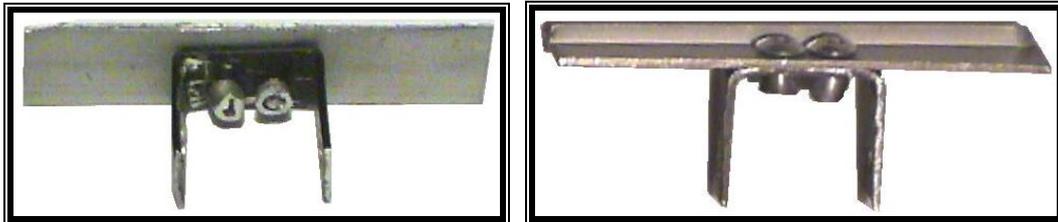


Figura 3.16. - Zapata terminada

3.1.8. Armado de las Cadenas con Zapatas.

Como tenemos las cadenas de motocicleta desarmadas, tomamos para cada pasador de los eslabones un tornillo y tuerca; volvemos a armar incluyendo en tornillos pasador del eslabón una zapata terminada. Colocando una a continuación de otra como se observa en la figura 3.17 y 3.18.



Figura 3.17. - Cadena con Zapatas

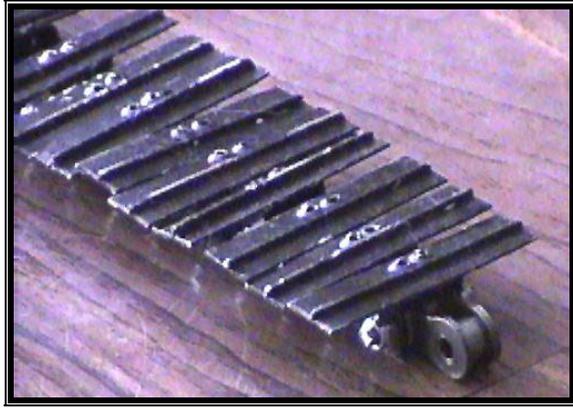


Figura 3.18. - Final de una Cadena con Zapatas

Al tener colocadas todas las Zapatas con cada uno de los eslabones, tenemos que el último se coloca luego de montar la cadena con zapatas en las carrileras; de esta manera se arma el último como si fuese un eslabón maestro. Lo terminado de cada lado se mantiene soportado sobre los rodillos y piñones, con en la Figura 3.19.

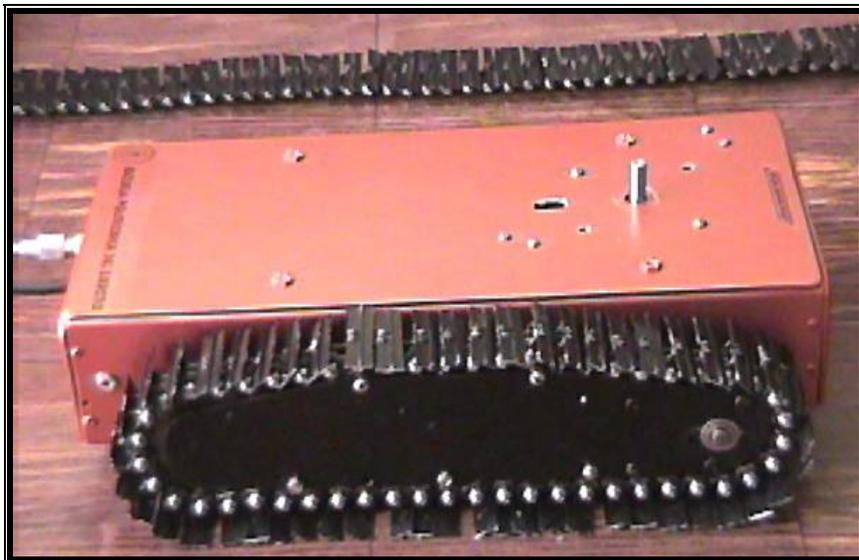


Figura 3.19. - Montaje de la Cadena con Zapata del Lado Derecho

3.2. CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS NEUMÁTICOS

3.2.1. Conexión de los Motores.

La configuración de conexión de los motores, se realizó según indica las conexiones en el Circuito Neumático, a las cuales se conectó una entrada de los motores al aire comprimido, mientras que el otro motor, se lo conectó en forma inversa, esto para mantener un mismo sentido de giro, y no se produzca que el uno gire hacia delante y el otro hacia atrás.

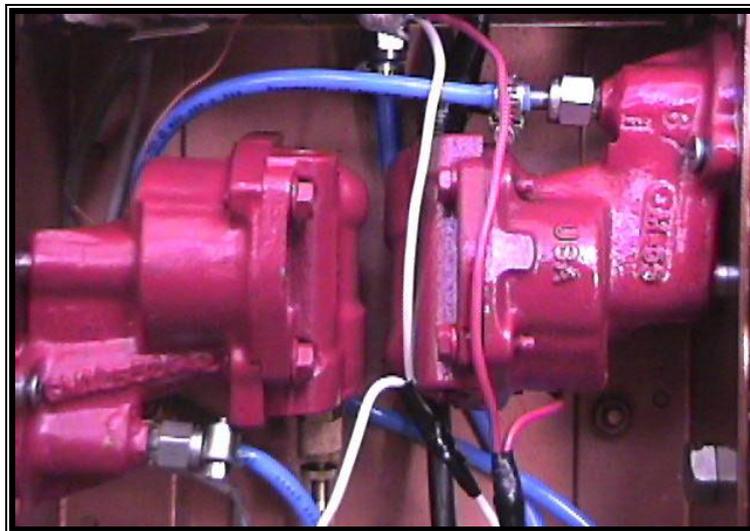


Figura 3.20. - Conexión de los Motores

Las conexiones se las realizó, adaptando conectores de $\frac{1}{4}$ " a las tomas de las Bombas de aceite y soldando con autógena, de esto tenemos la salida a la manguera de poliuretano de 6 mm, la cual se la sujeto con una abrazadera. Mientras que a las salidas de se colocó silenciadores con regulación (Figura 3.21) para tener una salida de aire silencioso y controlando la velocidad de estos.

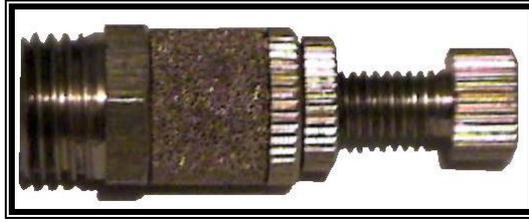


Figura 3.21. - Silenciador de Bronce con Regulador

3.2.2. Conexiones de la Electroválvulas

Para las conexiones de las válvulas, se conectó de la toma del compresor a una T igual de conectores rápidos para suministrar aire a cada una de las válvulas, en las cuales por la conexión en la válvula se encuentre la P, se colocará un acople rápido recto de ¼" a la conexión de manguera de 6 mm, esto para cada válvula. Figura 3.22.

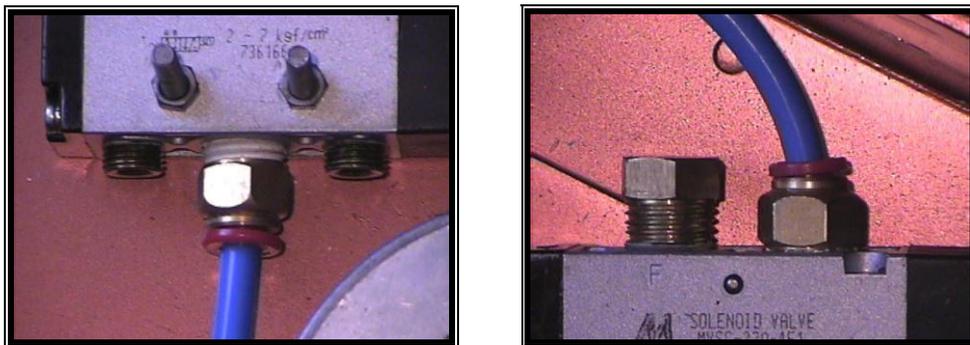


Figura 3.22. - Conexiones con Acoples Rectos Instantáneos de ¼"

La conexión en B de la válvula se lo hará de igual manera en la que la de P, pero la manguera que se conecta a esta es la que va a la toma del motor neumático. El resto de conexiones en las válvulas se monto con tapones, no con la condición de que escape aire comprimido cuando realicemos trabajo, por que no lo hará, ya que solo se escapará cuando este en reposo, sino que se las coloca para mantener libre de suciedad que puede ingresar a la válvula. Se las pondrá en R1 y R2 tapones de 1/8", mientras que en A una de ¼" como vemos en la Figura 3.23.

