



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIO DE 5000 HORAS A MÁQUINA ETIQUETADORA  
CONTIRROLL DE ENVASES A PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MP2**

Daniel Lemus Rodas  
Asesorado por Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIO DE 5000 HORAS A MÁQUINA  
ETIQUETADORA CONTIRROLL DE ENVASES A PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MP2

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DANIEL LEMUS RODAS**

ASESORADO POR ING. PABLO RODOLFO ZÚÑIGA RAMÍREZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VACAL I	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Julio César Molina Zaldaña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Erick René Guerrero Silva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIO DE 5000 HORAS A MÁQUINA  
ETIQUETADORA CONTIRROLL DE ENVASES A PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MP2**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 11 de marzo de 2004.

Daniel Lemus Rodas

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por guiarme siempre en el camino de la vida.

### **A MIS PADRES**

Por su apoyo incondicional y por darme la oportunidad de estudiar.

### **A MIS HERMANOS**

Por su cariño y sus consejos.

### **A MI NOVIA**

Por su compañía y motivación

### **A MIS AMIGOS**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VI
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
1.1. Generalidades de la máquina etiquetadora.....	1
1.2. Trabajo que desempeña la etiquetadora.....	2
1.3. Áreas en que se divide la máquina.....	3
1.4. Mantenimiento regular que se practica en la máquina.....	9
2. COJINETES Y RETENEDORES	
2.1. Cojinetes.....	11
2.1.1. Tipos de cojinetes.....	12
2.1.2. Materiales para baleros de rodamiento.....	16
2.1.3. Mantenimiento de cojinetes.....	18
2.1.4. Vida útil de cojinetes.....	22
2.2. Retenedores.....	32
2.2.1. Tipos de retenedores.....	32

3.	INVENTARIO DEL MANTENIMIENTO	
3.1.	Método de determinación de las piezas de cambio.....	35
3.2.	Inventario de las piezas que necesitan reemplazo.....	35
3.3.	Descripción de las piezas.....	45
4.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN COMPUTADORA	
4.1.	Justificación del programa de mantenimiento preventivo.....	47
4.2.	Objetivos del programa de mantenimiento.....	47
4.3.	Procedimiento del programa de mantenimiento preventivo.....	48
5.	PERFIL DEL PERSONAL QUE REALIZA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
5.1.	Personal encargado de programar las tareas de mantenimiento.....	51
5.2.	Responsabilidades del personal encargado de programar las tareas de mantenimiento.....	51
5.3.	Personal encargado de realizar el mantenimiento en la máquina.....	52
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES.....	55
	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	ANEXOS.....	57

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Vista general de etiquetadora.....	1
2	Rodamientos radiales.....	12
3	Rodamientos axiales.....	13
4	Rodamientos de contacto angular.....	14
5	Rodamientos rígidos.....	14
6	Rodamientos rotulados.....	15
7	Gráfica de viscosidad cinemática.....	27
8	Gráfica de viscosidad media.....	30
9	Gráfica de valor del factor $a_{23}$ .....	31
10	Grupo 1.....	57
11	Grupo 2.....	58
12	Grupo 3.....	59
13	Grupo 4.....	60
14	Grupo 5.....	61
15	Grupo 6.....	62
16	Grupo 7.....	63
17	Grupo 8.....	64
18	Grupo 9.....	65
19	Grupo 10.....	66
20	Grupo 11.....	67

21	Grupo 12.....	68
22	Grupo 13.....	69
23	Grupo 14.....	70
24	Grupo 15.....	71
25	Grupo 16.....	72
26	Grupo 17.....	73
27	Grupo 18.....	74
28	Grupo 19.....	75
29	Grupo 20.....	76
30	Grupo 21.....	77
31	Grupo 22.....	78
32	Grupo 23.....	79
33	Grupo 24.....	80
34	Grupo 25.....	81
35	Grupo 26.....	82
36	Grupo 27.....	83
37	Grupo 28.....	84
38	Grupo 29.....	85
39	Grupo 30.....	86
40	Grupo 31.....	87
41	Grupo 32.....	88
42	Grupo 33.....	89
43	Grupo 34.....	90
44	Grupo 35.....	91
45	Grupo 36.....	92
46	Grupo 37.....	93
47	Grupo 38.....	94
48	Grupo 39.....	95
49	Grupo 40.....	96

50	Grupo 41.....	97
51	Grupo 42.....	98

## TABLAS

I	Guía de valores requeridos para la vida nominal L10 para diferentes clases de máquinas.....	22
II	Factores para el cálculo de los rodamientos rígidos de una hilera de bolas.....	24
III	Valor del factor $a_1$ .....	26
IV	Viscosidad cinemática a 40 grados centígrados.....	28
V	Listado de repuestos.....	35

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b><math>^{\circ}\text{C}</math></b>	Grados centígrados
<b><math>^{\circ}\text{F}</math></b>	Grados <i>Fahrenheit</i>
<b><math>a_1</math></b>	Factor correspondiente a la fiabilidad del rodamiento
<b><math>a_{23}</math></b>	Factor que considera la calidad de la lubricación
<b>D</b>	Diámetro exterior
<b>d</b>	Diámetro interior
<b>dm</b>	Promedio de los dos diámetros
<b><math>F_r</math></b>	Carga radial que se aplica sobre el rodamiento
<b><math>F_a</math></b>	Carga axial que se aplica sobre el rodamiento
<b><math>L_{10}</math></b>	Vida nominal
<b><math>L_{10h}</math></b>	Vida estimada en horas de funcionamiento
<b><math>L_{na}</math></b>	Vida nominal ajustada
<b>N</b>	Velocidad del eje en revoluciones por minuto
<b>P</b>	Carga equivalente

## GLOSARIO

<b>Acero 1010</b>	Acero al carbono que contiene principalmente hierro y carbono, con un contenido de 0.10% de carbono.
<b>Cobalto</b>	Metal de color gris, duro, de elevada resistencia a la tensión, y al que no afectan el aire ni el agua.
<b>Dureza <i>Rockwell</i></b>	Método para determinar la dureza o la resistencia de un material al ser penetrado, se puede decir, varía de acuerdo a los tipos de penetradores que se coloquen. Se clasifican en <i>Rockwell C</i> y <i>B</i> . Se obtiene el valor de la dureza directamente de la pantalla del durómetro <i>Rockwell</i> , variando directamente del tipo de material que se utilice. También se puede encontrar la profundidad de la penetración con los valores obtenidos del durómetro.
<b>Servomotor</b>	Motor que permite la reducción de la velocidad de giro del eje, a favor de un aumento del par del mismo. En la parte trasera del eje se ha adaptado un potenciómetro lineal. La salida de éste irá a la entrada de un microcontrolador, configurada para hacer una conversión analógico-digital, lo que permite un control de posicionamiento del eje.

**Viscosidad**

Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.

## RESUMEN

El mantenimiento preventivo consta de varios pasos: conocer el funcionamiento del equipo para realizar inspecciones periódicas e ir determinando las piezas que sufren desgaste más rápido y que necesitan reemplazo para su buen funcionamiento.

En el presente trabajo de graduación se determinará un servicio de mantenimiento preventivo anual para la máquina etiquetadora de bebidas carbonatadas, con el fin de que la producción cumpla con las normas de calidad y se logre una mejor producción con la máxima capacidad de producción de la línea. Esto se logrará con el buen funcionamiento de todos los equipos de la línea para que ninguno retrase la producción o la haga de menor calidad.

El mantenimiento preventivo se deberá ingresar al programa de computadora que se tiene en la empresa para que se realice junto con los demás servicios que se tengan que hacer en dichas fechas tratando de tener la menor cantidad de paros en producción, por problemas mecánicos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un procedimiento para realizar servicio de 5000 horas a máquina etiquetadora control de envases a programa de mantenimiento preventivo MP2.

### **Específicos**

1. Establecer la importancia de aplicar el programa de mantenimiento preventivo MP2 a la máquina para su buen funcionamiento.
2. Dar a conocer el procedimiento del programa de mantenimiento preventivo donde además se propondrán formas de hacer revisiones, inspecciones y emisiones de órdenes de trabajo.
3. Describir el equipo dónde se aplicará el programa de mantenimiento.

## INTRODUCCIÓN

Debido al tipo de proceso que se presenta para la producción de bebidas carbonatadas, se necesita del buen estado de todas las máquinas de la línea de producción, que son indispensables, para el funcionamiento de dicha producción, si alguna no se encuentra en buen estado toda la producción baja de calidad, rendimiento y eficiencia.

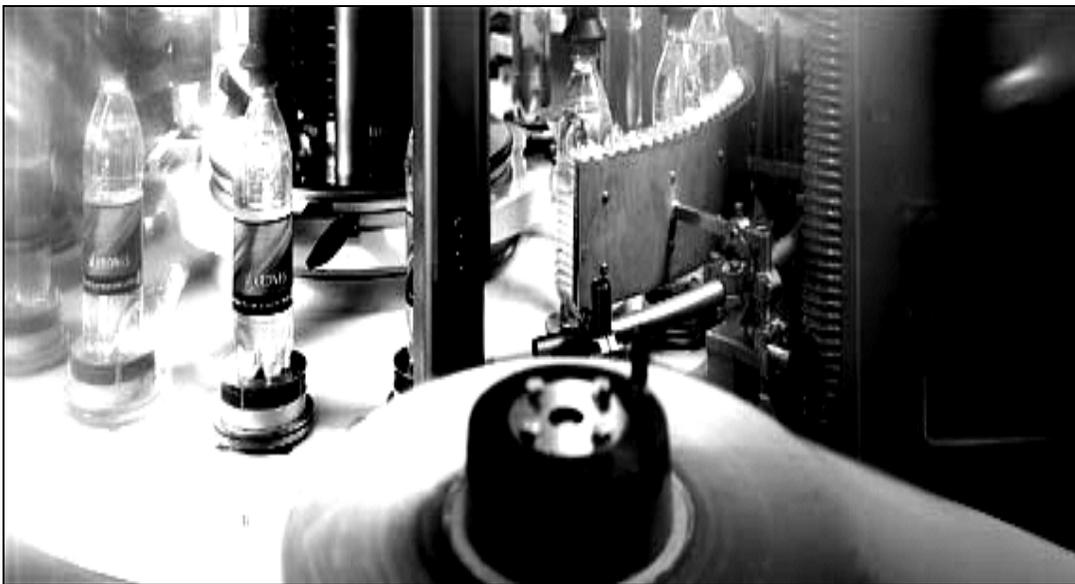
La importancia del buen estado de las máquinas es el compromiso adquirido con los estándares de calidad de las normas ISO 9000 que certificaron a la empresa; deben mantenerse y aplicar un programa de mantenimiento preventivo.

Todas las máquinas sufren desgastes por el uso continuo que tienen y necesitan servicios de mantenimiento periódicos porque no todas las piezas sufren el mismo desgaste, por lo que se necesita tener varios tipos de servicio preventivo los cuales pueden ser trimestrales, es decir, de 1,500 horas, y anuales de 5,000 horas.

# 1. DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

## 1.1 Generalidades de la máquina etiquetadora

Figura 1. Vista general de etiquetadora



Fuente: [www.Krones.com](http://www.Krones.com), página de Internet

- Etiqueta los envases desde una bobina o rollo de etiquetas, en donde no necesariamente deben estar cortadas.
- Conjunto de etiquetado con servomando, es un rodillo que gira por impulsos de un variador que le indica cuánto debe girar para cortar la etiqueta de la medida exacta.
- Rodillos de transporte para mantener las etiquetas lisas.
- Corte de las etiquetas mediante tambor con cuchillas rotantes, con vacío para mantener la etiqueta en un solo lugar.
- Estación de encolado con rodillos de calefacción.

- Unión automática de las bobinas de etiquetas para no parar la producción.
- Corte exacto de las etiquetas.
- Consumo reducido de adhesivo mediante la aplicación de pegamento al comienzo y al final de la etiqueta.
- Trabajo reducido para el personal gracias a la gran capacidad de almacenamiento de etiquetas en la bobina.
- Tiempos cortos de cambio de formato en el caso de un cambio de envases o de etiquetas.
- Tamaño de las mesas porta envases desde 600 hasta 960 mm.
- Rendimientos de entre 6.000 y 72.000 envases por hora.

## **1.2 Trabajo que desempeña la etiquetadora**

Como su nombre lo indica, esta máquina se encarga del etiquetado de los envases cuando están vacíos. El procedimiento de etiquetado se conforma por dos procesos paralelos:

- a) Preparación y entrada de envases
- b) Preparación y entrada de etiquetas

Durante el proceso de preparación y entrada de envases, éstos vienen en un transporte aéreo impulsados por aire y entran en la etiquetadora, donde son separados por un tornillo sinfín. Una vez separados, entran a la estrella clasificadora donde una fotocelda asigna un porta botella para cada envase. Una vez asignado el porta botella, los envases son colocados en cada uno de ellos, los envases están sujetos en la boquilla por una campana de centrado que se encuentra en la cabeza de centrado.

Paralelamente, las etiquetas son llevadas a través de una fotocelda de alineación. Ésta se encarga de alinear las etiquetas para que su orientación y colocación sean las correctas. Una segunda fotocelda lee la marca de corte y transmite la información al cilindro de corte, donde las etiquetas son cortadas justamente sobre dicha marca. Las etiquetas ya separadas, pasan al cilindro de vacío, que es donde se le aplica el pegamento.

En este punto la etiqueta es unida con el envase. Para ello, el envase es transportado sobre el porta botellas con un movimiento giratorio sobre su eje axial. La estación de alisamiento, que tiene forma de escoba, es la encargada de pegar y alisar la etiqueta sobre el envase.

Una vez que el envase tiene adherida la etiqueta, es llevado por un transporte aéreo hacia el área de llenado.

### **1.3 Áreas en que se divide la máquina**

- Soporte: son las bases donde está montada la máquina para evitar movimientos por vibración de los motores.
- Engrane principal: es el engranaje que le da movimiento a las demás piezas para que toda la máquina esté sincronizada.
- Sistema principal de ajustes: sistema computarizado que controla los dos conjuntos etiquetadores, en los cuales podemos ajustar el largo de la etiqueta, la bobina que está funcionando de cada conjunto etiquetador, el color de la marca de corte, que puede ser claro u oscuro, la anchura máxima y mínima de la marca de corte.