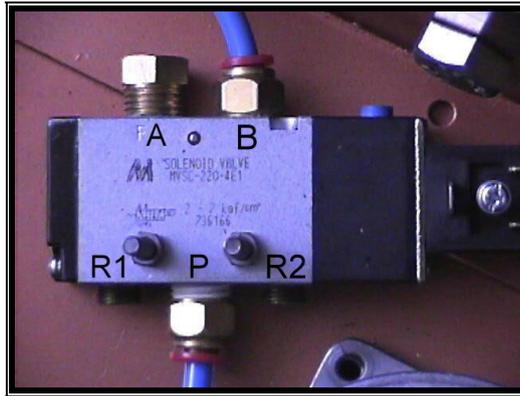


Figura 3.23. - Conexiones de válvula 5/2 monoestable

3.3. CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

3.3.1. Construcción de la Placa Electrónica

Con la conexión que se logro en el programa ISIS de Proteus, para el funcionamiento, se realizó la placa electrónica tomada del programa ARES de Proteus, para tener el rutiado y puntos de conexión de cada elemento; donde con la función de impresión sin elementos, logramos tener solamente el trazado que deseamos. Como vemos en la Figura 3.24. Con la ayuda de este solamente se tiene la ventaja de tener las distancias ideales para colocar los elementos en la placa, además de no preocuparnos en que se crucen.

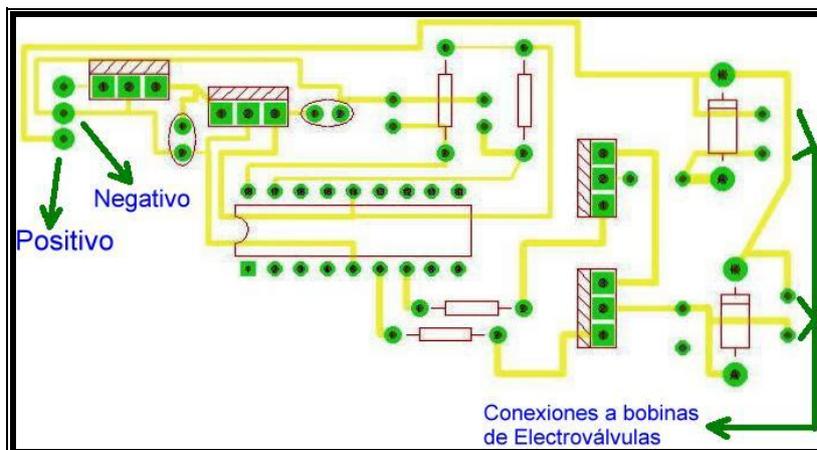


Figura 3.24. - Circuito de Placa electrónica en ARES (rutiado)

Para esto tomamos un pedazo de baquelita, la recortamos a la medida deseada; con el rutiado impreso en acetato o papel térmico, lo hacemos que se adhiera en la baquelita con calor (puede ser con una plancha), luego de esto se retira el acetato como vemos en la Figura 3.25.



Figura 3.25. - Corte e Impresión de la Baquelita

Luego se procedió a sumergir la baquelita en ácido férrico, esto para retirar el cobre innecesario, como en la Figura 3.26. Una vez realizado esto se lava y con una lija delgada se pasa sobre el rutiado para ver el cobre que se quedó en la placa, así localizar donde realizar los agujeros donde van a ir cada uno de los elementos con broca de 1/64”.



Figura 3.26. - Baquelita Sumergida en Acido Férrico

Ahora se coloca cada elemento con la posición adecuada, y según esta el circuito esquemático, se los sujeta con solda de estaño y retira el exceso de las patitas de cada elemento. Como vemos en la Figura 3.27.

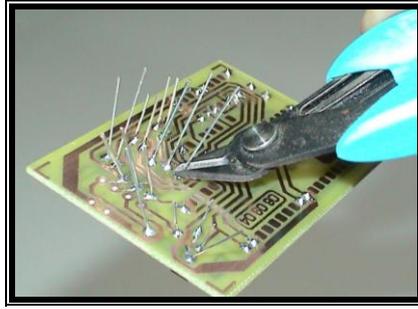


Figura 3.27. - Corte de Exceso de cada Elemento

Una vez terminada toda la conexión de elemento e incluso el cable de alimentación con salidas a las bobinas la tenemos en forma compacta como la Figura 3.28.

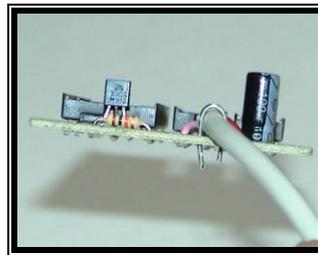


Figura 3.28. - Placa electrónica Terminada

En esta placa esta conectada adicionalmente el sistema de mando, que son interruptores, los cuales comandaran el funcionamiento de cada Electroválvula.

3.3.2. Conexión de las Bobinas de las Electroválvulas

Como es una conexión de 24 voltios, se tiene un positivo y un negativo de corriente continua, se conecta como se indica en la Figura 3.29, en la cual se puede observar donde colocar las conexiones de las salidas de la placa electrónica. Además como se muestra tenemos una conexión adicional que es la conexión a tierra si fuese 110 voltios de corriente alterna, pero para este caso se lo deja desconectado.

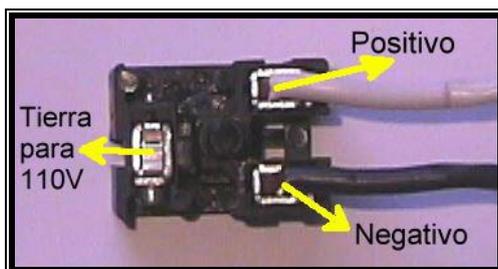


Figura 3.29. - Conexión de la Bobina de cada Electroválvula

3.3.3. Montaje de las Válvulas en el Bastidor

Las electroválvulas tienen un par de orificios, los cuales permiten pasar tornillos para su agarre, de esta manera, colocamos las válvulas en una posición adecuada y hacemos unos pequeños agujeros en la tapa del bastidor, para pasar los pernos; no se colocó en los laterales por la razón de que las mangueras quedaban muy sobresalidas hacia el suelo. Así miramos la Figura 3.30.



Figura 3.30. - Sujeción de la Válvulas con Tornillos

CAPÍTULO IV.

4. PUESTA A PUNTO Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1.1. Pruebas Preliminares de Funcionamiento de Elementos Mecánicos

4.1.1.1. Motor con Aire

En el funcionamiento del motor, se encontró que con el aire suministrado el motor giraba a altas revoluciones, para esto se fue variando con los reguladores a la salida de los motores neumáticos.

Conectado todos los elementos mecánicos de tracción y el motor se encontró con la dificultad de que fugaba aire sin obtener el mínimo giro de la cadena, de esto se optó por colocar aceite SAE 10, para obtener una hermeticidad interna entre los dientes de los piñones de la bomba de aceite. Como resultado se obtuvo buena velocidad de giro individual de cada lado de las orugas.

4.1.1.2. Bocín Acople con el Piñón Motriz

Este al realizar el montaje en el eje del motor y con las carrileras, se presentó que estaba excéntrico y se debió moldear la carrilera para que no tenga rozamiento con el bocín y así gire rígidamente, al mismo tiempo que con suavidad en el giro.

4.1.1.3. Sistema Tensor de la Cadena

En este sistema al colocar el resorte tensor con la base del piñón tensor, se tuvo la precaución de que se guié libremente sin obstrucción en el recorrido de la tensión. Pero en pruebas preliminares esta base, recorría libremente.



Figura 4.1. - Sistema Tensor con Base del Piñón sin Pintura

Con la pintura se aumento su ancho y no solo se detenía en el recorrido del tensor, sino que también se obstruía en las guías, para el buen funcionamiento de este se optó por colocar sin pintura, de esta manera se mantuvo un recorrido libre de obstáculos que puedan ocasionar mayor esfuerzo.

Como se puede ver en la Figura 4.1. Para la regulación del tensor, se lo realizó solamente montando el sistema tensor, el piñón motriz, los rodillos y la placa de la carrilera interna, esto para poder tener acceso al tornillo de regulación. Una vez montado esto se prueba su juego y se lo deja con 3 mm de movimiento, esto para evitar que se quede muy apretado y se atranque. Figura 4.2.



Figura 4.2. - Regulación del Sistema Tensor

4.1.1.4. Cadenas y Zapatas de Orugas

En el montaje se dificultó en el último eslabón, por la razón de que es algo incomodo poner este, ya que no se tiene de donde sostener para poner el tornillo pasador. Al hacer girar las cadenas se reviso

cada uno de los eslabones, incluyendo su unión con las zapatas, ya que la zapata puede quedar muy ajustada que ocasiona resistencia al giro o demasiado flojo que quedaría muy inestable la zapata.

4.1.2. Pruebas de Preliminares en los Elementos Neumáticos

4.1.2.1. Válvulas

En pruebas con aire comprimido y manipulando manualmente las válvulas, no presentaron problemas, esto era indudable, ya que son nuevas y tienen un régimen de presión de hasta 7 bares, así como un gran caudal efectivo de 1000 NI/min (litros normales/minuto), aproximadamente 35 CFM.

4.1.2.2. Reguladores neumáticos

Estos al tener un tornillo regulador que se controla la velocidad manualmente de los motores y con una contratuerca se ajusta para evitar que se afloje.