- Cojinete principal: se encuentra en el eje del engranaje principal, para la cabeza de la máquina.
- Engrane de transmisión: transmite movimiento al eje del gusano de entrada para que también esté sincronizado con toda la máquina.
- Mesa de botellas: lugar donde se encuentra todo el proceso principal de la etiquetadora que es colocarle etiqueta al envase. También se encuentran los platos porta botella que son adaptados según el tamaño y forma del envase los cuales rotan para que la etiqueta cubra el envase.
- Fococelda de control de envase: esta fotocelda detecta envase y lo distribuye mandando una señal a la estación de etiquetado que le corresponda según la posición en que entra el envase, con esta señal se inicia todo el proceso de etiquetado.
- Panel de control: aquí se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos. Es donde están los variadores de las máquinas y donde se encuentra todo el mando y la fuente de energía para que funcione la máquina.
- Transporte: los envases están en una sola posición de forma vertical y llegan al freno separador para entrar al gusano de entrada y regresan al transporte por medio de una estrella de salida.
- Freno de envase: en este bloque se abre el flujo de envases y es controlado por el sistema automático de velocidad.

- Gusano de entrada: es un tornillo sinfín que separa los envases para que entren correctamente a la estrella de entrada.
- Estrella de entrada: guía a los envases para que entren a los platos de centrado para que la campana de centrado, que se encuentra en la cabeza de la máquina, los agarre de forma correcta y los centre.
- Guía de botella: éstas guían al envase y lo sostienen del otro lado del gusano para que entren de forma correcta a la estrella de entrada.
- Riel de soporte: los envases llegan y salen de la etiquetadora por un transporte aéreo y en la entrada y en la salida tienen unas bandas al terminar o antes de empezar el transporte para que soporten el envase, y éstos no obstaculicen el flujo de los mismos dentro de la máquina.
- Escobas alisadoras de etiqueta: como el envase está girando mientras es puesta la etiqueta, estas escobas la presionan hacia el envase y permite un buen enrollado y traslape de la etiqueta.
- Partes sostenedoras del envase: su función es sostener el envase, mientras están siendo trasladados por las estrellas.
- Cabeza de la máquina: en esta parte se encuentran las campanas de centrado y es donde se realiza el proceso de etiquetado.
- Campana de centrado de botella: estas campanas son las que centran el envase en el porta botella y lo sujeta firme para ser etiquetado.

- Unidad de mantenimiento neumático: ésta provee aire seco antes de ser utilizado por los componentes neumáticos, porque aquí se extrae el agua que lleva el aire. Esta operación la efectúa un filtro con separador de agua. La presión puede ser regulada por una válvula reguladora de presión, y finalmente el aire debe enriquecerse con una fina niebla de aceite, para lubricar las guías de los elementos de mando y de trabajo.
- Sistema de lubricación: es un conjunto de mangueras que se encuentran centralizadas en una parte de la máquina para que en el momento de lubricar las partes móviles, se realice en un solo lugar por medio de graseras.
- Estación de etiquetado: ésta comprende el transporte de la etiqueta, unidad de corte, unidad de engomado y el cilindro de vacío con dedos que transfieren la etiqueta. Contirroll contiene dos estaciones de etiquetado para obtener un mayor rendimiento, y en cada estación tiene espacio para dos bobinas de etiqueta.
- Rodillo de goma: la función de este elemento es apretar la etiqueta al rodillo del servo para que proporcione la velocidad adecuada a la etiqueta.
- Unidad de engomado: esta unidad de engomado debe mantenerse a una temperatura aproximada de 200 grados centígrados para mantener líquido el pegamento. El pegamento es bombeado para que resbale por un cilindro de nuevo al depósito y cuando las puntas de la etiqueta pasen por ese cilindro se aplica el pegamento.

- Cilindro de vacío: este cilindro tiene unos sujetadores que agarran la etiqueta del cilindro de corte para que pasen por la unidad de engomado aplicándole pegamento y después suelta la etiqueta lista hacia el envase, también tiene vacío para mantener la etiqueta en su posición correcta. Este cilindro está en sincronización con toda la máquina. La etiquetadora tiene dos fotoceldas en el cilindro de vacío. Una es la que verifica que la etiqueta haya sido cortada y esté en el cilindro de vacío. La siguiente verifica que la etiqueta haya sido colocada en el envase y no se quede en el cilindro de vacío. Si cualquiera de las dos no cumple su función, manda una señal para que detenga la máquina.
- Rodillos de deflexión: en estos rodillos es donde se transporta la etiqueta, la estiran y la dirigen al rodillo de goma.
- Mesa de bobina de etiqueta: es donde se colocan las bobinas de etiqueta para que la máquina automáticamente pueda disponer de la misma en cualquier momento.
- Fotocelda detectora de marca de corte: ésta detecta la marca de corte de la etiqueta y manda una señal al servomotor para regular la velocidad del rodillo del servo y que la etiqueta sea cortada en el lugar correcto, para ser del largo adecuado.
- Unidad de corte: aquí es cortada la etiqueta por un cilindro de corte que esta girando y tiene vacío para que la etiqueta se mantenga alineada en una sola posición. La cuchilla se encuentra de forma paralela al cilindro de corte y es estacionaria.

- Dispositivo inflador: éste se encuentra en las campanas de centrado y se utiliza para inflar el envase por si éste viene defectuoso, manteniéndolo de forma redonda para que la etiqueta se adhiera de forma correcta. Para este proceso se utilizan presiones de aire entre 6 y 8 bares.
- Guía lineal de etiqueta: esta fotocelda tiene la función de mantener la etiqueta alineada horizontalmente a la altura deseada. Cuando la etiqueta pasa por la fotocelda muy abajo o muy arriba ésta manda una señal a un conjunto de compensación de altura para que haga la función de subirla o bajarla según sea necesario.
- Unidad de cambio automático de bobina de etiqueta: en este sistema cuando a una bobina le quedan pocas etiquetas, éste hace el cambio de bobina hacia la otra que está nueva sin interrumpir la operación. Este proceso se logra mediante un cilindro neumático que empuja la nueva etiqueta con cinta adhesiva, para que se una a la etiqueta en uso, otro cilindro neumático se activa para cortar la etiqueta en uso con una cuchilla y dejar sólo la nueva. La etiqueta nueva se mantiene en su posición por un riel de vacío mientras espera el cambio de bobina.
- Estructura: es la parte protectora de la etiquetadora porque la cubre totalmente del exterior para evitar contaminación en los envases y los componentes de la máquina.

#### **1.4 Mantenimiento regular que se practica en la máquina**

Basados en las revoluciones por minuto a las que trabaja la máquina es necesario lubricar cada veinticuatro horas los componentes móviles que desarrollan el funcionamiento principal. Esto se realiza por medio del sistema de lubricación centralizado para que sea mucho más rápido y fácil para el operador.

Con ayuda del programa de mantenimiento preventivo se crean órdenes de revisiones por áreas de la etiquetadora con cierta frecuencia dependiendo de su desgaste y si es necesario se cambian los elementos.



## **2. COJINETES Y RETENEDORES**

### **2.1 Cojinetes**

Los cojinetes se deben seleccionar teniendo en cuenta su vida de utilidad. Esto significa que la vida infinita no es posible de alcanzar y se debe pensar que los rodamientos son elementos de desgaste que deben ser reemplazados periódicamente para evitar daños al mecanismo, en el cual están montados. Este reemplazo se realiza bajo el concepto de mantenimiento preventivo, en donde el rodamiento es reemplazado justo antes de que falle. Dicha falla debe entenderse como un grado de desgaste tal, que provoca vibraciones en el eje, apreciables auditivamente por un zumbido característico.

Son muchos los factores que afectan la vida útil, los más importantes son: la magnitud de las cargas, la dirección de las cargas, la velocidad de giro, las deformaciones del eje, la desalineación, la calidad de la lubricación, la temperatura de operación y la limpieza.

Los rodamientos son piezas de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de rigurosos tratamientos térmicos y obtener piezas de gran resistencia al desgaste y a la fatiga. En la selección de los materiales, deben tomarse en consideración las temperaturas de operación y una adecuada resistencia a la corrosión. El material para las jaulas ha evolucionado en forma importante y actualmente se utilizan aceros, metales de bajo roce y poliamida.

Otra característica de los rodamientos es la exactitud de sus dimensiones, cada parte debe tener tolerancias muy estrechas para un satisfactorio funcionamiento del conjunto.

Existen rodamientos de muy variados tipos para adecuarse a las diversas aplicaciones, es muy importante escoger el rodamiento preciso, tomando la decisión en base a criterios tales como: costo, facilidad de montaje, vida útil, dimensiones generales, simpleza del conjunto, disponibilidad de repuestos y tipo de lubricación.

### 2.1.1 Tipos de cojinetes

#### a) Según la dirección de la carga que mejor soportan:

- **Rodamientos radiales:** son aquellos que están diseñados para resistir cargas en dirección perpendicular al eje. Constan en forma general de tres piezas: un aro exterior, un aro interior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo o jaula.

Figura 2. **Rodamientos radiales**



Fuente: **Catálogo General SKF**, página 274

- **Rodamientos axiales:** son aquellos que están diseñados para resistir cargas en la misma dirección del eje y constan en forma general de tres piezas: un aro superior, un aro inferior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo. Por ejemplo, pensemos en un carrusel, el peso total de esta máquina actúa verticalmente hacia el suelo y debe rotar en torno a un eje vertical al suelo, en esta aplicación debe utilizarse un rodamiento axial de gran diámetro, cuyo aro superior sostenga al carrusel y cuyo aro inferior se apoye en el suelo.

Figura 3. **Rodamientos axiales**



Fuente: **Catálogo General SKF**, página 512

- **Rodamientos de contacto angular:** son una mezcla de los casos anteriores, se basan en un rodamiento similar al radial con un diseño especial de los aros exterior e interior para soportar cargas axiales mayores que un rodamiento radial simple. Sus aplicaciones son muy amplias, debido a que un eje siempre puede desarrollar cargas eventuales en una dirección inesperada y debido al ahorro que se genera al colocar un solo rodamiento para hacer el trabajo de dos.

Figura 4. **Rodamientos de contacto angular**



Fuente: **Catálogo General SKF**, página

**b) Según la rigidez del rodamiento:**

- **Rodamientos rígidos:** son aquellos que no aceptan desalineamientos del eje. Ante un desalineamiento se generan cargas que pueden dañar definitivamente el rodamiento.

Figura 5. **Rodamientos rígidos**



Fuente: **Catálogo General SKF**, página 174

- **Rodamientos rotulados:** son aquellos que por un diseño especial de los aros permiten que el eje gire algunos grados sin desarmar el rodamiento. Esta característica se logra con una pista de rodadura esférica que permite a las bolas desplazarse para acomodarse al desalineamiento del eje. Son muy utilizados en maquinaria pesada debido a la necesidad de prevenir daños frente a las deformaciones de los ejes, cargas provocadas por dilataciones térmicas y cargas dinámicas.

Figura 6. **Rodamientos rotulados**



Fuente: **Catálogo General SKF**, página 458

**c) Según el elemento rodante:**

Existen diversos elementos rodantes que varían según las aplicaciones. El más común son las bolas de rodamiento, muy útiles para cargas livianas y medianas. Para cargas mayores se utilizan rodillos. Finalmente en cargas axiales se utilizan conos. Algunas aplicaciones en donde el espacio es reducido se usan agujas, que son cilindros largos con diámetros pequeños.

Afortunadamente los fabricantes de rodamientos han mantenido una numeración estándar en todas las marcas, permitiendo una identificación sencilla de los rodamientos en base a un número y en ocasiones acompañado de unas letras, ejemplo:

TS2 - 7 3 0 5 B L1 DF + 10 C3 P5

Las primeras letras combinadas con un número es el código de prefijo suplementario, es un código para aplicaciones especiales. Los siguientes cuatro dígitos y la letra son los números básicos de los rodamientos, en estos dígitos se encuentra el código de diseño, código de serie de diámetro, número de diámetro interior y el código de ángulo de contacto.

Los demás dígitos son el código de sufijo complementario donde se encuentra el código de jaula, grado de tolerancia, juego interno, código de sello o tapa de protección.

### **2.1.2 Materiales para cojinetes de rodamiento**

Los cojinetes de bola (excepto, jaulas, sellos y separadores de bolas) comúnmente se hacen de acero SAE 52100 (AISI 52100), que es un acero de alto carbón al cromo con dureza *Rockwell* C 58-65. Debido a la pérdida de dureza con el aumento de temperatura, no puede usarse donde la temperatura sea mayor a 177 °C (350 °F).

Los aceros para baleros son producidos por el proceso de fundición al vacío (VM) y, en particular por el proceso de fundición al vacío con consumo de electrodos (CVM) en contraste con los aceros fundidos no al vacío. Los aceros producidos por estos métodos tienen estructura más uniforme y contienen muy pocas impurezas.

El problema de los baleros a temperaturas altas es común. Para aplicaciones de corrosión, es muy común usar acero inoxidable martensítico, grado 220 C en la escala *Rockwell*. Un acero anticorrosivo está restringido a trabajar a temperaturas no mayores de 149 °C (300 °F). Para temperaturas mayores de 149 °C (300 °F) la dureza es de valor menor a la *Rockwell C 58* y perjudicaría a la superficie de rodadura del balero. Por lo general, los baleros de rodamiento son fabricados con aceros de endurecimiento superficial (grado de carburización). Los grados de carburización (AISI 4620) están limitados a trabajar a temperaturas no mayores de 149 °C (300 °F).

Los separadores de bolas (jaulas) normalmente están fabricados de acero 1010. Sin embargo, para uso en temperaturas elevadas (hasta 371 °C), los separadores se hacen de M-1, S-Monel, 440C, de polímeros o poliamida (hasta 371 °C), de aleación de cobalto y de aleación de cobre (por ejemplo, bronce o bronce hierro silicio plateado) materiales que han sido usados con mucho éxito.

Para condiciones ambientales corrosivas ligeras es común usar acero inoxidable grado 302 que es una aleación de cromo-níquel o grado 410 que es de cromo recto, para el material del separador de bolas. La mayor parte de los baleros de contacto angular y de alta velocidad usan separadores de material de algodón tejido impregnado con una resina fenólica.

Cuando se tengan temperaturas extremas (816 °C) y condiciones ambientales que impidan el uso de baleros estándar, deberán usarse en lugar de las piezas de acero, materiales tales como alúmina, óxido de zirconio, carburo de titanio, *pyroceram*, etc.

### **2.1.3 Mantenimiento de cojinetes**

El desempeño satisfactorio de los baleros de rodamiento depende principalmente del uso del lubricante apropiado, de la frecuencia de la lubricación y del diseño del alojamiento que proporcione el flujo adecuado del lubricante.

Aunque las fuerzas de fricción producidas por los elementos de rodamiento son comparativamente bajas, el deslizamiento que se tienen entre los elementos, la superficie de rodadura y el separador (retenedor o jaula) constituyen la mayor fuente de resistencia friccional. Los otros dos factores que contribuyen a la resistencia friccional son los movimientos de los elementos del balero a través del lubricante y la deformación de los elementos de rodamiento y de la superficie de rodadura cuando soportan carga.

Específicamente, un lubricante adecuado deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

- a) Proteger los componentes del balero contra la corrosión.
- b) Eliminar el calor generado por el balero cuando está en operación.
- c) Prevenir la infiltración de basura u otra materia extra que pudiera entrar al balero.
- d) Crear una película entre los elementos de rodamiento y las superficies de rodadura y separadores.

Los lubricantes pueden ser grasas o aceites dependiendo de las necesidades de la carga, velocidad y temperatura. Para aplicaciones especiales los lubricantes sintéticos y secos son muy utilizados (para temperaturas extremas, inaccesibilidad a lubricación continua, etc.). Las grasas son adecuadas para el funcionamiento a baja velocidad y no requieren de un sellado complicado o de sistemas de lubricación como los que se necesitan con el aceite. La grasa permite que los baleros sean preempacados.

Las grasas son una mezcla de aceite lubricante y un jabón metálico o algún otro vehículo que conserve en suspensión al aceite (un espesador sintético). Los espesadores usados son calcio (cal), sodio, litio, bario, bentone, alúmina o base de jabón sintético. Las grasas se dividen de acuerdo a la escala de grado de dureza, que se clasifican de 0 al 6 en orden de dureza creciente.

Para prevenir el “batido” de la grasa en la temperatura de operación, el volumen del alojamiento del balero no deberá llenarse con más de un tercio a un medio de su capacidad. Los períodos de tiempo entre el reengrasado dependen de la carga, velocidad, temperatura de operación, tipo de grasa usado y condiciones ambientales. Estos períodos pueden variar desde 6 meses hasta 2 años. Para aplicaciones a velocidades altas y cargas severas, el método preferido de lubricación es el aceite. El tipo más común de aceite lubricante es el mineral. El aceite, dependiendo de las propiedades deseadas, contiene diferentes especies y cantidades de aditivos de presión extrema, agentes antiespumantes y antioxidantes.

La cantidad de aceite necesario para una lubricación adecuada es tal que no deben formarse espesores de película mayor al previsto. Cuando la cantidad de aceite excede a la necesaria para formar la película justa de aceite, dará lugar a que se incremente el par de fricción. Sólo en los casos donde el calor generado es un factor muy importante debe aumentarse el suministro de aceite a usarse, entonces el aceite se puede recircular o rociarse. Comúnmente se emplean seis métodos para lubricación con aceite.

- **Lubricación aceite-aire neblina:** se tienen pequeñas gotas de aceite suspendidas en una corriente de aire que pasa a través del balero. Las unidades comerciales que se disponen proporcionan lubricación excelente para unidades de alta velocidad tales como ejes de máquinas herramientas.
- **Lubricación por goteo:** se utilizan alimentadores comerciales de aceite suministrado por gotas. Se usan para casos en que se tengan cargas y velocidades moderadas. Las desventajas principales son el rellenado de aceite en la copa y proveer la distribución del aceite de consumo.
- **Lubricación de aceite por salpicadura:** este sistema es particularmente apropiado para cajas de engranajes lubricadas con aceite. El salpique logrado con los engranes sirve para lubricar a los baleros. Deben usarse filtros y tapones de drenaje magnéticos para reducir la posible contaminación del aceite y así evitar que lleguen al balero despojos o restos debidos al desgaste.

- **Lubricación con aceite de circulación:** el aceite circula a través del balero usando dispositivos lubricadores u otros medios. Estos sistemas de circulación proporcionan métodos confiables y de costo relativamente bajo para lubricación de baleros sujetos a cargas pesadas. Algunos sistemas más caros utilizan bomba de circulación para asegurar un suministro positivo de lubricante.
- **Lubricación en baño de aceite:** es apropiada para aplicaciones a velocidades bajas en las que se tiene un depósito de aceite en el cual se mantiene parcialmente sumergido al balero. El nivel del aceite nunca deberá sobrepasar el punto medio de la bola inferior (rodillo) que está siendo lubricado. Una cantidad grande de aceite puede causar “batido” del aceite, lo cual aumenta la fricción en el flujo y puede causar temperaturas de operación excesivas.
- **Lubricación de aceite por chorro:** el aceite, bajo presión es forzado a pasar a través de un orificio hacia el balero. El chorro de aceite es dirigido hacia el espacio entre el agujero de la jaula y el diámetro exterior del anillo interior. Este sistema de aplicación es particularmente ventajoso para operaciones de velocidades altas y cargas muy pesadas. Para velocidades extremadamente altas, deben proporcionarse medios de depuración de aceite en cada lado de los baleros.

### 2.1.4 Vida útil de cojinetes

El cálculo de la vida útil será dependiente del rodamiento en particular, esto lo convierte en un cálculo iterativo en el cual se escoge un rodamiento y se comprueba su vida útil, si el resultado es satisfactorio, la selección ha terminado, pero si la vida es menor o muy mayor de lo recomendado debe escogerse otro rodamiento y recalcularse la vida.

La tabla número 1 entrega recomendaciones para la vida útil que debería tener un rodamiento para las aplicaciones que se detallan, este es el punto de partida.

Tabla I. **Guía de valores requeridos para la vida nominal L10 para diferentes clases de máquinas**

<b>Clases de máquinas</b>	<b>L10h horas de servicio</b>
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3,000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos : Máquinas-herramienta portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción.	3,000 a 8,000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente : Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8,000 a 12,000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas :	10,000 a 25,000

(Continúa...)

Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10,000 a 25,000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrífugas.	20,000 a 30,000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil.	40,000 a 50,000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para trasatlánticos.	60,000 a 100,000

Fuente: **Catálogo General SKF**, página 34

Ubicada la vida sugerida de los cojinetes, se procede a escoger un rodamiento del catálogo considerando el tipo de carga a soportar y las limitaciones dimensionales del problema. Una vez que se ha seleccionado algunos candidatos se extraen los valores de  $C$ ,  $P_u$ ,  $D$  y  $d$ . De las condiciones del problema se obtienen el tipo de aceite utilizado, la temperatura de operación, la velocidad del eje, la fiabilidad requerida y el grado de contaminación. Con estos valores se procede a realizar los cálculos que a continuación se detallan.

En particular, la carga equivalente sobre el rodamiento se obtiene de fórmulas como la siguiente:

$$P = X F_r + Y F_a$$

Donde:

$F_r$ : es la carga radial que se aplica sobre el rodamiento

$F_a$ : es la carga axial que se aplica sobre el rodamiento

$X, e, Y$ : son valores adimensionales que varían para cada tipo de rodamiento.

Por ejemplo, en la tabla número 2 se muestran los valores de estas variables para el caso de rodamientos radiales de bolas con juego normal, para obtener los valores de:  $e, Y, X$ .

Tabla II. **Factores para el cálculo de los rodamientos rígidos de una hilera de bolas**

Juego normal			
$F_a/C_0$	$e$	$X$	$Y$
0,025	0,22	0,56	2
0,04	0,24	0,56	1,8
0,07	0,27	0,56	1,6
0,13	0,31	0,56	1,4
0,25	0,37	0,56	1,2
0,5	0,44	0,56	1

Fuente: **Catálogo General SKF**, página 35

Se desarrollarán dos fórmulas para la vida útil: vida nominal [ $L_{10}$ ]; vida nominal ajustada [ $L_{na}$ ]

a) Vida nominal:

$$L_{10} = (C / P)^p$$

Donde:

$L_{10}$ : es la vida estimada en millones de revoluciones.

C: es la capacidad de carga dinámica.

P: es la carga equivalente sobre el rodamiento, se calcula en la función de las cargas radiales y axiales que afectan al rodamiento, su fórmula depende del tipo de rodamiento a utilizar. Y p es tres para los rodamientos de bolas y 10/3 para los rodamientos de rodillos.

La vida nominal puede expresarse en otras unidades más adecuadas al problema que se analiza, de esta forma se tiene:

$$L_{10h} = (1000000 / 60 n) L_{10}$$

Donde:

$L_{10h}$ : es la vida estimada en horas de funcionamiento.

n: es la velocidad del eje en revoluciones por minuto.

b) Vida nominal ajustada

$$L_{na} = a_1 a_{23} L_{10}$$

Donde:

$a_1$  es el factor correspondiente a la fiabilidad del rodamiento, este factor se obtiene de la tabla número 3, se puede observar que la fiabilidad mínima es de 90% y que es imposible asegurar un 100%.

Tabla III. Valor del factor  $a_1$

Valor del factor $a_1$	
Fiabilidad %	$a_1$
90	1
95	0,62
96	0,53
97	0,44
98	0,33
99	0,21

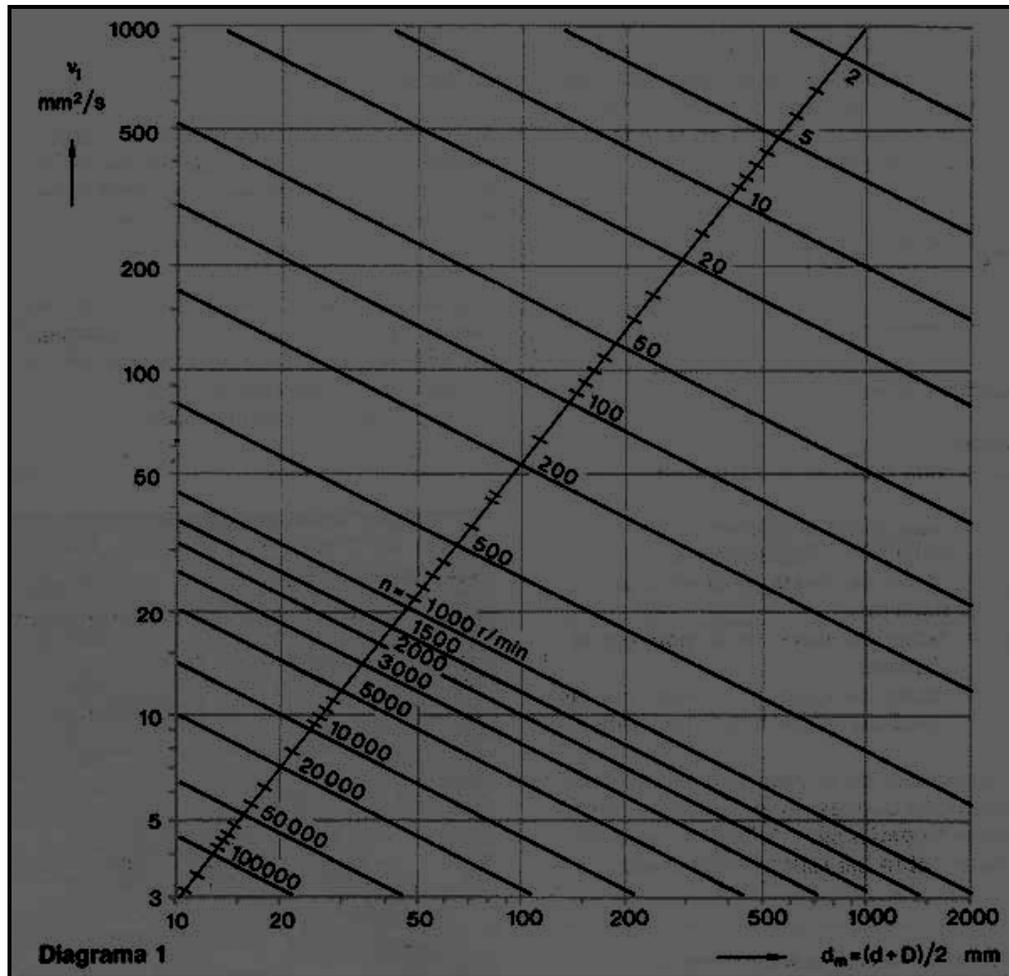
Fuente: **Catálogo General SKF**, página 35

$a_{23}$  es un factor que considera la calidad de la lubricación y su obtención requiere el uso de dos gráficos: gráfica 1 y gráfica 2.

Se necesita conocer las dimensiones básicas del rodamiento, su diámetro exterior  $D$  y su diámetro interior  $d$ . Esto significa que es preciso tener un rodamiento y calcular su vida útil, según las condiciones del problema.

Con las dimensiones principales del rodamiento se calcula el promedio  $d_m = ( D + d ) / 2$  y se entra al gráfico por el eje horizontal. A continuación se sube hasta tocar la línea inclinada correspondiente a la velocidad de giro del eje en revoluciones por minuto. Se sale horizontalmente hasta cortar el eje vertical del gráfico, obteniendo el valor de la viscosidad cinemática  $v_1$  requerida por el rodamiento.

Figura 7. Gráfica de viscosidad cinemática



Fuente: Catálogo General SKF, página 36

El siguiente gráfico entrega la viscosidad cinemática que se tiene en la realidad, considerando el lubricante utilizado y la temperatura de operación. Para iniciar el proceso, se ubica el valor de la viscosidad del lubricante a utilizar en la siguiente tabla 4.