4.1.3. Pruebas en el Circuito Electrónico

Tenemos en el circuito que trabaja correctamente con 24 voltios que se suministra para las electroválvulas, mientras que para el funcionamiento de la placa electrónica de mando solo se requiera 5 voltios, para con reductores de voltaje se consigue que sea posible.

4.1.4. Pruebas de Funcionamiento

Con los parámetros se obtuvo los siguientes los datos:

El aire comprimido en forma directa y una superficie plana.

Tabla 4.1 – Resultados para Superficie Plana

	presión de 60 psi	presión de 80 psi	presión de 100 psi
Velocidad	Sin movimiento	Sin movimiento	Sin movimiento

Al tener este resultado variamos el ángulo de la planicie y se la colocó en descenso, a un ángulo de 5° aproximadamente, para obtener lo siguiente:

Tabla 4.2 – Resultados para Superficie en Descenso

	presión de 60 psi	presión de 80 psi	presión de 100 psi
Velocidad	Sin movimiento	Tensa la cadena pero no gira	Empieza con giro lento

Según este parámetro se obtuvo además del giro de las cadenas, el giro del tractor en total y lo hizo con un radio de giro de 300 cm.

Como resultado de este giro se optó por el funcionamiento de la oruga en el aire, esto quiere decir embancado, para evitar que el peso intervenga en el funcionamiento. Entonces se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 4.3 – Resultados para Funcionamiento Embancado

	presión de 60 psi	presión de 80 psi	presión de 100 psi
Velocidad	Giro lento	Giro moderado	Giro Rápido



Figura 4.3. - Funcionamiento de las Orugas Embancado

Además que con este procedimiento se pudo regular de mejor manera la velocidad y salida de aire de los motores para evitar diferentes velocidades. También con el giro moderado y rápido de las cadenas se salieron las tuercas colocadas en los tornillos pasadores de los eslabones, lo que llevó a colocar tuercas de presión para evitar que con el giro se salgan.

4.1.5. Análisis de Funcionamiento

Para la Tabla 4.1, se puede decir que la bomba de aceite utilizada en el funcionamiento tiene muy bajo Torque inicial, el cual se supera se mantuviera con un giro pequeño de la oruga de cualquier lado. Además de que las bombas de aceite adicionan demasiado peso al conjunto armado.

Mientras que para la Tabla 4.2, nos muestra que para presiones de trabajo en el límite (100 psi), tiene movimiento, pero no se controla el giro del motor, además de ser muy prolongado, para esto se requeriría un motor neumático con frenado al momento de no ser utilizado el giro de los motores, como se reviso la teoría del capítulo 1, como ejemplo esta la Figura 1.41, que se incluye freno neumático. Con esto se controlaría el giro y de igual manera se debe emplear un motor neumático con alto torque inicial.

En cambio para la Tabla 4.3, se tiene como gran desempeño el giro de las cadenas, pero de este modo solo se deja a que

intervengan fuerzas de rozamiento y resistencia mecánicas; quedaría de lado o sin incluirse el peso, además que se tiene un resultado de gran desempeño por funcionamiento individual, ya que al funcionar al mismo tiempo ambos lados de la oruga se reduce mínimamente la velocidad.

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

→ Como vemos en los diferentes mecanismos, se construyó y se logró con varias piezas para formar una a una las orugas, con la capacidad de simular varias funciones de los mecanismos que se encuentran en tractores.

→ Conectamos en forma individual cada uno de los motores para dar movilidad a las orugas, los cuales son controlados por electroválvulas, de esta manera conducirían el paso de aire hacia los diferentes conductos.

→ En forma semejante a la neumática, que se conectó los diferentes elementos, en la parte electrónica se realizó lo propio, controlando de este modo las bobinas de las electroválvulas, así permitiendo el funcionamiento de estas.

→ Se pudo conocer la forma de programación de circuitos integrados Microcontroladores PIC (16F628A el utilizado) con el Microcode Studio y ruteado para placas de circuitos electrónicos para su construcción con el programa Ares de Proteus.

→ Se verificó que no se necesita elementos prefabricados para realizar un trabajo en el cual se construye de forma sencilla y económica elementos para su funcionamiento como en el caso de las orugas, pero por otro lado, como en la toma de fuerza para el giro se necesita de motores neumáticos, los cuales por especificaciones técnicas se solicitan y se sabe que cumplen los regímenes de trabajo impuestos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para el funcionamiento normal de cada una de la orugas se debe tener en cuenta que la presión de trabajo no este por debajo de los 70 psi.

- Para tener un funcionamiento correcto de las cadenas de las orugas y zapatas, se debe controlar que no se encuentren con ajuste excesivo, o por el contrario demasiado flojo, que ocasionaría el desarmado involuntario de las cadenas.

- Revisar que la cadena con zapatas, no se salga de las guías que forman los rodillos, ya que esto ocasionaría que se trabe la cadena o peor aun se salga de los piñones.

- Tener en cuenta que no se debe tener la cadena excesivamente ajustada, ya que se podría trabar, así como demasiado flojo, que ocasionaría que se desarme la cadena o se salga de los rodamientos.

- Revisar que se encuentre ajustado las carrileras al bastidor, para evitar que se desiguale con referencia al suelo y no se asiente sobre los rodillos, sino que se levante el extremo de la rueda tensora; esta es la que se movería, ya que el otro esta sujeta al eje del motor.

- Mantener con lubricación las cadenas, la base del piñón tensor, los rodillos, así como el motor para evitar fricción y mantener sin fugas de aire.

- Revisar que los seguros de la rueda tensora no se hayan salido, ya que se desarmaría y seria muy extenso su colocación.

→ Para mantener un buen suministro de aire a los motores, se debe revisar que ninguna de las mangueras se encuentre doblada o rota, en caso de haberla sustituirla.

→ Revisar de igual manera que las válvulas no se encuentren sueltas o sin conexiones, ya que esto ocasionaría que entreguen inadecuadamente el aire hacia los motores.

→ Tener en cuenta que una de las partes mas sensibles de los diferentes sistemas es la placa electrónica, entonces revisar que no se encuentre sucia y con peligro de daño, así como en sus conexiones y cableado.

→ En el caso de cambiar la bomba de aceite por un motor neumático, se debe tomar en cuenta que tenga freno al permanecer en reposo, que tenga alto torque de arranque inicial, baja velocidad, bajo peso; así no se necesite de gran importancia al costo.

→ Para tener un funcionamiento con mayor cantidad de opciones se recomienda colocar electroválvulas 5/3, biestable con retención en la parte media; esto ayudaría a que no solo tenga giro hacia delante, sino que además hacia atrás y bloqueo para la parte central de la válvula.

→ Tener mucho cuidado con la manipulación de las orugas, ya que se puede doblar las zapatas, por motivo de que son de aluminio.

BIBLIOGRAFÍA

Antonio Guillermo Salvador, "Aplicación Industrial de Neumática", Marcombo, Barcelona España, 1998

Del Razo, Hernández Adolfo, "Sistemas Neumáticos e Hidráulicos: Apuntes de Teoría" Editorial: U.P.I.I.C.S.A, México D.F., 2001.

Salvador Milla, "Calculo y Diseño de Circuitos de Aplicación Neumática", Alfaomega, Marcombo, junio 1998, Barcelona España.

Johan B. Liljedahl, "Tractores: Diseño y Funcionamiento", Limusa, México, 1984, Pag. 493 – 524

Herbert L. Nichols Jr., "Reparación de Maquinaria Pesada", editorial CECSA, noviembre 1983

Deppert W. / K. Stoll. "Aplicaciones de Neumática", Marcombo. España, Barcelona. Pag. 22-100

Deppert W. / K. Stoll. "Dispositivo Neumáticos", Marcombo Boixareu, Barcelona, España

Gordon J. Van Wylen – Richard E. Sonntag. "Fundamentos de Termodinámica" Editorial: Limusa, México, D. F. P: 39-41, 125-126, 200-201, 342-343, 345-346.

Guillén Salvador, Antonio. "Introducción a la Neumática" Editorial: Marcombo, Boixerau editores, Barcelona-México 1988, p: 31 – 40

Brey Barry B., "Funcionamiento de Microprocesadores", Prentice Hall, México, Tercera edición, 1995

William Arthur B., "Manual de Circuitos Integrados: selección, diseño y aplicación", Mc Graw hill, México, 1992.

Angulo Usategui José María, "Microprocesadores: Curso sobre aplicaciones", Paraninfo, Madrid, cuarta edición, 1985

Carlos Reyes, "Aprenda rápidamente a Programar Microcontroladores PIC", Ayerve, Ecuador, 2005, Pág. 17-44, 169-191.