Tabla IV. Viscosidad cinemática a 40 grados centígrados

Clase ISO de viscosidad	Viscosidad cinemática a 40 °C		
	media	mín	máx
	mm <sup>2</sup> /s		
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242

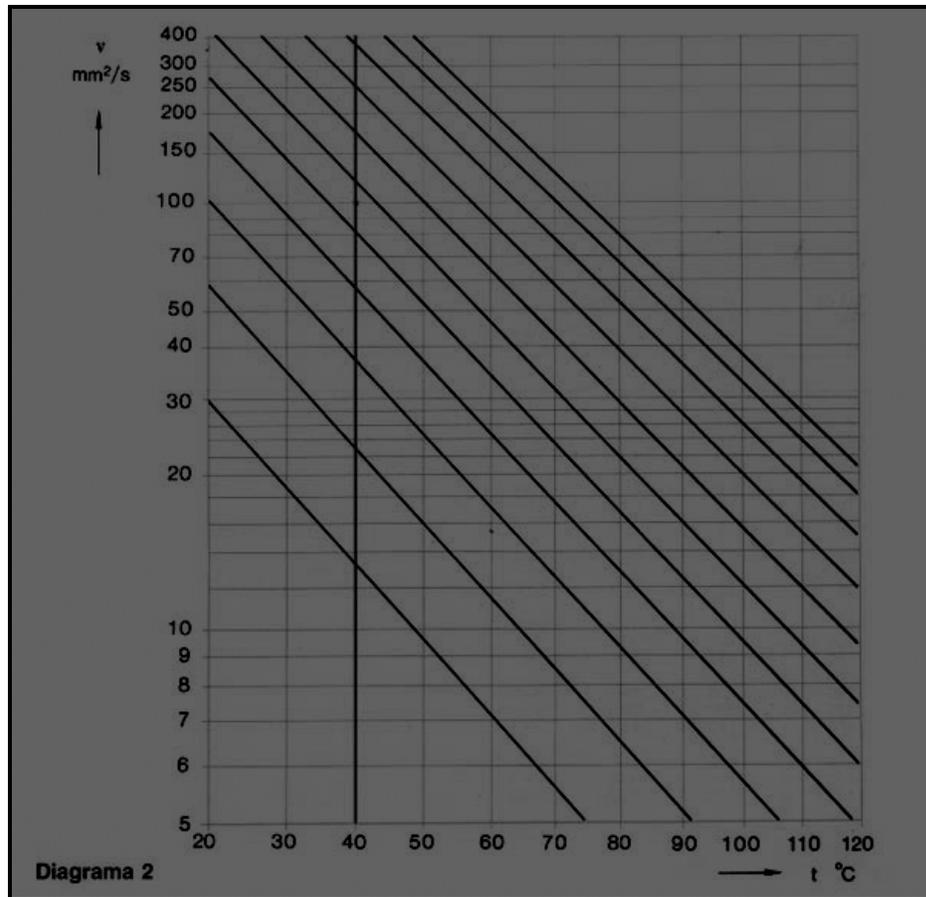
(Continúa...)

ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

Fuente: **Catálogo General SKF**, página 38

Conocida la viscosidad se observa que este valor se entrega para una temperatura de referencia de 40°C, por ello, se ubica en el gráfico siguiente la línea vertical que representa 40°C y sobre ella se ubica la viscosidad nominal del aceite utilizado. Realizado esto, se mueve sobre una línea inclinada paralela a las líneas inclinadas que se muestran en el gráfico hasta cortar con la temperatura de operación de la máquina. Una vez ubicado el punto en cuestión, se lee en el eje vertical la viscosidad cinemática  $v$  de que se dispone. Por ejemplo un aceite ISO VG 68 tiene una viscosidad media de 68 mm<sup>2</sup>/s a 40°C, si la temperatura sube a 70 °C la viscosidad media desciende a 19 mm<sup>2</sup>/s aproximadamente, si en cambio, la temperatura baja a 30°C, la viscosidad media sube a 115 mm<sup>2</sup>/s aproximadamente.

Figura 8. Gráfica de viscosidad media

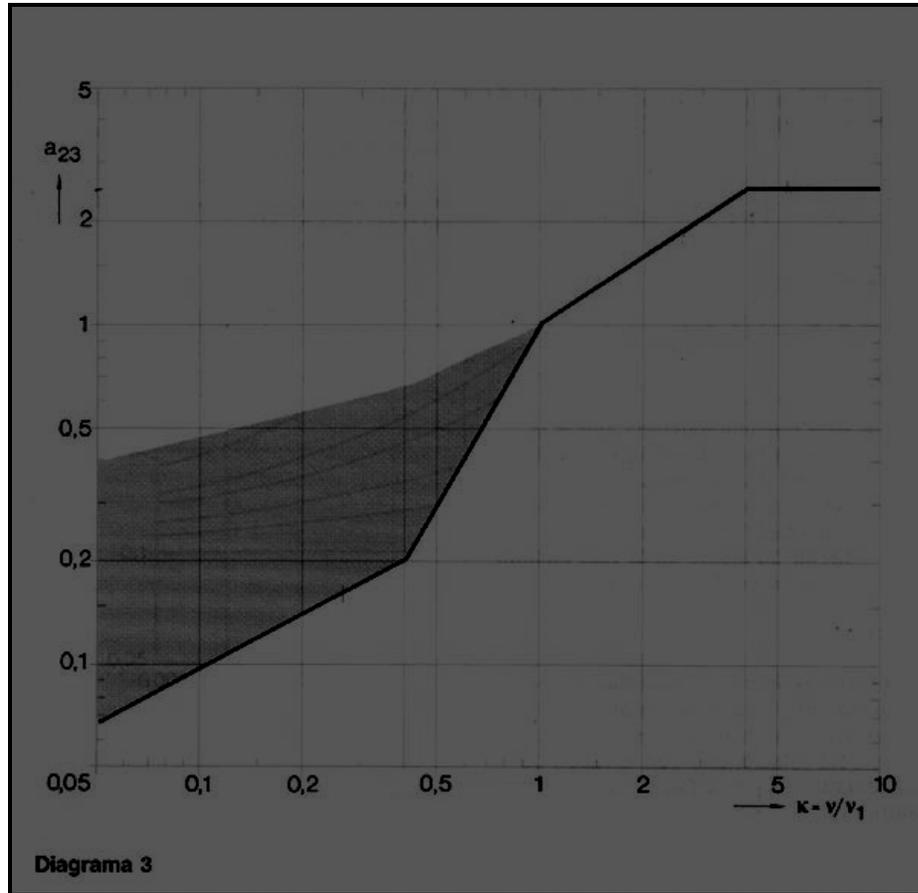


Fuente: Catálogo General SKF, página 37

Finalmente en el gráfico que sigue a continuación, se ingresa por el eje horizontal con  $v = v / v_1$  hasta cortar la línea quebrada y se lee en el eje vertical el valor del factor  $a_{23}$ .

La zona sombreada que aparece el gráfico 3 corresponde a una zona alcanzable con la aplicación de aditivos al aceite.

Figura 9. Gráfica de valor del factor  $a_{23}$



Fuente: Catálogo General SKF, página 39

## 2.2 Retenedores

También llamados sellos, realizan dos funciones importantes:

- Retener el lubricante.
- Evitar la entrada de material extraña al balero.

Cuando los baleros no son autosellados se debe prever su sellado. Hay varios diseños de sellos y la selección de uno de estos depende de lo que se espera del sello.

- El tipo de lubricante.
- La fuga o derrame permitido.
- Las condiciones de temperatura.
- La velocidad en la superficie de la flecha.
- Algunas otras condiciones ambientales y de operación.
- Naturaleza del material a evitarse (es decir, líquido, sólido o polvo, etc.).

### 2.2.1 Tipos de retenedores

Básicamente hay tres clases de sellos:

**a) Sellos de contacto:** se obtienen en tiras simples de fieltro para ensamblarlas como resortes en los bordes. Los sellos de esta clase quedan en contacto íntimo con la flecha y ésta debe tener cierta clase de acabado. En algunos casos se requiere tener superficie plana con rebaje de 0.02 plg. (20 milésimas). Los sellos de contacto limitan la velocidad de la superficie de la flecha debido al arrastre friccional y al aumento de temperatura resultante en el área del balero.

Dependiendo del diámetro de la flecha, el material y diseño del sello, las velocidades de rozamiento (superficie) de las flechas están limitadas a valores entre 500 a 1,000 pies/min., para fieltro y de 200 a 3,000 pies/min. para sellos de contacto de borde.

**b) Sellos de borde:** son de varios materiales tales como cuero, elastómeros, sintéticos, plásticos o laminados. Los sellos de fieltro se usan en combinación con los sellos de borde y con los de laberinto, debido a que su “efecto de empaquetadura” tiende a absorber el líquido contaminante para efectuar un “sellado por el exterior” o bien absorber el aceite para también tener un “sellado por dentro”. Los sellos de fieltro son buenos porque rechazan a los polvos y material sólido. Los sellos de borde son excelentes para hacer sellado contra sólidos, líquidos, y gases a presiones moderadas. Con frecuencia se usa un sello de tipo axial para sellado de líquidos y gases a presiones de valor medio a elevado y para velocidades altas. El sello de tipo axial es muy efectivo, aunque es caro y de alineamiento preciso.

**c) Sellos de laberinto o de espacio libre:** son deliberadamente diseñados para proporcionar un claro entre el sello y la flecha en rotación. A diferencia de los sellos de tipo de contacto, la fricción debida al rozamiento y la subsecuente generación de calor no presenta ningún problema en el sello del laberinto. En consecuencia, los sellos del laberinto no restringen la velocidad de la flecha. Por lo general, estos sellos no se usan para casos donde se trabaje contra una presión o para aplicaciones que requieren que el balero esté sumergido en líquidos o sólidos. Éstos se pueden usar desde flechas con espacios libres muy pequeños hasta en sistemas complicados de laberintos con cubiertas y desviadores.

Los sellos de laberinto se construyen de metal o plástico, la selección depende del medio ambiente corrosivo, de las condiciones de temperatura, del material abrasivo, etc. Y por último, está la combinación de sellos de contacto y de laberinto.

### 3. INVENTARIO DEL MANTENIMIENTO

#### 3.1 Método de determinación de las piezas de cambio

Por ser un equipo muy complejo contiene su manual dividido en varias partes, la unidad mecánica, eléctrica, programación y del usuario. En la sección de mecánica se detallan todas las piezas con un tiempo estimado de vida útil, por lo que se determina cuales piezas necesitan cambio, sugeridas por el fabricante.

Con ayuda del programa de mantenimiento preventivo MP2 se tiene una estadística de las piezas que van a necesitar cambio y se aprovecha el tiempo programado para realizar el reemplazo de una vez. Por la experiencia de los operarios de la máquina de cuales son las piezas que sufren mayor desgaste.

#### 3.2 Inventario de las piezas que necesitan reemplazo

Tabla 5. Listado de repuestos

Accionamiento transportador				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
1	17	Retén para ejes	1	35*52*7
1	18	Retén para ejes	1	42*55*7
1	19	Anillo "O"	1	30*2

(Continúa...)

1	20	Anillo "O"	1	95*3
1	21	Anillo "O"	1	140*3
1	23	Rodamiento de bolas	2	6206
1	24	Rodamiento de bolas	2	6306
<b>Columna de estrella</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
2	10	Rodamiento de bolas	1	6012
2	13	Anillo de empaquetadura	1	
2	14	Retén para ejes	1	50*68*8
2	15	Rodamiento de bolas	1	6009
2	16	Anillo "O"	1	
<b>Alojamiento de porta botella</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
3	14	Rodamiento de bolas	48	6204
3	16	Anillo de empaquetadura	24	
<b>Tensor de correa</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
4	10	Rodamiento de bolas	1	6204-RS
<b>Accionamiento porta botella</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
5	25	Rodamiento de bolas	1	6206
5	26	Rodamiento de bolas	1	6206-RS

(Continúa...)

5	33	Retén para ejes	1	35*62*7
5	10	Correa dentada	1	
5	35	Anillo O	1	
<b>Accionamiento unidad del <i>trigger</i> var 1</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
7	15	Rodamiento de bolas	2	6204-RS
7	16	Rodamiento de bolas	2	6002-2RS
<b>Accionamiento unidad del <i>trigger</i> tambor de cuchillas</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
8	16	Rodamiento de bolas	2	6002-LU
<b>Tornillo sinfín accionamiento</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
9	10	Árbol articulado	1	
9	11	Fuelle	1	
9	15	Rodamiento de bolas	1	6205
9	16	Rodamiento de bolas	1	4205 ATN9
9	17	Retén para ejes	1	30*52*7
9	20	Anillo O	1	
<b>Rueda dentada con embrague</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
10	26	Rodamiento de bolas	4	6007-DU

(Continúa...)

10	46	Anillo O	2	47*1.5
10	47	Anillo O	1	35*2
		<b>Tornillo sinfín</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
11	17	Correa dentada	1	
		<b>Engranaje</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
12	48	Correa trapezoidal	1	
		<b>Cabeza de centrado completa</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
13	4	Rodillo de leva	48	
13	6	Arandela	48	
13	7	Casquillo	120	
13	8	Casquillo	144	
13	9	Arandela de seguridad	72	
13	11	Anillo	144	
13	13	Resorte de compresión	48	
13	14	Resorte de compresión	48	
13	15	Anillo	24	
		<b>Campana de centrado</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
14		Campana de centrado		

(Continúa...)

<b>Dispositivo de soplete</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
15	7	Resorte de compresión	24	
15	9	Casquillo		
15	11	Anillo "O"		10*2.5
<b>Accionamiento para cilindro de vacío</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
16	13	Resorte de compresión	16	
16	15	Indicador	2	
16	24	Rodamiento de bolas	4	6208
16	25	Retén para ejes	2	50*80*8
<b>Rueda intermedia</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
17	5	Rodamiento de bolas	4	6206
<b>Conjunto de rodillos de transporte</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
18	13	Rodamiento de bolas	4	6004
18	15	Retén para ejes	4	25*42*7
18	18	Anillo "O"	2	10*2.5
<b>Conjunto de rodillos de transporte</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
19	11	Rodamiento de bolas	2	6001-2RS1

(Continúa...)

<b>Cilindro</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
20	6	Anillo "O"	4	23*2
20	7	Anillo "O"	4	
20	8	Empaquetadura	4	
20	9	Empaquetadura	2	
<b>Bomba de adhesivo</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
21	12	Anillo "O"	6	40*3
<b>Conjunto etiquetador <i>hot melt</i></b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
23	32	Casquillo	2	
23	51	Resorte de compresión	2	
23	60	Casquillo sinter	2	
23	62	Casquillo du	4	
23	64	Disco deslizante	4	
23	67	Disco	4	
23	75	Rodamiento de bolas	6	6206
23	82	Retén para ejes	2	35*62*7
<b>Rasqueta de adhesivo</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
24	3	Raspador	2	

(Continúa...)

24	4	Rasqueta de adhesivo	2	
24	5	Placa de guía	8	
24	8	Rasqueta de canto	2	
		<b>Accionamiento</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
25	13	Rodamiento de bolas	4	6008
		<b>Rueda intermedia</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
26	7	Rodamiento de bolas	4	6206
		<b>Rueda intermedia</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
27	13	Rodamiento de bolas	4	6208
		<b>Accionamiento</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
28	13	Rodamiento de bolas	4	6208
		<b>Accionamiento del conjunto etiquetador</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
29	10	Árbol articulado	4	
		<b>Tambor de cuchillas</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo

(Continúa...)

30	9	Rodamiento de bolas	4	6008
		<b>Guía de corredera de 0.6 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
31	5	Resorte de compresión		12
31	8	Rodillo de leva		6
		<b>Cilindro de vacío 0.6 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
32	5	Palanca de rodillo	6	
32	9	Pinza	24	
32	14	Resorte de tensión	6	
32	113	Barandilla	12	
32	114	Yunque	18	
32	115	Barandilla	12	
		<b>Cojinete oscilante 0.6 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
33	1	Pieza de sujeción	12	
33	5	Resorte de compresión	12	
33	3	Casquillo du	12	
		<b>Polea</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
34	11	Anillo de seguridad	2	
34	12	Rodamiento de bolas	4	6004-H

(Continúa...)

<b>Conjunto de péndulo con rodillos tensores</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
35	19	Rodamiento de bolas	4	6204-RS
35	20	Rodamiento de bolas	20	6004-H
<b>Dispositivo cortador</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
36	18	Cuchilla cortador	2	
36	25	Resorte de compresión	6	
36	27	Resorte de compresión	6	
36	31	Rodamiento de rodillos	4	30210
36	32	Rodamiento de rodillos	4	30205/Q
36	33	Casquillo du	4	
36	36	Retén para ejes	2	50*80*8
36	38	Retén para ejes	2	30*40*7
36	39	Anillo de empaquetadura	2	
36	40	Anillo "O"	2	
36	48	Resorte de taza	52	
36	51	Anillo "O"	4	
36	53	Indicador	2	
36	62	Tornillo	6	
36	102	Aceite lubricante	2	
<b>Conjunto automático de corte y unión</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo

(Continúa...)

37	48	Resorte de compresión	8	
37	93	Anillo de empaquetadura	4	
37	29	Barandilla	4	
37	31	Barandilla	4	
37	32	Barandilla	4	
37	33	Barandilla	4	
		<b>Estación de alisamiento de etiquetas 0.6 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
38	1	Rodillo de esponja	2	
38	2	Plato	4	
		<b>Guía de corredera de 0.5 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
39	5	Resorte de compresión		12
39	8	Rodillo de leva		6
		<b>Cilindro de vacío 0.5 litros</b>		
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
40	5	Palanca de rodillo	6	
40	9	Pinza	18	
40	14	Resorte de tensión	6	
40	113	Barandilla	12	
40	114	Yunque	12	
40	115	Barandilla	12	

(Continúa...)

<b>Estación de alisamiento de etiquetas 0.5 litros</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
41	1	Rodillo de esponja	2	
41	2	Plato	4	
<b>Cojinete oscilante 0.5 litros</b>				
Grupo	Posición	Descripción	Cantidad	Medida/tipo
42	1	Pieza de sujeción	12	
42	5	Resorte de compresión	12	
42	3	Casquillo du	12	

Fuente: **Manual mecánico de máquina Contirroll**

### 3.3 Descripción de las piezas y componentes del servicio

- **Anillo O:** es un retenedor en forma de anillo. y se utiliza en el interior de una unión.
- **Anillo de empaquetadura:** empaque de forma plana, que se encuentra en medio de dos coplas para evitar alguna fuga.
- **Correa dentada:** es una faja con dientes para transmisión de movimiento entre dos poleas dentadas.
- **Guarnición:** es la base del plato porta botellas, donde se reposa el envase mientras es etiquetado.
- **Árbol articulado:** es una transmisión o eje cardan que conecta dos movimientos y los mantiene sincronizados.
- **Fuelle:** guarda de hule en forma de espiral que se utiliza para proteger alguna transmisión de la humedad y el polvo.

- **Rodillo de leva:** es un rodillo que sigue la leva para que el eje se mueva de acuerdo a la forma de la leva.
- **Arandela:** se utiliza para sujetar mejor un tornillo en una rosca.
- **Casquillo:** es una pieza de bronce que sirve para proteger o separar un eje, también hace la función de un cojinete estacionario.
- **Arandela de seguridad:** se utiliza para sujetar mejor un tornillo en una rosca y evitar que se desenrosque.
- **Indicador:** es un manómetro de presión de aire.
- **Disco y disco deslizante:** se utilizan para que gire un cilindro sobre una base y evitar la fricción.
- **Raspador:** elimina el exceso de adhesivo que se aplica en la etiqueta.
- **Rasqueta de adhesivo:** es por donde cae el adhesivo al cilindro engomador.
- **Placa Guía:** lugar por donde resbala el pegamento.
- **Rasqueta de canto:** es por donde retorna el adhesivo al depósito.
- **Palanca de rodillo:** es una palanca que le da movimiento a las pinzas del cilindro por medio de un rodillo seguidor de leva.
- **Pinza:** son los dedos del cilindro de vacío que sostienen la etiqueta y la entregan al envase.
- **Barandilla:** es una pieza del cilindro de vacío que sostiene la parte donde se encuentran los orificios del vacío.
- **Yunque:** es una pieza del cilindro de vacío donde se encuentra montada la parte donde están los orificios del vacío.
- **Pieza de sujeción:** es la parte donde se agarra el cilindro de vacío para desmontarlo.
- **Rodillo de Goma:** es un eje que está forrado por un rodillo de goma, para apretar la etiqueta hacia el rodillo que entrega la etiqueta a la unidad de corte.

## **4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN COMPUTADORA**

### **4.1 Justificación del programa de mantenimiento preventivo**

La industria a medida que pasa el tiempo, se vuelve más avanzada tecnológicamente, por lo que es importante asegurar la rentabilidad, con un programa de mantenimiento preventivo.

Con el programa se pueden reducir costos de mantenimiento, reduciendo tiempos por falla mecánica y también cambiando los repuestos a tiempo y no antes de lo necesario.

Con el Programa MP2 se tiene un historial de los mantenimientos que se realizan en los equipos y en caso de cualquier consulta sólo se busca el equipo deseado.

### **4.2 Objetivos del programa de mantenimiento**

- a) Tener un historial del mantenimiento que se realice en cada equipo para analizar costos.
- b) Llevar control de las órdenes de trabajo de mantenimiento.
- c) Reducir costos por paros mecánicos y cambios innecesarios de repuestos.
- d) Mantener repuestos necesarios para los equipos.

### **4.3 Procedimiento del programa de mantenimiento preventivo**

El programa MP2 organiza y realiza un seguimiento del inventario de los equipos y de los repuestos que están disponibles, también administra los costos del equipo tomando en cuenta la mano de obra, los repuestos utilizados y el tiempo utilizado. Se pueden sacar estos valores porque está enlazado con la planilla de los trabajadores y de esa forma se obtiene el valor de la mano de obra, según el tiempo que se halla utilizado. El programa se divide en módulos de trabajo para después enlazar con el fin de realizar un buen trabajo.

En el módulo de equipo ingresar una base de datos de los equipos y maquinaria que existe en la empresa. Como el tipo de equipo, número de serie, número de modelo, fecha de compra. Registra las fallas del equipo de cada tipo, incluyendo las razones de las fallas y las soluciones, luego se hace el seguimiento de las tendencias de las roturas para solucionar problemas. Crear códigos para cada equipo como más convenga, puede ser según su ubicación y después ir desglosando hasta llegar a cada parte del equipo.

Se crean órdenes de trabajo y también se codifican según el tipo de trabajo que se realice. Por ejemplo si es un cambio de pieza, el código de la orden empieza con las letras (CAM) y luego se escribe el código del equipo. Se crean tipos de órdenes como convenga, puede ser un cambio (CAM), verificación (VER), limpieza (LIM).

Teniendo ya los códigos de los equipos y las órdenes de trabajo se pueden programar tareas de mantenimiento preventivo. Este paso se realiza analizando cada equipo y con ayuda del manual, también basándose en la experiencia y el historial del equipo, se pueden programar tareas de mantenimiento preventivo.

Por ejemplo, si se tiene historial de que un cojinete se cambia cada seis meses porque falla, se puede programar que genere una orden de cambio de cojinete cada cinco meses y de esa manera no se para la producción por falla mecánica.

En el módulo de inventario de repuestos que existen en el almacén, puede generar órdenes de compra de repuestos que se necesiten por las tareas de mantenimiento.

En el módulo de mano de obra se ingresan códigos múltiples de salarios para los empleados que realizan distintos tipos de tareas o trabajan en distintos turnos.

En el módulo de compra genera automáticamente cotizaciones de los repuestos que se necesiten próximamente, para anticiparse a una falla y evitar que no exista repuesto en bodega.

En el módulo de reportes y análisis en base al historial de las tareas de mantenimiento, puede realizar reportes y análisis de costos por mantenimiento en un tiempo determinado. Con esta ayuda se puede observar la tendencia de las fallas mecánicas de los equipos y ver su rentabilidad.

En el módulo de programación de tareas de mantenimiento se registra el tiempo de paro de las veces que se ha realizado para programar el tiempo necesario y realizar el trabajo de mantenimiento.

En el módulo de seguridad se crean cuentas de usuarios y contraseñas, así limitando el acceso al menú creando sólo campos de lectura para que no los pueda modificar alguna persona que no sepa utilizar el programa.

En el módulo de mantenimiento estadístico predictivo utilizando los controles del proceso estadístico para predecir y prevenir fallas del equipo. El programa alerta cual deberá ser el equipo a chequear basándose en los resultados estadísticos.

En el módulo de tareas, se crean registros de las mismas para las tareas repetitivas de mantenimiento. Asigna tareas a personas específicas para que sean realizadas. En las tareas de mantenimiento están las instrucciones, procesos de seguridad, proceso de reparación, etc.

En el módulo de órdenes de trabajo, se generan órdenes de trabajo para mantenimientos programados, actualiza la mano de obra, partes y comentarios de la orden realizada.

En el módulo de requisiciones de trabajo se crean requisiciones de mantenimiento relacionado con el equipo y al ser ingresada ésta crea automáticamente la orden de trabajo necesaria.

## **5. PERFIL DEL PERSONAL QUE REALIZA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **5.1 Personal encargado de programar las tareas de mantenimiento**

El puesto de la persona encargada de mantenimiento preventivo y correctivo es denominado Auxiliar de programación de mantenimiento y pertenece al departamento de producción. Su misión es garantizar la programación del mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de la planta.

El perfil definido para ocupar este puesto requiere estudios de ingeniería mecánica o ingeniería mecánica industrial. Se considera ideal que el aspirante posea dos años de experiencia en el campo, desarrollándose en puestos similares para desempeñar el cargo con nivel aceptable y aprovechar el programa al máximo.

### **5.2 Responsabilidades del personal encargado de programar las tareas de mantenimiento**

El encargado del puesto tiene la responsabilidad de desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos y maquinaria de la planta, y garantizar el cumplimiento de todas las órdenes de mantenimiento. También debe llevar un adecuado control de los costos de mantenimiento para no excederse del presupuesto que se tiene destinado.

Es indispensable que se realicen continuamente estudios para determinar las frecuencias de cambio de las piezas de las máquinas. Con ésto se busca evitar paros prolongados por daño en las piezas y programar el cambio de las mismas, coordinándolas con la producción. Además, se minimizan costos por cambiar las piezas antes de tiempo o tener que parar la producción porque alguna de ellas se dañó.

Programar órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y revisar que se estén realizando en la planta de producción, también es responsabilidad del encargado del puesto. Además, debe dar seguimiento y operar las que ya hayan sido realizadas para que el programa las reconozca y las asigne como concluidas. Este procedimiento debe ser realizado diariamente para no alterar el ciclo de la programación.

### **5.3 Personal encargado de realizar el mantenimiento en la máquina**

El personal asignado para realizar las órdenes de trabajo que son emitidas por el encargado de mantenimiento, varía según el tipo de orden que se programe.

Si las órdenes de trabajo están relacionadas con revisión de la máquina, limpieza de componentes y cambio de piezas mecánicas, el encargado es el operador de turno de la máquina a la que se refiera la orden de trabajo. El operador debe tener conocimientos en mecánica y estudios de ingeniería mecánica o ingeniería mecánica industrial. Si la orden de trabajo es de carácter electrónico, existe un departamento de mantenimiento y el encargado es el mecánico electrónico que esté de turno.

Por otra parte, si la orden de trabajo es de carácter eléctrico, existe un mecánico eléctrico de turno que realiza la tarea con ayuda del operador de la máquina.

## CONCLUSIONES

1. Se reducen los tiempos de paro por fallas mecánicas realizando el servicio anual en el tiempo programado.
2. Ingresando el servicio anual al programa de mantenimiento preventivo MP2 programará la orden de trabajo para realizar los cambios de las piezas solicitando un tiempo estimado.
3. Si se le da seguimiento al programa de mantenimiento preventivo, se evitan los paros en producción por mantenimiento correctivo.
4. El programa de mantenimiento es fácil de usar, no se necesita experiencia para su programación.
5. La etiquetadora es una máquina muy compleja que necesita ajustes exactos por su velocidad de giro y no permite tener accesorios dañados para trabajar.