<http://www.festo.com/argentina/104.htm>

http://www.google.com/search?q=cache:CKT2mePU5K4J:facultad.usfq.edu.ec/laurents/IEE561/PDF/IEE561_Neum%25E1ticaActuadores.ppt+%22motor es+neumaticos%22&hl=es

Anexo A:
COMPARACIÓN DE
DISTINTOS FACTORES CON
DIFERENTES ENERGÍAS

	Neumática	Hidráulica
<i>Producción de energía</i>	Por medio de compresores estacionarios o móviles, accionados con motores eléctricos o motores de combustión interna. Sistema de compresores a elegir según la presión y el caudal necesario. En todas partes existe aire en cantidades ilimitadas para su compresión.	En grupos moto-bomba estacionarios o móviles, accionados con motores eléctricos, en casos excepcionales con motor de combustión interna, pequeñas instalaciones también con accionamiento manual. Las instalaciones móviles son excepcionales. Grupo moto-bomba a elección según presión y caudal necesario.
<i>Almacenaje de energía</i>	El almacenaje en grandes cantidades es posible sin demasiados esfuerzos. El aire comprimido almacenado es transportable (botella de gas)	El almacenaje es limitado, con aire como medio auxiliar, sólo es económico en pequeñas cantidades.
<i>Transporte de energía</i>	Fácilmente transportable en líneas hasta aproximadamente 1000 m (pérdida de presión).	Transportable en líneas hasta, aproximadamente 100 m (perdida de presión).
<i>Fugas</i>	Aparte de pérdida de carga no existen otros inconvenientes: el aire comprimido se expulsa a la atmósfera.	Pérdida de energía y polución del ambiente debido al aceite (peligro de accidentes).
<i>Coste de la energía</i>	Bastante alto comparando con hidráulica y electricidad, 1 m ³ de aire comprimido a 6 bar. cuesta entre 0,45 ptas. a 0.90 ptas, según la instalación y el rendimiento.	
<i>Influencias ambientales</i>	El aire comprimido es insensible a los cambios de temperatura: No hay peligro de incendio o de explosión, aún sin medidas especiales de protección. Con gran cantidad de humedad en el aire, elevadas velocidades de flujo y bajas temperaturas ambientales existe el peligro de congelación	Sensible a cambios de temperatura, cuando hay fugas existe peligro de incendio.

<i>Movimiento lineal</i>	Fácil de obtener con cilindros hasta aproximadamente 2000 m de carrera, gran aceleración y reducción de velocidad aproximadamente 10 mm/s - 1500 mm/s.	Fácil de obtener con cilindros, muy buena regulación con velocidades reducidas.
<i>Giratorio</i>	Con cilindros, cremalleras y piñones, es fácil obtener hasta 360° con cilindros giratorios.	Fácil de obtener hasta 360° o más, mediante cilindros, cremalleras y piñones.
<i>Rotativo</i>	Motores neumáticos en diferentes tipos de construcción, elevado número de r.p.m., hasta más de 500.000 r.p.m., sencilla inversión del sentido del giro	Motores hidráulicos en diferentes tipos de construcción, el número de giros es inferior al de motores neumáticos, mejor regulabilidad a velocidades reducidas.
<i>Fuerza lineal</i>	Reducida potencia debido a la baja presión, sobrecargable hasta el paro, en cuya posición no se consume energía; esfuerzos económicos según presión de aire y tamaño de cilindro de 1kp - 3000 kp (9.81 N - 29430 N).	Gran desarrollo de potencia debido a la alta presión, sobrecargable hasta el límite de seguridad (válvula de seguridad); para fuerzas estáticas (parado) consumo continuo de energía.
<i>Fuerza Rotativa</i>	Momento de giro total, incluso en la posición de paro sin consumo de aire, sobrecargable hasta el paro sin consecuencias negativas, reducida potencia, mayor consumo de energía con marcha en vacío	Momento de giro focal, incluso en la posición de paro, mayor consumo de energía, sobrecargable hasta el límite de seguridad (válvula de seguridad) gran desarrollo de potencia.
<i>Regulabilidad</i>	Fuerza: según presión (válvula reductora de presión) en la zona 1:10 pendiente de carga. Velocidad: por válvula estranguladora o válvula de escape rápido, velocidad constante difícil.	Fuerza: según presión con amplio margen poco dependiente de la carga. Velocidad: muy buena y constante en trabajos lentos
<i>Manejo</i>	Con pocos conocimientos se obtienen buenos resultados. El montaje y puesta en servicio de sistemas de mando es simple, buen instrumento de enseñanza.	Más difícil que con neumática, seguridad con altas presiones. líneas de fuga y de retorno, problemas de densidad.

Anexo B:
NOMENCLATURA DE
NEUMÁTICA

Transmisión de la energía

	Conexión de alimentación
	Línea de trabajo
	Línea de mando
	Línea de escape
	Campo limitado por línea de trazos y puntos: representación de una unidad o partes reunidas en un bloque
	Línea eléctrica
	Línea flexible
	Empalmes de líneas
	Cruce de líneas sin empalme entre ellas
Puntos de escape	
	Sin racor de conexión
	Con racor de conexión
Tomas de presión	
	Conexión ciega (tapón)
	Con línea de conexión
Acoplamiento rápidos	
	Acoplamiento sin válvulas de retención
	Acoplamiento con válvula de retención
	Línea abierta
	Línea cerrada por válvula de retención

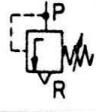
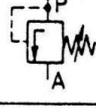
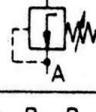
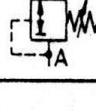
Acoplamientos rotativos	
	Con una vía
	Con tres vías
	Silenciador
	Acumulador (se representa horizontal generalmente)
Aparatos de mantenimiento	
	Filtro
	Purgador manual
	Purgador automático
	Filtro con purgador
	Secador
	Engrasador
	Unidad de mantenimiento, formada por filtro, válvula reguladora de presión y engrasador. Campo limitado por línea de trazos y puntos: representación de una unidad o partes reunidas en un bloque
	Representación simplificada de una unidad de mantenimiento
	Refrigerador sin las tuberías para el líquido refrigerador
	Refrigerador con las tuberías del líquido refrigerador

Mando de regulación de la energía

Válvulas distribuidoras	
	Válvula de vías, en posición de reposo cerrado P → A
	Válvula de vías, en posición de reposo abierto P → A
	Válvula de vías, en posición de reposo cerrado P → R
	Válvula de vías, en posición de reposo abierto P → R
	Válvula de vías, en posición central todas las líneas cerradas
	Válvula de vías
	Válvula de vías, en posición central todas las líneas cerradas
	Válvula de vías, en posición central las líneas de trabajo B, A purgadas, P cerrada
Válvulas de bloqueo	
	Válvula antirretorno
	Válvula selectora
	Válvula antirretorno con estrangulación regulable (válvula reguladora de velocidad)
	Válvula de escape rápido
	Válvula de simultaneidad

Símbolos especiales (no normalizados)

	Obturador de fuga
	Detector de proximidad

Válvulas de presión	
	Limitadora de presión
	Válvula de secuencia
	Regulador de presión sin escape
	Regulador de presión con escape

Válvulas de caudal	
	Válvula de estrangulación
	Válvula de diafragma
	Válvula de estrangulación regulable
	Válvula de estrangulación ajustable mecánicamente con rodillo y muelle recuperador

Válvula de cierre	
	Representación simplificada

Denominación de las conexiones

Líneas de utilización	A, B, C
Alimentación, toma de aire comprimido . .	P
Escape, purga	R, S, T
Fuga	L
Líneas de mando	Z, Y, X

	Detector de paso (emisor)
	Detector de paso (receptor)

Transformación de la energía

	Compresor
	Bomba de vacío

Motores neumáticos

	Con un sentido de giro
	Con dos sentidos de giro
	Con giro limitado

Cilindros

	De simple efecto, retorno por fuerza exterior
	De simple efecto retroceso por muelle
	De doble efecto y un sólo vástago
	Doble efecto y doble vástago
	Con amortiguación regulable en los finales de recorrido
	Con accionamiento continuo (autónomo)
	Unidad de avance con accionamiento continuo y freno de aceite

	Multiplicador de presión
	Convertidor oleoneumático

Clases de accionamiento

Componentes mecánicos

	Eje: a) con un sentido de giro b) con dos sentidos de giro
	Enclavamiento: introducido para mantener una determinada posición de maniobra de un elemento
	Retén: introducido cuando un elemento es bloqueado en una posición y sentido determinados. Símbolo del medio de accionamiento
	Mecanismo de impulso breve
	Uniones articuladas

Medios de accionamiento

Accionamiento manual		Accionamiento mecánico	
	General		Leva (accionamiento directo)
	Por pulsador		Por rodillo
	Por palanca		Por rodillo abatible
	Por pedal		Por muelle
Accionamiento eléctrico		Accionamiento neumático	
	Por electroimán		Por presión
	Por electroimán y servomando neumático		Por depresión
			Por presión diferencial

Anexo C:
CARACTERÍSTICAS DE
TRACTOR C15 ACERT
CATERPILLAR



Motor

Modelo de motor	Cat C15 ACERT	
Potencia bruta	259 kW	347 hp
Potencia en el volante	231 kW	310 hp
Potencia neta – Caterpillar	231 kW	310 hp
Potencia neta – ISO 9249	231 kW	310 hp
Potencia neta – SAE J1349	229 kW	307 hp
Potencia neta – EEC 80/1269	231 kW	310 hp
Potencia neta – DIN 70020	322 PS	
Calibre	137 mm	5,4 pulg
Carrera	172 mm	6,75 pulg
Cilindrada	15,2 L	928 pulg ³

- Clasificaciones del motor a 1.850 rpm.
- La potencia neta anunciada es la potencia disponible en el volante cuando el motor está equipado con ventilador, filtro de aire, silenciador y alternador.
- No se reduce la potencia hasta 3.658 m (12.000 pies) de altitud, por encima de 3.658 m (12.000 pies) se produce una disminución automática de la misma.

Capacidades de llenado

Tanque de combustible	643 L	170 gal
Sistema de enfriamiento	77 L	20,3 gal
Cárter del motor*	38 L	10 gal
Tren de fuerza	155 L	41 gal
Mandos finales (cada uno)	12,5 L	3,3 gal
Bastidores de rodillos (cada uno)	65 L	17,2 gal
Compartimiento del eje de pivote	40 L	10,6 gal
Tanque hidráulico	75 L	19,8 gal
Maza del ventilador variable	3,1 L	0,82 gal

* Con filtros de aceite.

Pesos

Peso en orden de trabajo	38.488 kg	84.850 lb
Peso de envío	29.553 kg	65.152 lb

- Peso en orden de trabajo: Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja, refrigerante, lubricantes, combustible 100%, ROPS, cabina FOPS, hoja SU, Desgarrador de un vástago, zapatas MS de 560 mm (22 pulg) y operador.
- Peso de envío: Incluye, refrigerante, lubricantes, combustible 20%, ROPS, cabina FOPS y zapatas MS de 560 mm (22 pulg).

Tren de rodaje

Tipo de zapata	Servicio moderado	
Ancho de la zapata	560 mm	22 pulg
Zapatillas/lado	44	
Altura de las garras	78 mm	3 pulg
Paso	216 mm	8,5 pulg
Espacio libre sobre el suelo	618 mm	24,3 pulg
Entrevía	2.082 mm	82 pulg
Longitud de la cadena en el suelo	3.207 mm	10,5 pie
Superficie de contacto con el suelo	3,58 m ²	5.554 pulg ²
Rodillos inferiores por lado	8	
Número de rodillos superiores	1 por lado (opcional)	

- Cadena con pasadores de retención firme

Controles hidráulicos

Tipo de bomba	De pistones, de caudal variable	
Caudal de la bomba (dirección)	276 L/min	73 gal/min
Caudal de la bomba (accesorio)	226 L/min	60 gal/min
Caudal del extremo de la varilla del cilindro de inclinación	130 L/min	34 gal/min
Caudal del extremo de la cabeza del cilindro de inclinación	170 L/min	45 gal/min
Ajuste de la válvula de alivio de la hoja topadora	24.100 kPa	3.500 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del cilindro de inclinación	24.100 kPa	3.500 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (levantamiento)	24.100 kPa	3.500 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (inclinación vertical)	24.100 kPa	3.500 lb/pulg ²
Dirección	39.200 kPa	5.700 lb/pulg ²

- El caudal de la bomba de dirección se mide a 2.300 rpm y 30.000 kPa (4.351 lb/pulg²).
- El caudal de la bomba del implemento se mide a 1.850 rpm y 6.895 kPa (1.000 lb/pulg²).
- La válvula piloto electrohidráulica ayuda en la operación de los controles del desgarrador y de la hoja topadora. Los sistemas hidráulicos estándar incluyen cuatro válvulas.
- El sistema completo consta de una bomba, tanque con filtro, enfriador de aceite, válvulas, tubería y palancas de control.

Transmisión

Avance 1	3,4 kph	2,1 mph
Avance 2	6,1 kph	3,8 mph
Avance 3	10,6 kph	6,6 mph
Retroceso 1	4,5 kph	2,8 mph
Retroceso 2	8 kph	5 mph
Retroceso 3	14,2 kph	8,8 mph
1a de avance – Fuerza en la barra de tiro (1000)	618,5 N	139 lbf
2a de avance – Fuerza en la barra de tiro (1000)	338,2 N	76 lbf
3a de avance – Fuerza en la barra de tiro (1000)	186,9 N	42 lbf

Hojas

Tipo	8SU	
Capacidad (SAE J1265)	8,7 m ³	11,4 yd ³
Ancho (sobre cantoneras)	3.940 mm	12,9 pie
Altura	1.690 mm	5,5 pie
Profundidad de excavación	575 mm	22,6 pulg
Espacio libre sobre el suelo	1.225 mm	48,2 pulg
Inclinación máxima	883 mm	34,8 pulg
Peso* (sin controles hidráulicos)	4.789 kg	10.557 lb
Peso total en orden de trabajo** (con hoja y desgarrador de un solo vástago)	38.488 kg	84.850 lb

Tipo	8U	
Capacidad (SAE J1265)	11,7 m ³	15,3 yd ³
Ancho (sobre cantoneras)	4.267 mm	14 pie
Altura	1.740 mm	5,71 pie
Profundidad de excavación	575 mm	22,6 pulg
Espacio libre sobre el suelo	1.225 mm	48,2 pulg
Inclinación máxima	954 mm	37,5 pulg
Peso* (sin controles hidráulicos)	5.352 kg	11.800 lb
Peso total en orden de trabajo** (con hoja y desgarrador de un solo vástago)	39.051 kg	86.093 lb

Tipo	8A	
Capacidad (SAE J1265)	4,7 m ³	6,1 yd ³
Ancho (sobre cantoneras)	4.990 mm	16,3 pie
Altura	1.174 mm	3,85 pie
Profundidad de excavación	628 mm	24,7 pulg
Espacio libre sobre el suelo	1.308 mm	51,5 pulg
Inclinación máxima	729 mm	28,7 pulg
Peso* (sin controles hidráulicos)	5.459 kg	12.035 lb
Peso total en orden de trabajo** (con hoja y desgarrador de un solo vástago)	39.158 kg	86.328 lb

* Incluye el cilindro de inclinación de la hoja.

** Peso en orden de trabajo: Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja, refrigerante, lubricantes, combustible 100%, ROPS, cabina FOPS, hoja, desgarrador de un vástago, zapatas MS de 560 mm (22 pulg) y operador.

Desgarradores

Tipo	De un vástago, paralelogramo ajustable	
Número de cavidades	1	
Espacio libre máximo, levantada (debajo de la punta, con pasador en el orificio inferior)	636 mm	25 pulg
Penetración máxima (punta estándar)	1.130 mm	44,4 pulg
Fuerza máxima de penetración (vástago vertical)	127,3 kN	28.620 lb
Fuerza de desprendimiento	222,7 kN	50.070 lb
Peso (sin controles hidráulicos)	4.085 kg	9.005 lb
Peso total en orden de trabajo* (con hoja SU y desgarrador)	38.488 kg	84.850 lb

Tipo	De vástagos múltiples, paralelogramo ajustable	
Número de cavidades	3	
Ancho total de la viga	2.464 mm	97 pulg
Espacio libre máximo, levantada (debajo de la punta, con pasador en el orificio inferior)	593 mm	23,35 pulg
Penetración máxima (punta estándar)	780 mm	30,7 pulg
Fuerza máxima de penetración (vástago vertical)	124,2 kN	27.920 lb
Fuerza de desprendimiento (Desgarrador de vástagos múltiples con un diente)	227,9 kN	51.230 lb
Peso (un vástago, sin controles hidráulicos)	4.877 kg	10.752 lb
Vástago adicional	332 kg	732 lb
Peso total en orden de trabajo* (con hoja SU y desgarrador)	39.280 kg	86.597 lb

* Peso total en orden de trabajo: Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja, refrigerante, lubricantes, combustible 100%, ROPS, cabina FOPS, hoja, desgarrador, zapatas MS de 560 mm (22 pulg) y operador.

Cabrestantes

Modelo de cabrestante	PA140VS	
Peso*	1.790 kg	3.947 lb
Capacidad de aceite	15 L	4 gal
Mayor longitud del tractor	563 mm	22,2 pulg
Longitud del cabrestante	1.430 mm	56,3 pulg
Ancho de la caja del cabrestante	1.160 mm	45,6 pulg
Ancho del tambor	320 mm	12,6 pulg
Diámetro de la pestaña	457 mm	18 pulg
Tamaño recomendado del cable	29 mm	1,13 pulg
Tamaño opcional del cable	32 mm	1,25 pulg
Capacidad del tambor – cable recomendado	84 m	276 pie
Capacidad del tambor – cable optativo	59 m	193 pie
Tamaño de los casquillos de los cables – Diámetro externo	60 mm	2,36 pulg
Tamaño de los casquillos de los cables – Longitud	70 mm	2,76 pulg

* Sistema de frenado doble de velocidad variable, de mando hidráulico, guíacable de tres rodillos.