## RECOMENDACIONES

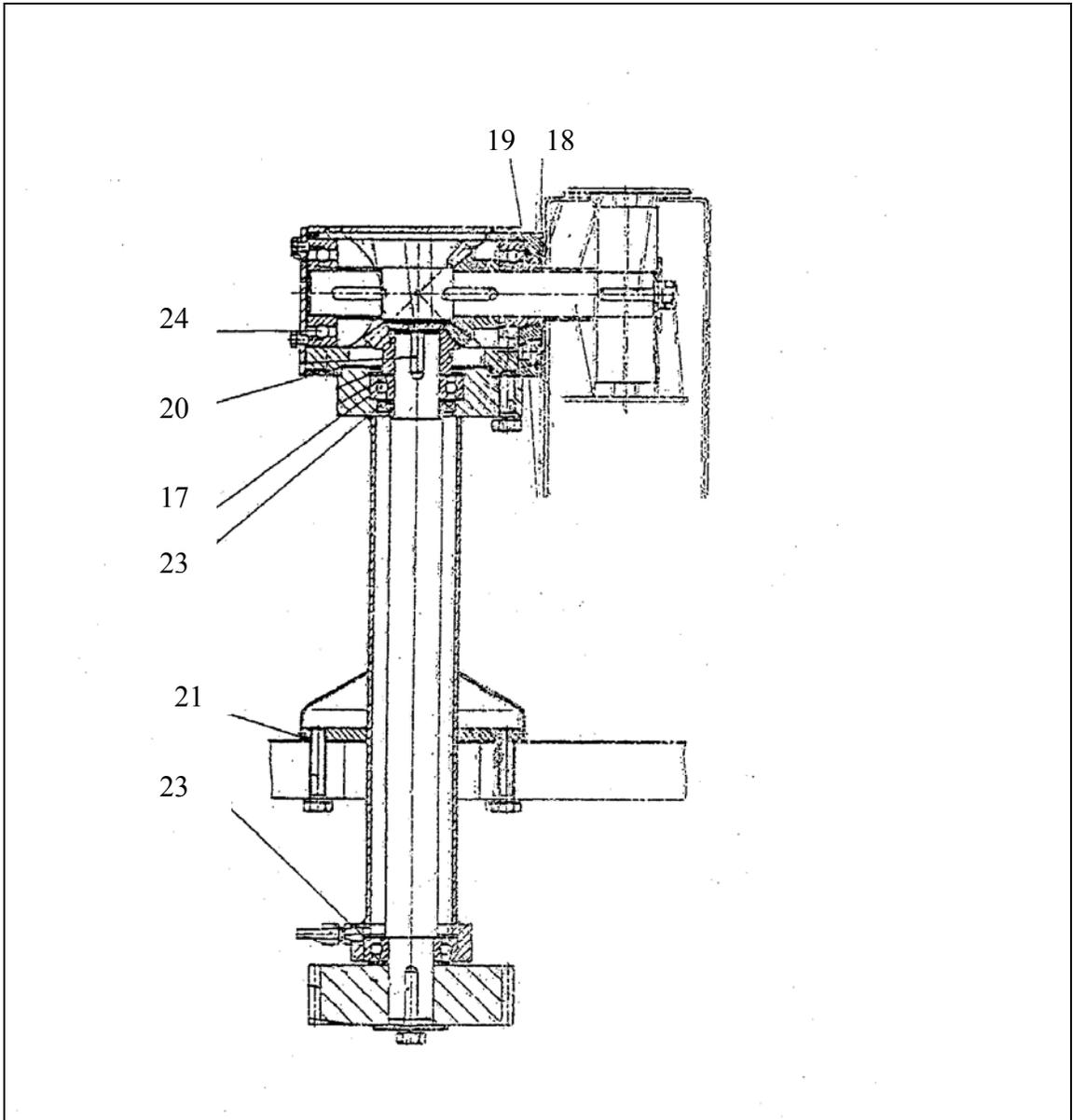
1. Se debe ingresar en el programa el equipo dividido por partes, lo más detallado posible para que se realicen órdenes de trabajo bien definidas. Se debe determinar un período de cambio de piezas antes de que fallen, pero sin desperdiciar mucho tiempo de vida útil del mismo, para no incrementar el costo.
2. Realizar todas las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo para garantizar un buen funcionamiento de las máquinas.
3. Hacer periódicamente gráficas de fallas mecánicas en los equipos con el fin de solucionar los problemas y plantear órdenes de mantenimiento para prevenir los problemas.
4. Capacitar al personal de programación para aprovechar al máximo las funciones del programa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual Mecánico de Máquina Etiquetadora Contirroll s. l . , s.e., s.a.
2. NTN. **Catálogo General de Rodamientos de Bolas y de Rodillos.** CAT.NO.2200-II/S 1966.
3. Shigley, Joseph E. y Charles R. Mischle. **Diseño en ingeniería mecánica.** 6ed. México: McGraw-Hill. 2002.
4. SKF. **Catálogo General de Rodamientos.** CAT. NO.4000 Sp 1989.
5. [www.Datastream.com](http://www.Datastream.com) (junio 2004)
6. [www.Krones.com](http://www.Krones.com) (junio 2004)

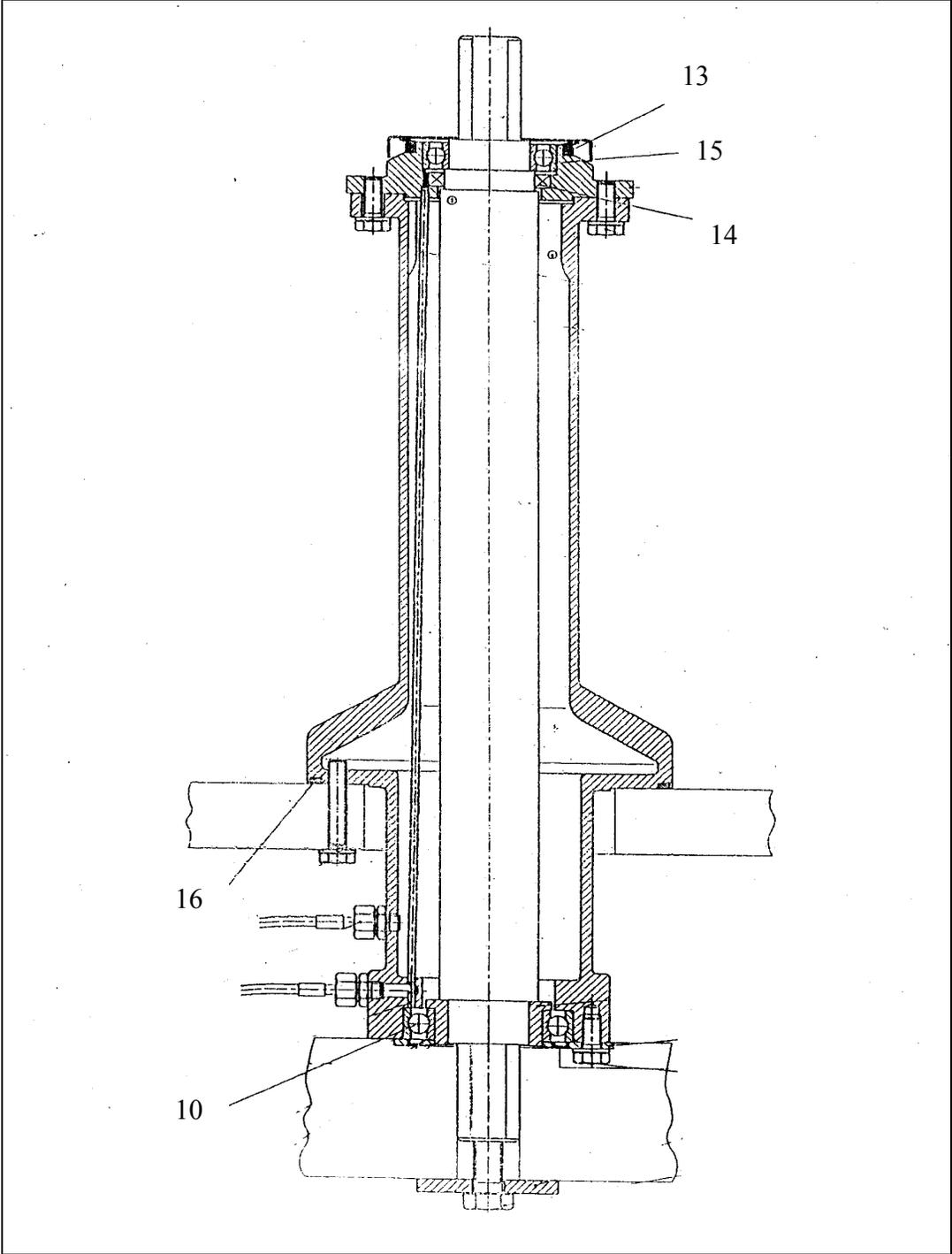
## ANEXOS

Figura 10. Grupo 1



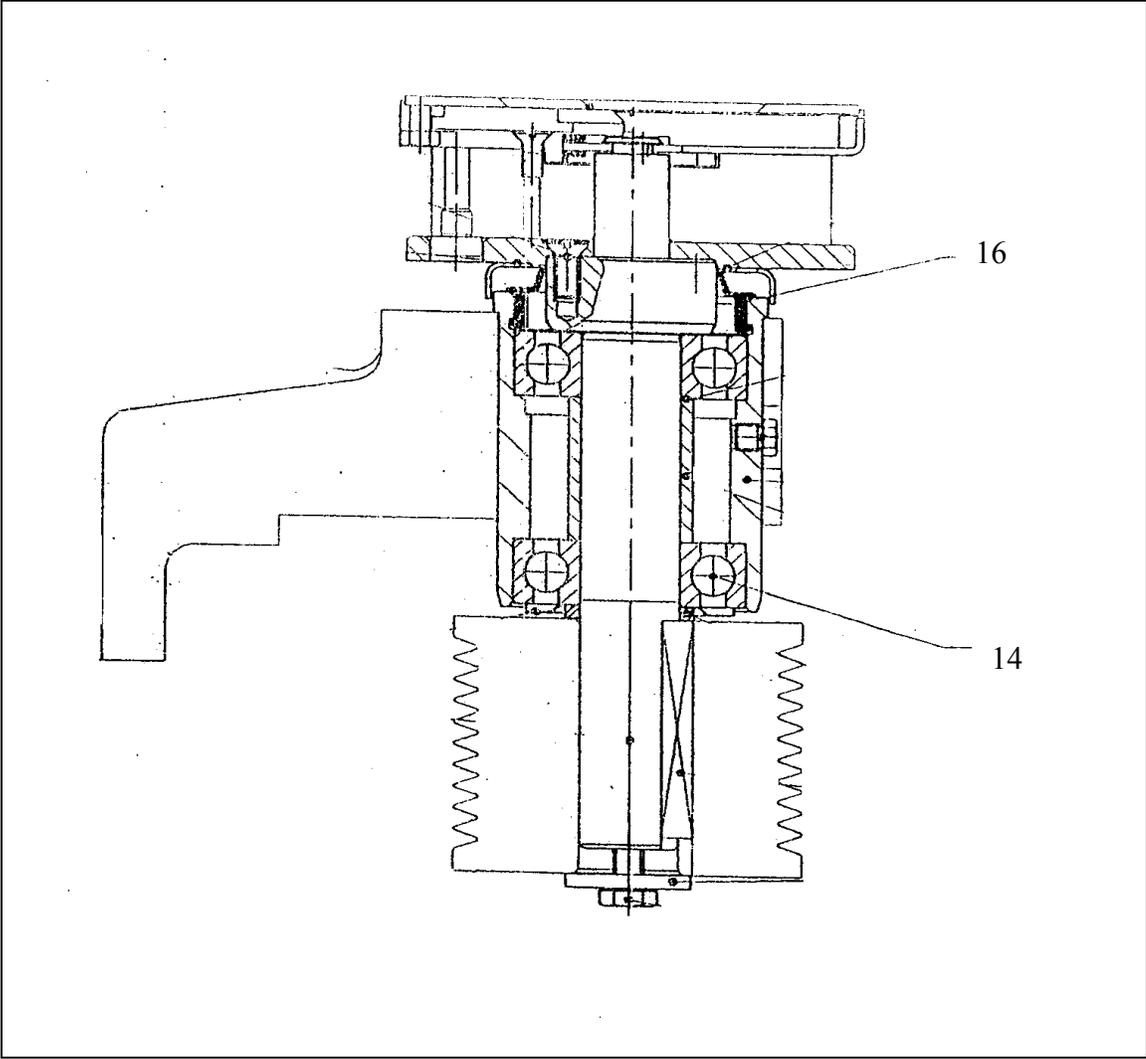
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 11. Grupo 2