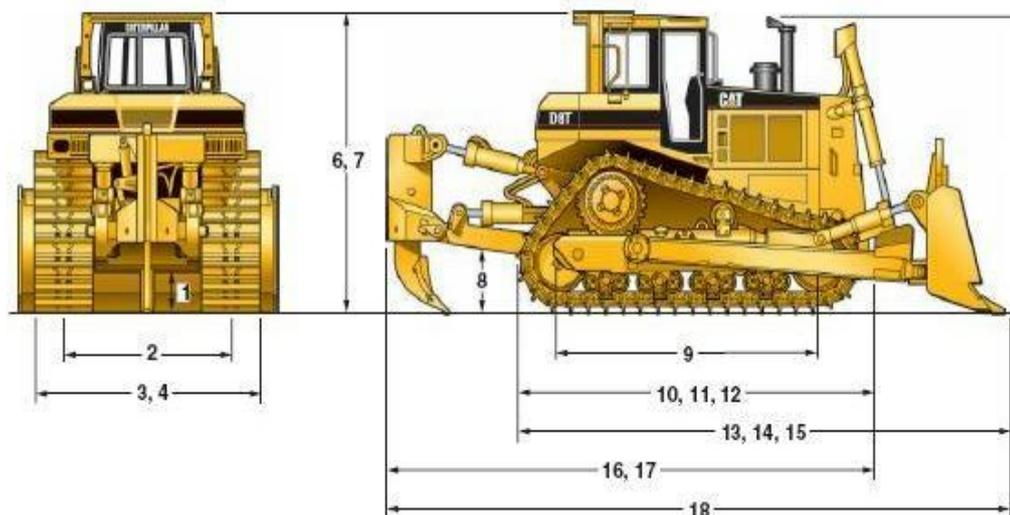
* Peso: Incluye bomba y controles del operador.

Normas

- La ROPS (estructura protectora contra vuelcos) ofrecida por Caterpillar para la máquina cumple con los criterios SAE J1040 MAY94 e ISO 3471:1994.
- La estructura FOPS (protectora contra la caída de objetos) cumple con los criterios SAE J/ISO 3449 APR98 Nivel II e ISO 3449:1992 Nivel II.

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



1	Espacio libre sobre el suelo	618 mm	24,3 pulg	11	Longitud del tractor básico con barra de tiro	4.998 mm	16,4 pies
2	Entreeva	2,08 m	82 pulg	12	Longitud del tractor básico con cabrestante	5.275 mm	17,3 pies
3	Ancho sin muñones (Zapata estándar)	2.642 mm	8,7 pies	13	Longitud con hoja SU (semiuniversal)	6.091 mm	20 pies
4	Ancho sobre muñones	3.057 mm	10 pies	14	Longitud con hoja U (universal)	6.434 mm	21,1 pies
5	Altura (Parte superior del tubo de escape vertical)	3.448 mm	11,3 pies	15	Longitud con hoja A (orientable)	6.278 mm	20,6 pies
6	Altura (cabina FOPS)	3.456 mm	11,34 pies	16	Longitud con desgarrador SS (de un vástago)	6.422 mm	21 pies
7	Altura (ROPS/Techo)	3.461 mm	11,35 pies	17	Longitud con desgarrador de vástagos múltiples	6.344 mm	20,8 pies
8	Altura de la barra de tiro (Centro de la horquilla)	708 mm	27,87 pulg	18	Longitud total (Hoja SU/Desgarrador SS)	7.872 mm	25,8 pies
9	Longitud de cadena sobre el suelo	3.207 mm	126,26 pulg				
10	Longitud total del tractor básico	4.641 mm	15,2 pies				

Equipo optativo

El equipo optativo puede variar. Consulte a su distribuidor Caterpillar para obtener detalles.

SISTEMA ELÉCTRICO

- Alternador de 150 A
- Convertidor de 24 V a 12 V
- Luz del desgarrador
- Luces, suplementarias:
 - 6 de halógeno
 - 6 HID
 - 8 HID de montaje alto para aplicaciones de rellenos sanitarios
 - 10 de halógeno
 - 10 de halógeno, de montaje alto para aplicaciones de rellenos sanitarios
 - 10 de halógeno, protectores contra ramas
- De advertencia, destellante
- Interruptor general (de desconexión de batería), de montaje remoto

PROTECTORES

- Ventilador
- Mando final y sellos
- Tanque de combustible
- Sellos de rueda guía
- Sello del eje pivote
- Radiador de servicio pesado, abisagrado
- Parte trasera del tractor
- Parrilla trasera
- Protectores contra ramas
- Rodillo inferior
- Transmisión
- Tren de rodaje

TREN DE RODAJE

- Sin suspensión
- Cadenas, dos, Selladas y Lubricadas (configuración estándar):
 - 560 mm (22 pulg) de servicio extremo
 - 560 mm (22 pulg) de servicio extremo, con retención firme de los pasadores
 - 610 mm (24 pulg) de servicio extremo
 - 660 mm (26 pulg) de servicio moderado
 - 710 mm (28 pulg) de servicio moderado
- Cadenas, dos, Selladas y Lubricadas (configuración LGP):
 - 810 mm (32 pulg) de servicio moderado
 - 965 mm (38 pulg) de servicio extremo
- Opciones de rodillos:
 - Rodillos superiores (uno por lado)
 - Sellos simétricos para rueda guía/rodillo

TREN DE FUERZA

- Ventilador reversible
- Sistema de combustible de llenado rápido
- Antefiltro, turbina
- Prelubricación automática del motor
- Sistema de cambio de aceite rápido
- Radiador para altas temperaturas ambientales

AMBIENTE DEL OPERADOR

- Acondicionador de aire
- Acondicionador de aire, montado en el parachoques
- Acondicionador de aire, montado en la ROPS
- Techo
- Cabina mejorada
- Vidrio ultra-resistente, de hasta 276 kPa (40 lb/pulg²)
- Configuración del puesto del operador (proporciona comodidad adicional a los operadores de menor estatura)
- Asiento, con suspensión neumática
- Asiento con forro de plástico

CONFIGURACIONES ESPECIALES

- Configuración de remolque hidráulico del implemento,
- Configuración de baja presión sobre el suelo (LGP),
- Configuración para rellenos sanitarios y Configuración para virutas de madera, además de otros accesorios optativos disponibles de la fábrica. Comuníquese con su Distribuidor para obtener información sobre disponibilidad.

ACCESORIOS PARA LA HOJA TOPADORA

- Lista para instalar el accesorio GPS (proporciona montaje de la hoja y sistema hidráulico y eléctrico para el sistema)
- Sistema de acarreo automático (AutoCarry)
- Cilindros de inclinación doble
- Hoja 8SU, con protector contra rocas y plancha de desgaste
- Hoja 8SU, con plancha de empuje
- Hoja 8U, con protector contra rocas
- Tapa de muñones, (reemplaza los muñones)

DESGARRADORES

- Un vástago* – Profundidad estándar
- Un vástago* – Desgarramiento profundo
- Vástagos múltiples* (incluye un diente)
- Accesorios del desgarrador:
 - Diente adicional (para desgarrador de vástagos múltiples)
 - Extractor hidráulico de pasadores

OTROS ACCESORIOS

- Contrapesos*:
 - Montaje delantero
 - Montaje trasero
- Barra de tiro rígida
- Manual de piezas, papel
- Auxiliares de arranque:
 - Baterías de servicio pesado
 - Calentador de refrigerante del motor de 120 ó 240 voltios
- Barra deflectora, delantera y trasera
- Cabrestante*

* Se recomienda un accesorio trasero o un contrapeso para mejorar el rendimiento y el equilibrio.

Tractor de Cadenas D8T especificaciones

Anexo D:
MANUAL DE MOTORES
NEUMÁTICOS DEPRAG



Technical Data

Flange motor		Motor size 1	Motor size 3	Motor size 5
without Gearing	Type	63-001F01	63-001F03	63-001F05
reversible	order no.	445711 A	445713 A	445715 A
Nominal-Power	W / HP	200 / 0,27	400 / 0,54	600 / 0,8
Nominal-Speed	rpm	5000	5000	5000
Speed (idling)	rpm	10000	10000	10000
Nominal Torque	Nm / in.lbs	0,38 / 3,4	0,76 / 6,7	1,1 / 9,7
Start-Torque min.	Nm / in.lbs	0,57 / 5	1,1 / 9,7	1,7 / 15
Air Consumption	m ³ /min / cfm	0,3 / 10	0,6 / 21	0,9 / 32
Weight	kg / lbs	1 / 2,2	1,4 / 3,1	1,6 / 3,5
Hose I.D.	mm / in.	10 / 3/8	12 / 1/2	13 / 1/2

Motor size 1		Flange motor							
with Planetary Gearing	Type	63-004F01	63-007F01	63-018F01	63-029F01	63-046F01	63-078F01	63-124F01	63-308F01
reversible	order no.	445711 B	445711 C	445711 D	445711 E	445711 F	445711 G	445711 H	445711 I
Nominal-Power	W / HP	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27	200 / 0,27
Nominal-Speed	rpm	1150	730	270	170	105	60	40	16
Speed (idling)	rpm	2300	1460	540	340	210	120	80	32
Nominal Torque	Nm / in.lbs	1,6 / 14	2,6 / 23	7 / 62	11,2 / 99	18,2 / 161	31,8 / 281	47,8 / 423	80 / 708*)
Start-Torque min.	Nm / in.lbs	2,4 / 21	3,9 / 34	10,5 / 93	16,8 / 149	27,3 / 242	47,7 / 422	71,7 / 634	80 / 708*
Air Consumption	m ³ /min / cfm	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10	0,3 / 10
Weight	kg / lbs	2,4 / 5,3	2,4 / 5,3	2,8 / 6,2	2,8 / 6,2	2,8 / 6,2	3,2 / 7	3,2 / 7	3,2 / 7
Hose I.D.	mm / in.	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8	10 / 3/8

Motor size 3		Flange motor							
with Planetary Gearing	Type	63-004F03	63-007F03	63-018F03	63-029F03	63-046F03	63-078F03	63-124F03	63-308F03
reversible	order no.	445713 B	445713 C	445713 D	445713 E	445713 F	445713 G	445713 H	445713 I
Nominal-Power	W / HP	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54	400 / 0,54
Nominal-Speed	rpm	1150	730	270	170	105	60	40	16
Speed (idling)	rpm	2300	1460	540	340	210	120	80	32
Nominal Torque	Nm / in.lbs	3,2 / 28	5,2 / 46	14 / 124	22,4 / 198	36,4 / 322	63,6 / 563	80 / 708*)	80 / 708*)
Start-Torque min.	Nm / in.lbs	4,8 / 42	7,8 / 69	21 / 186	33,6 / 297	54,6 / 483	80 / 708*)	80 / 708*)	80 / 708*)
Air Consumption	m ³ /min / cfm	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21	0,6 / 21
Weight	kg / lbs	2,8 / 6,2	2,8 / 6,2	3,2 / 7	3,2 / 7	3,2 / 7	3,6 / 7,9	3,6 / 7,9	3,6 / 7,9
Hose I.D.	mm / in.	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2	12 / 1/2

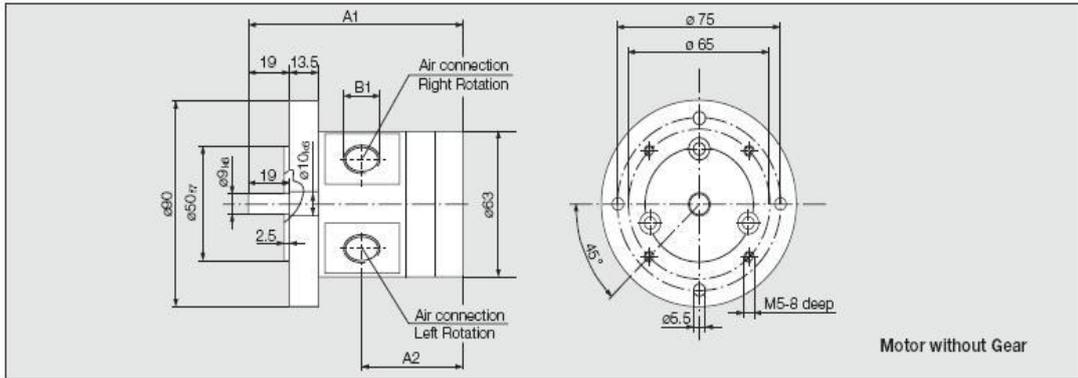
Motor size 5		Flange motor							
with Planetary Gearing	Type	63-004F05	63-007F05	63-018F05	63-029F05	63-046F05	63-078F05	63-124F05	63-308F05
reversible	order no.	445715 B	445715 C	445715 D	445715 E	445715 F	445715 G	445715 H	445715 I
Nominal-Power	W / HP	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8	600 / 0,8
Nominal-Speed	rpm	1150	730	270	170	105	60	40	16
Speed (idling)	rpm	2300	1460	540	340	210	120	80	32
Nominal Torque	Nm / in.lbs	5 / 44	7,8 / 69	21 / 186	33,6 / 297	54,5 / 482	80 / 708*)	80 / 708*)	80 / 708*)
Start-Torque min.	Nm / in.lbs	7,5 / 66	11,7 / 103	31,5 / 279	50,4 / 446	80 / 708*)	80 / 708*)	80 / 708*)	80 / 708*)
Air Consumption	m ³ /min / cfm	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32	0,9 / 32
Weight	kg / lbs	3 / 6,6	3 / 6,6	3,4 / 7,5	3,4 / 7,5	3,4 / 7,5	3,8 / 8,4	3,8 / 8,4	3,8 / 8,4
Hose I.D.	mm / in.	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2	13 / 1/2

Performance data relate to an air pressure of 6 bar (85 PSI)

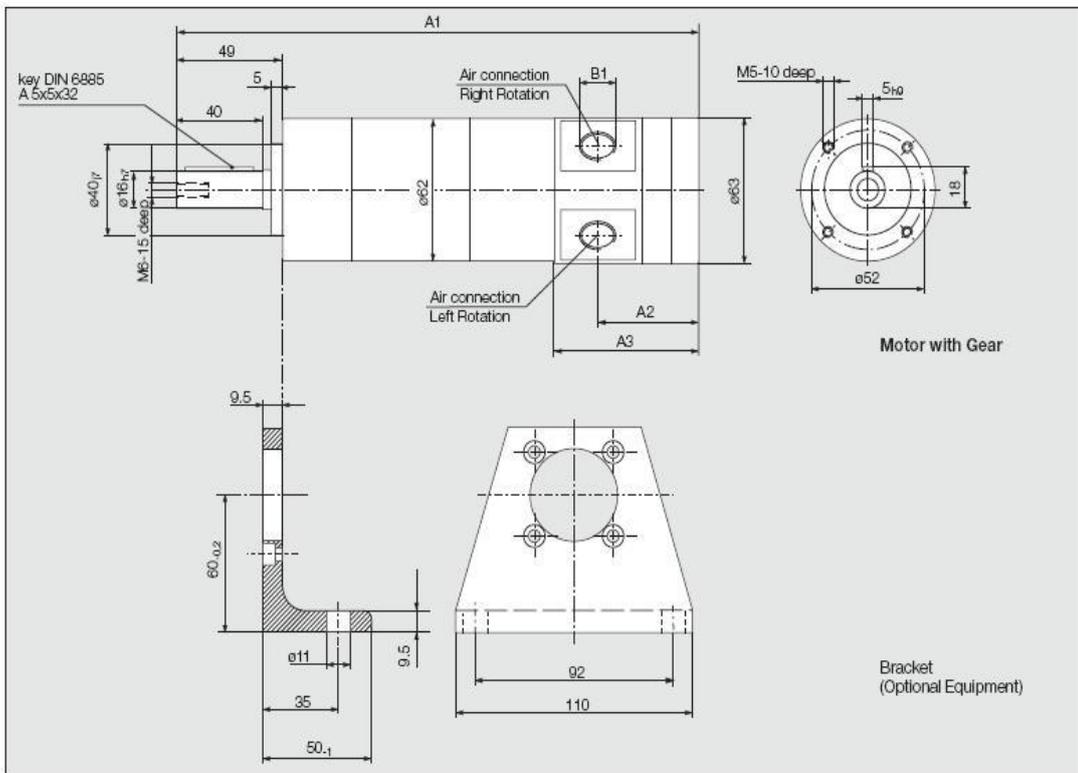
*) max. admissible Torque

Optional Equipment		Motor size 1	Motor size 3	Motor size 5
Bracket	order no.	445998	445998	445998
necessary 4 cylinder-screws	order no.	800465	800465	800465
Silencer	order no.	802675	802671	802671

For more accessories such as maintenance unit, lubricator, connecting components, please see catalog D 3340 E.



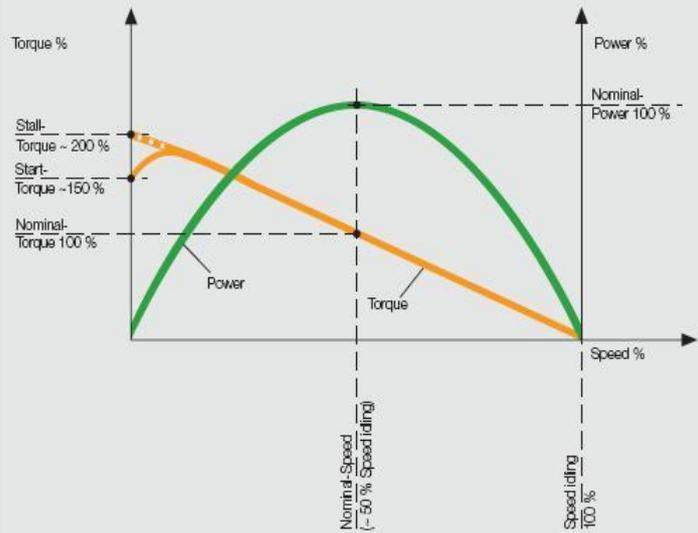
Motor size	Type	Dimensions of Flangemotor (mm)		
		A1	A2	B1
1	63-001F01	79.5	36.5	1/8
3	63-001F03	99.5	46.5	3/8
5	63-001F05	114.5	54	3/8