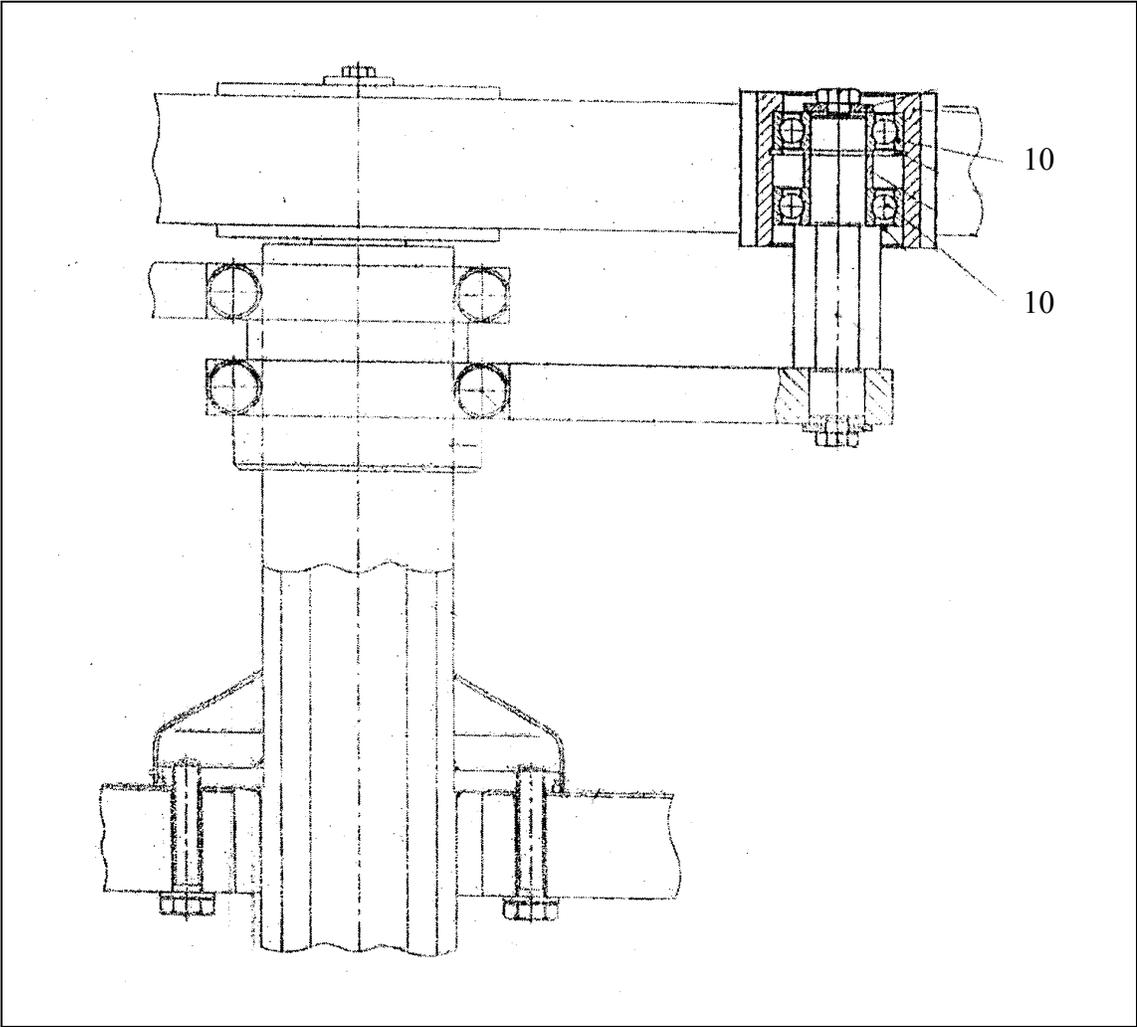
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 12. Grupo 3



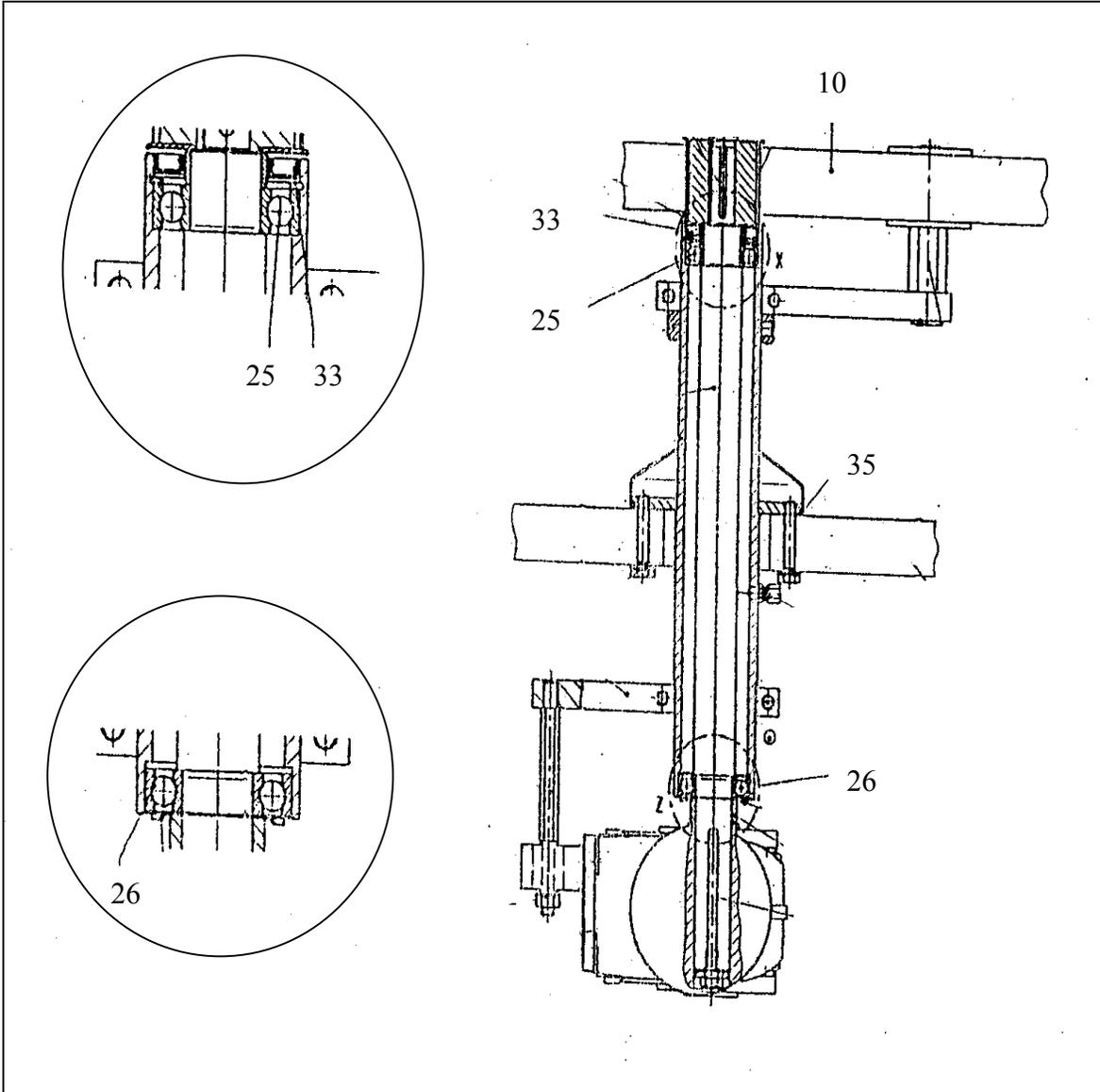
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 13. Grupo 4



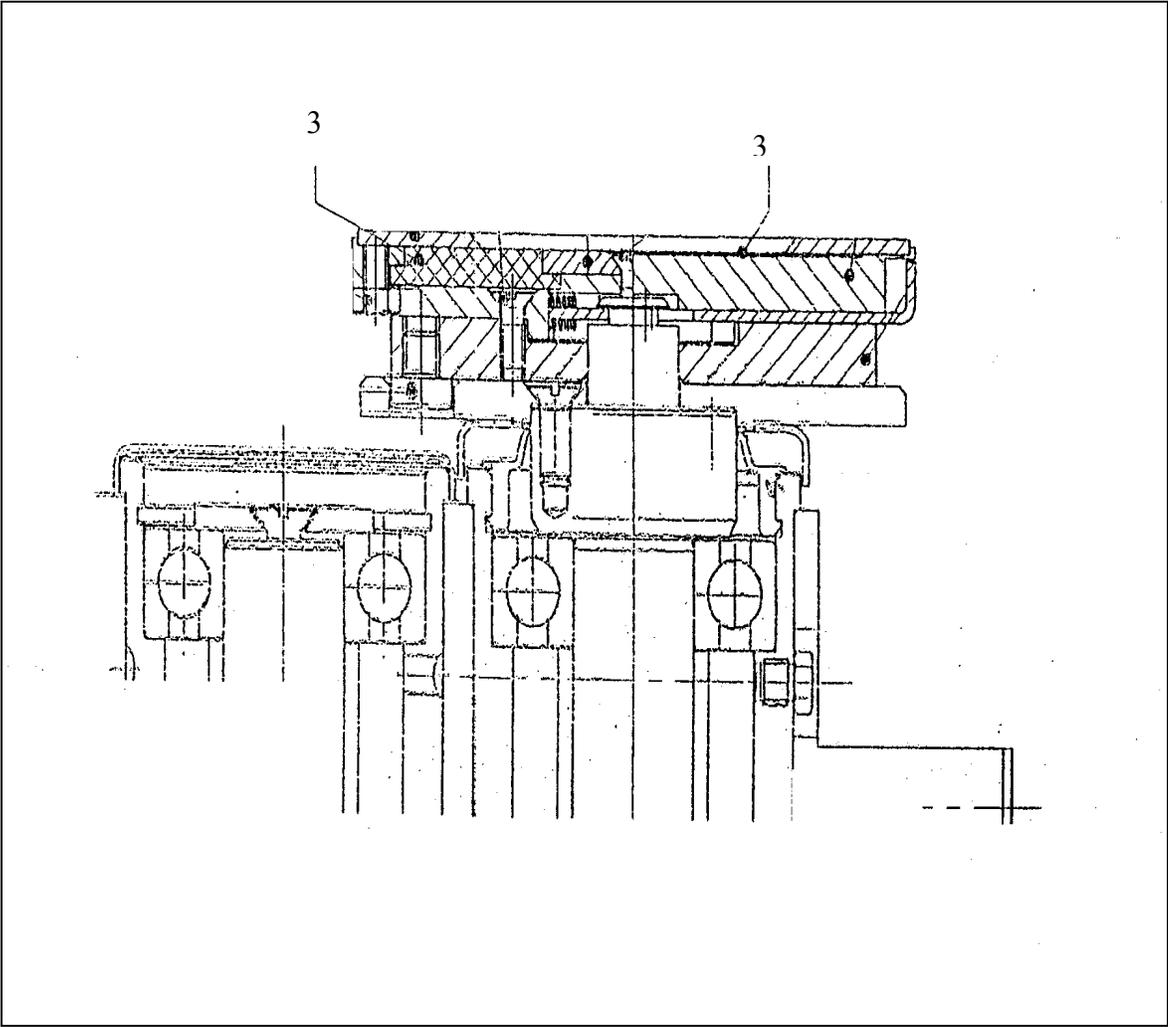
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 14. Grupo 5



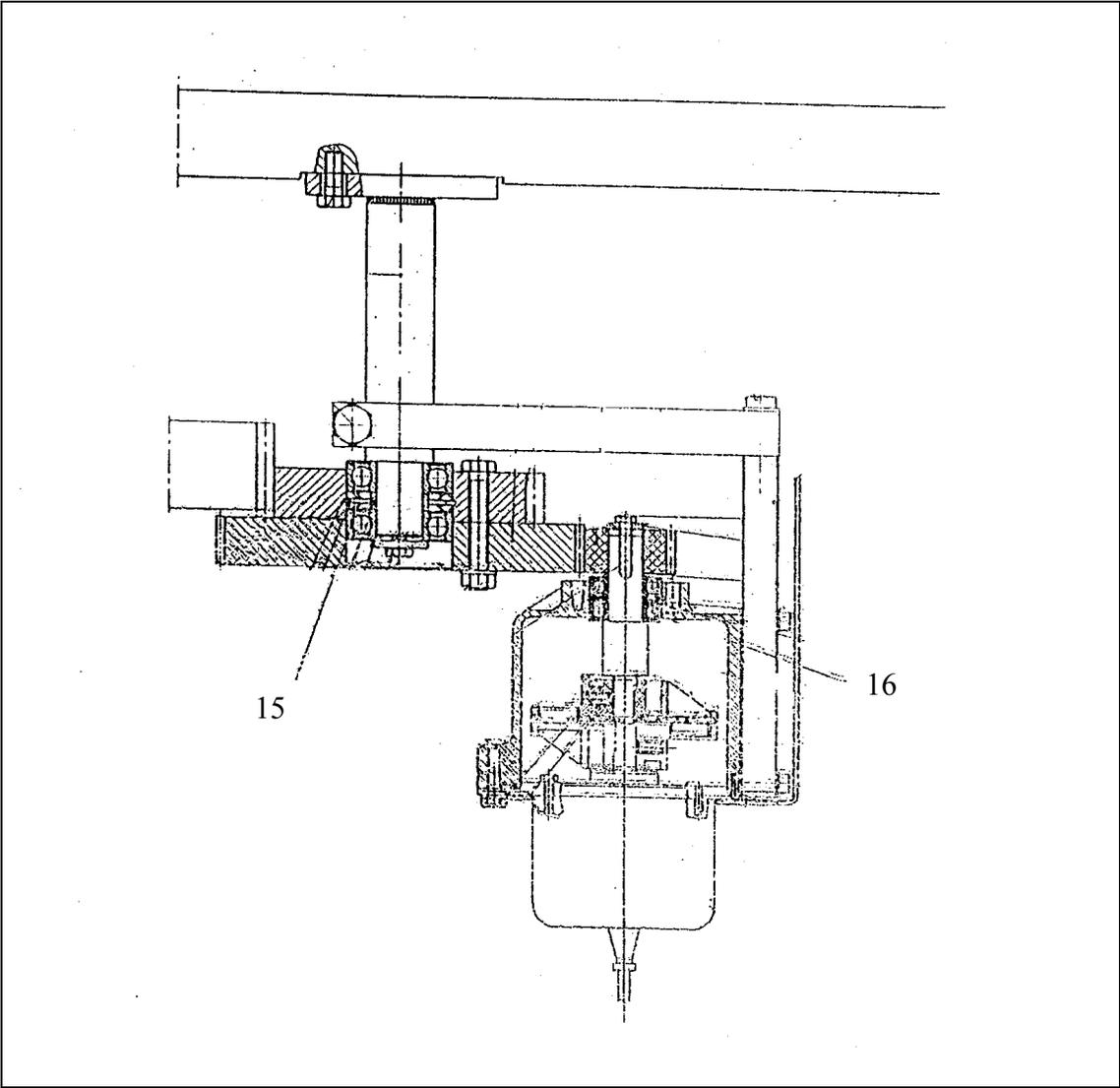
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 15. Grupo 6