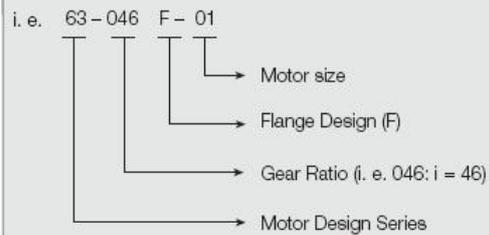
Motor size	Type			Dimensions of Motor (mm)			
				A1	A2	A3	B1
1	63-004F01	63-007F01		206	36.5	46.5	1/8
	63-018F01	63-029F01	63-046F01	222	36.5	46.5	1/8
	63-078F01	63-124F01	63-308F01	238	36.5	46.5	1/8
3	63-004F03	63-007F03		226	46.5	66.5	3/8
	63-018F03	63-029F03	63-046F03	242	46.5	66.5	3/8
	63-078F03	63-124F03	63-308F03	258	46.5	66.5	3/8
5	63-004F05	63-007F05		241.5	54	81.5	3/8
	63-018F05	63-029F05	63-046F05	257.5	54	81.5	3/8
	63-078F05	63-124F05	63-308F05	273.5	54	81.5	3/8

Air-Vane Motor

power- and torque characteristics



Model Number Description (when ordering please indicate model designation)



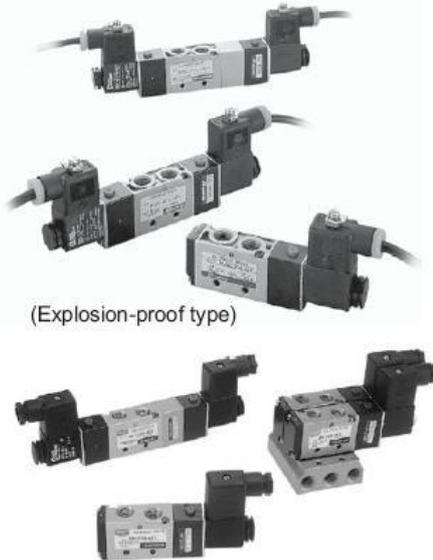
DEPRAG

DEPRAG INC.
 P.O. Box 1554 - Lewisville, Texas 75067 - 1554
 645 Hembry Street - Lewisville, Texas 75067 - 4726
 Phone (972) 221 - 8731 - FAX (972) 221 - 8163
 TOLL FREE (800) 4 DEPRAG
 Internet: <http://www.deprag.com>
 e-mail: deprag@depragusa.com

Anexo E:
MANUAL DE
ELECTROVÁLVULAS
MINDMAN

MVSC-220 series

SOLENOID VALVE



(Explosion-proof type)

Specification:

Model	MVSC-220-3E1,E2	MVSC-220-4E1,E2	MVSC-220-4E2C,P,R
Bore No.	8A		
Port size	PT 1/4		
No. of port	3	5	
No. of position	2	2	3
Medium	Air		
Operating pressure range	2~7 kgf/cm ²		3~7 kgf/cm ²
Proof pressure	10 kgf/cm ²		
Effective orifice	18 mm ²		16 mm ²
Response time	30 ms		40 ms
Ambient temperature	-5~+50℃ (No freezing)		
Voltage	AC110V, 220V (50/60)Hz, DC24V		
Power consumption	AC=6/4.9VA, DC=2.5W		
Available voltage range	±10%		
Insulation class	F class		
Weight	203 g	296g	222 g 313 g 421 g

Order example of valve:

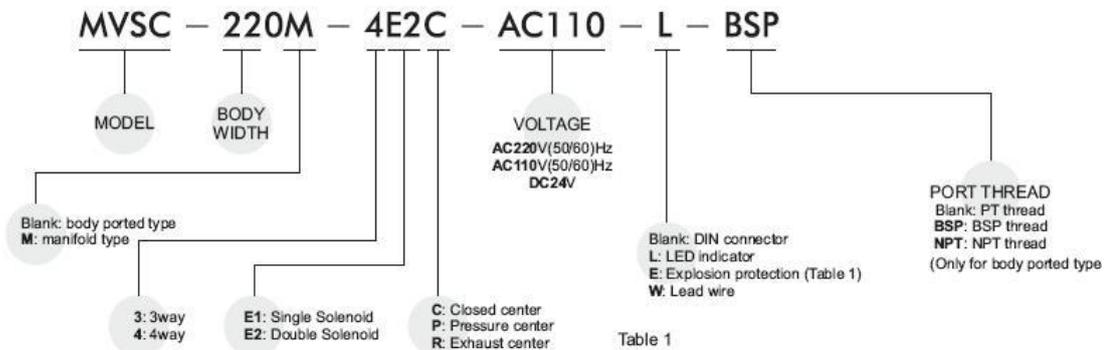
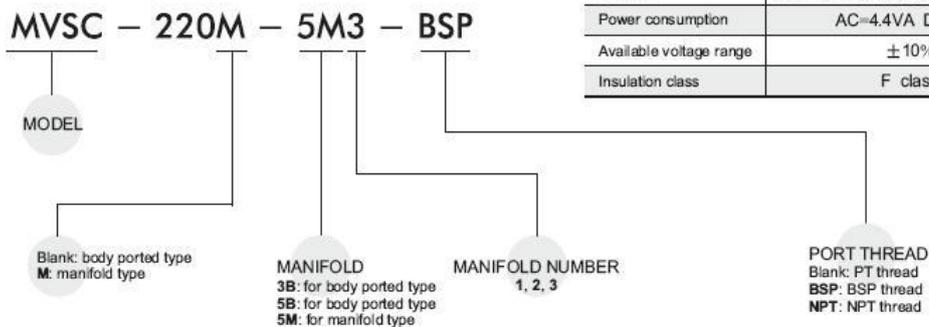


Table 1

Property for explosion-proof type

Anti-explosion class	EEx m II T4
Voltage	AC110V, 220V, (50/60)Hz, DC24V,
Power consumption	AC=4.4VA DC=5W
Available voltage range	±10%
Insulation class	F class

Order example of manifold:



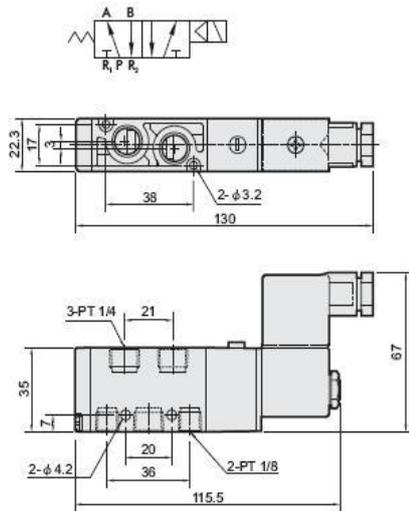
MVSC-220

SOLENOID VALVE

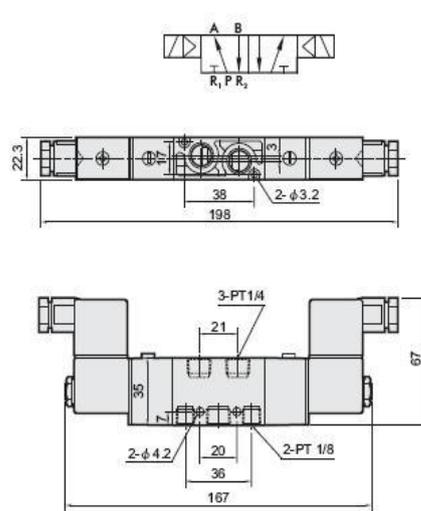


Dimensions:

MVSC-220-4E1

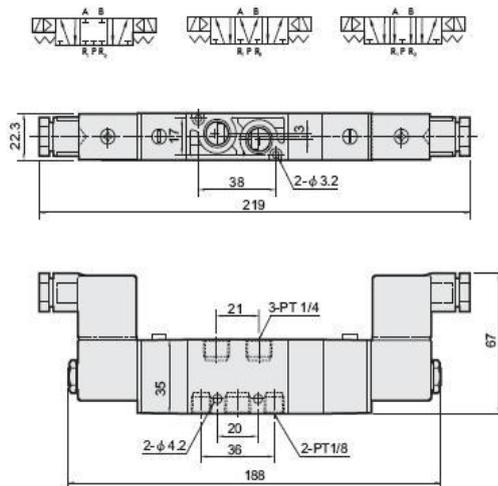


MVSC-220-4E2

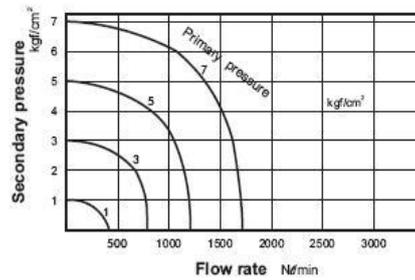


MVSC-220-4E2C.P.R

MVSC-220-4E2C MVSC-220-4E2P MVSC-220-4E2R



Flow features:



Anexo F:
PLANOS DEL PROTOTIPO
TRACTOR DE ORUGA

LATACUNGA, AGOSTO DEL 2006

Realizado por:

Galo F. Guzmán C.

Coordinador de la Carrera de Ingeniería Automotriz

Ing. Germán Erazo.

Secretario Académico

Doc. Eduardo Vásquez