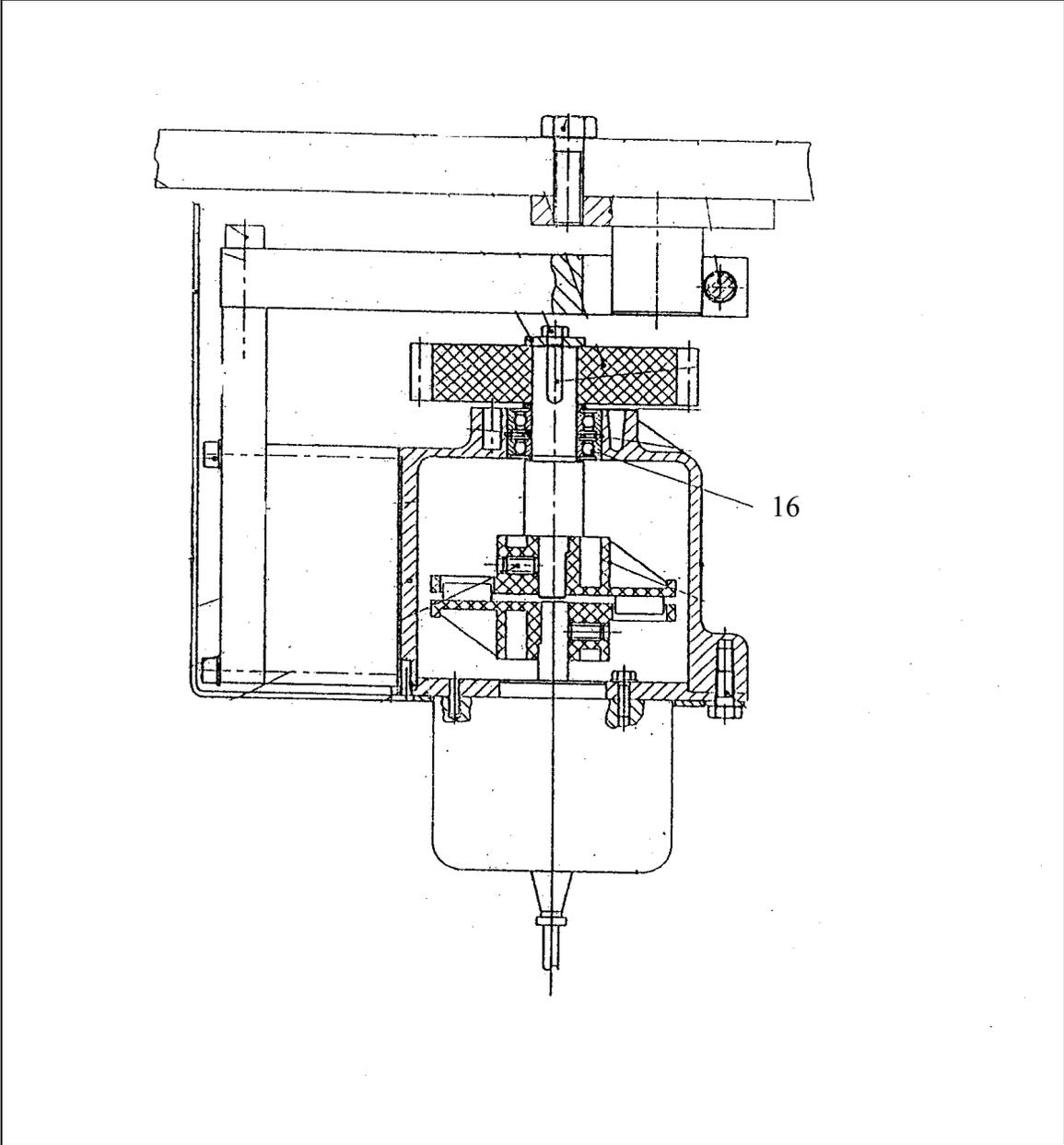
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 16. Grupo 7



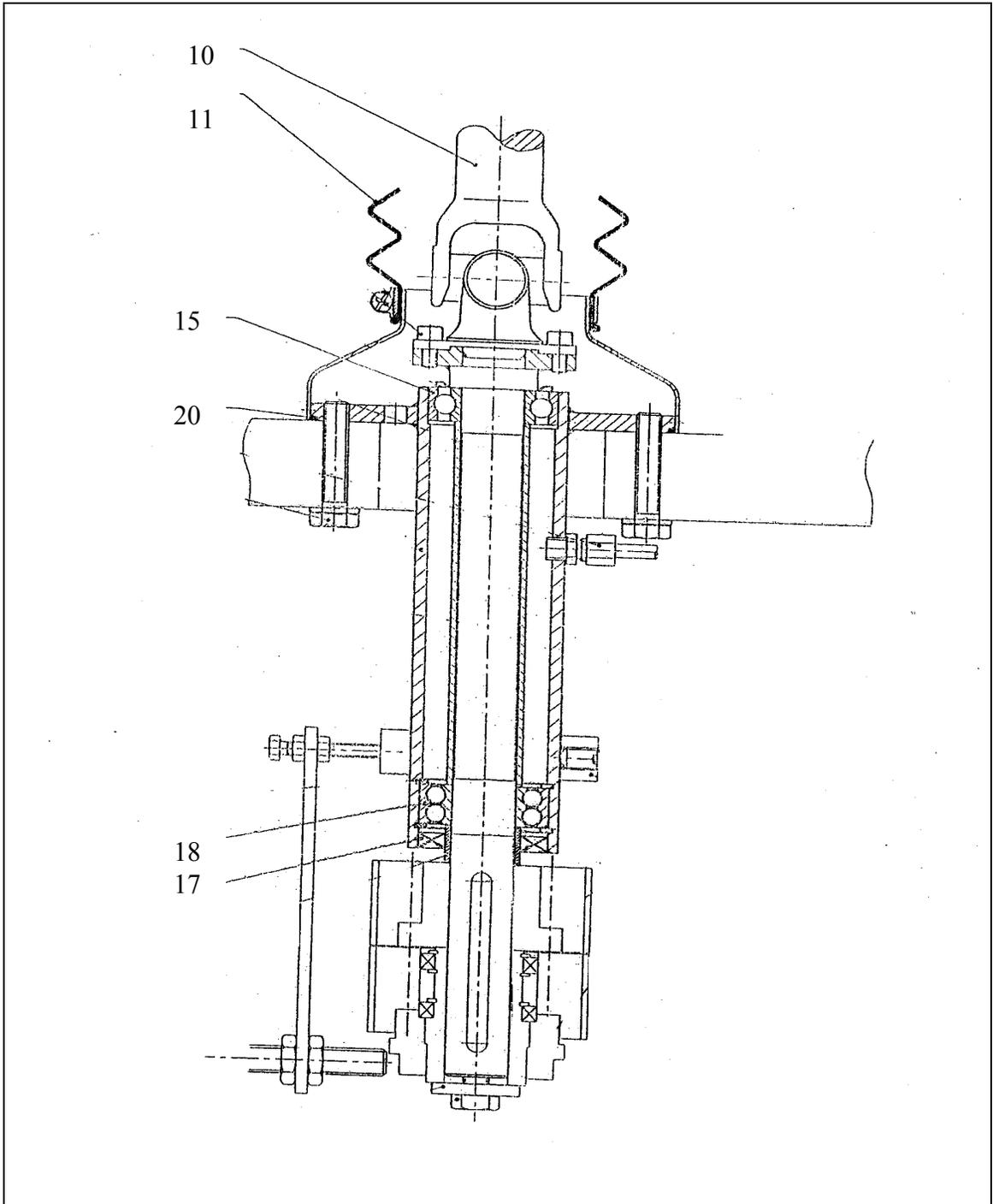
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 17. Grupo 8



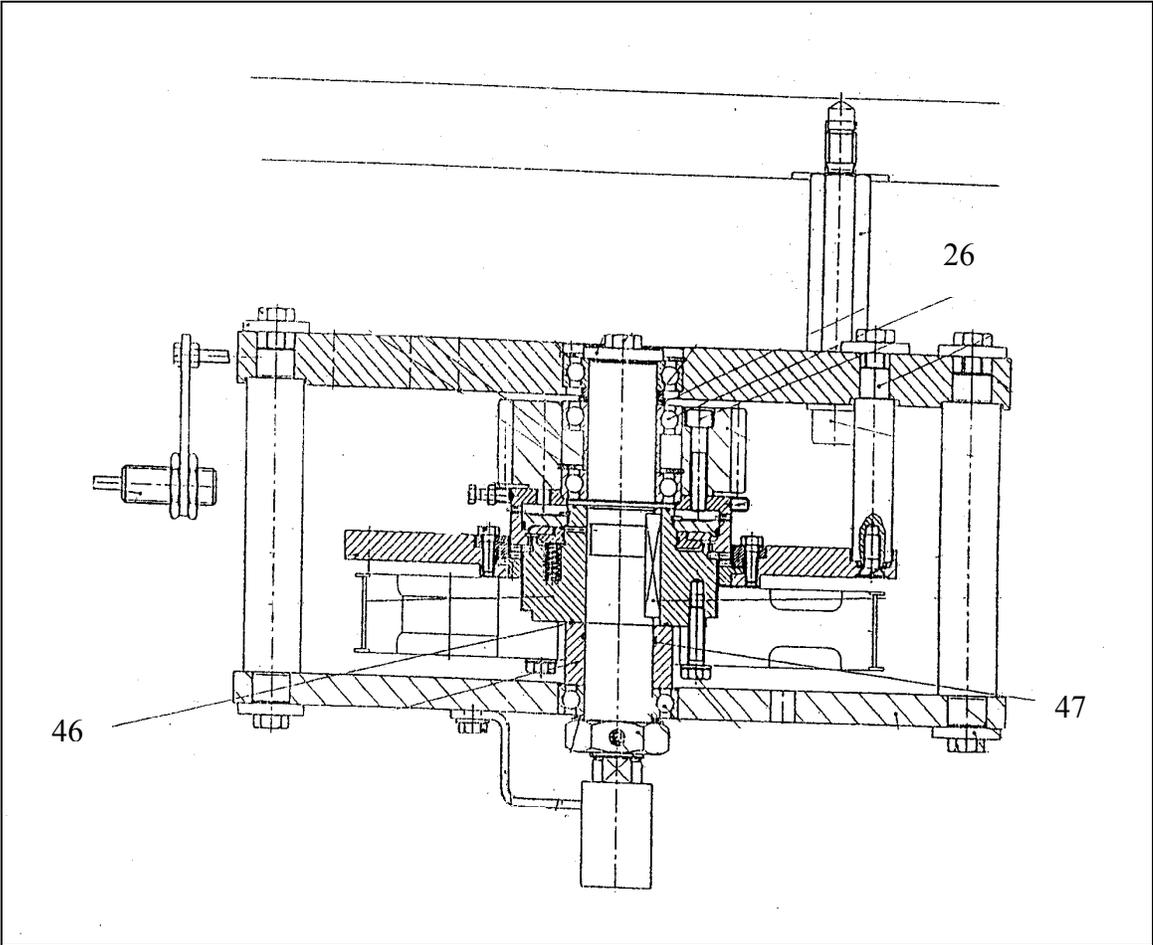
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 18. **Grupo 9**



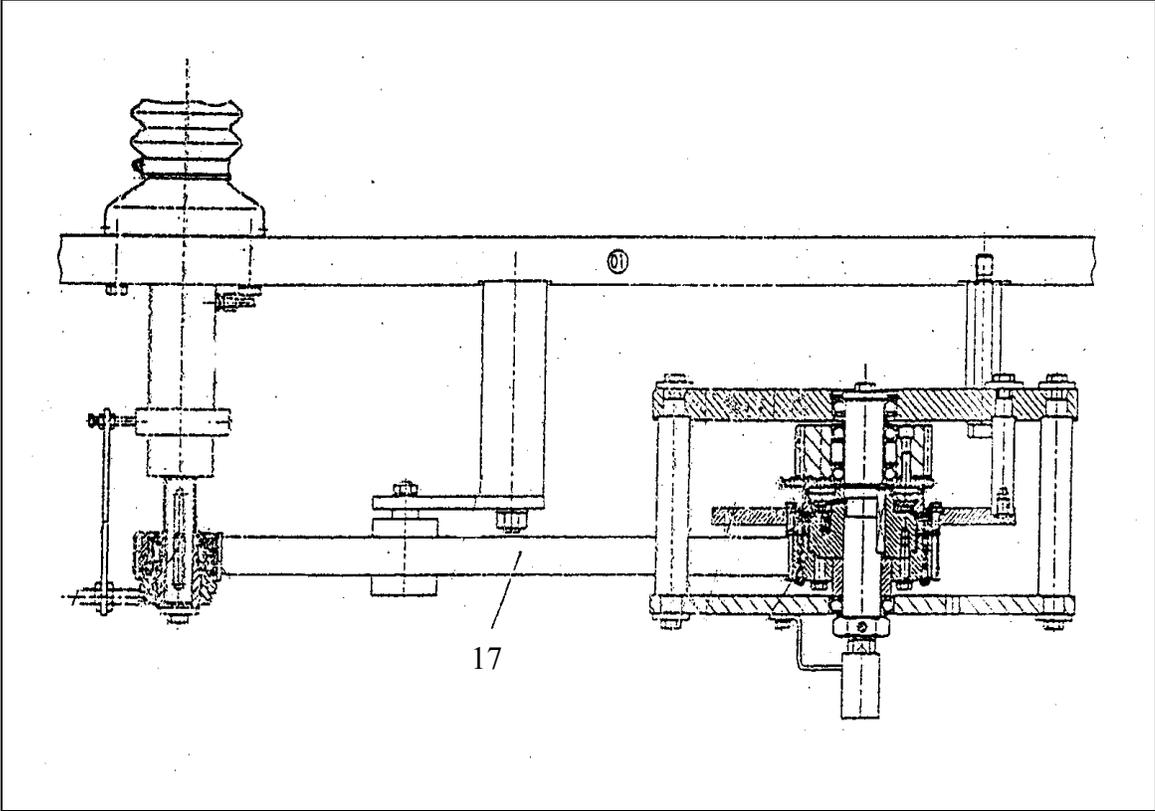
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 19. Grupo 10



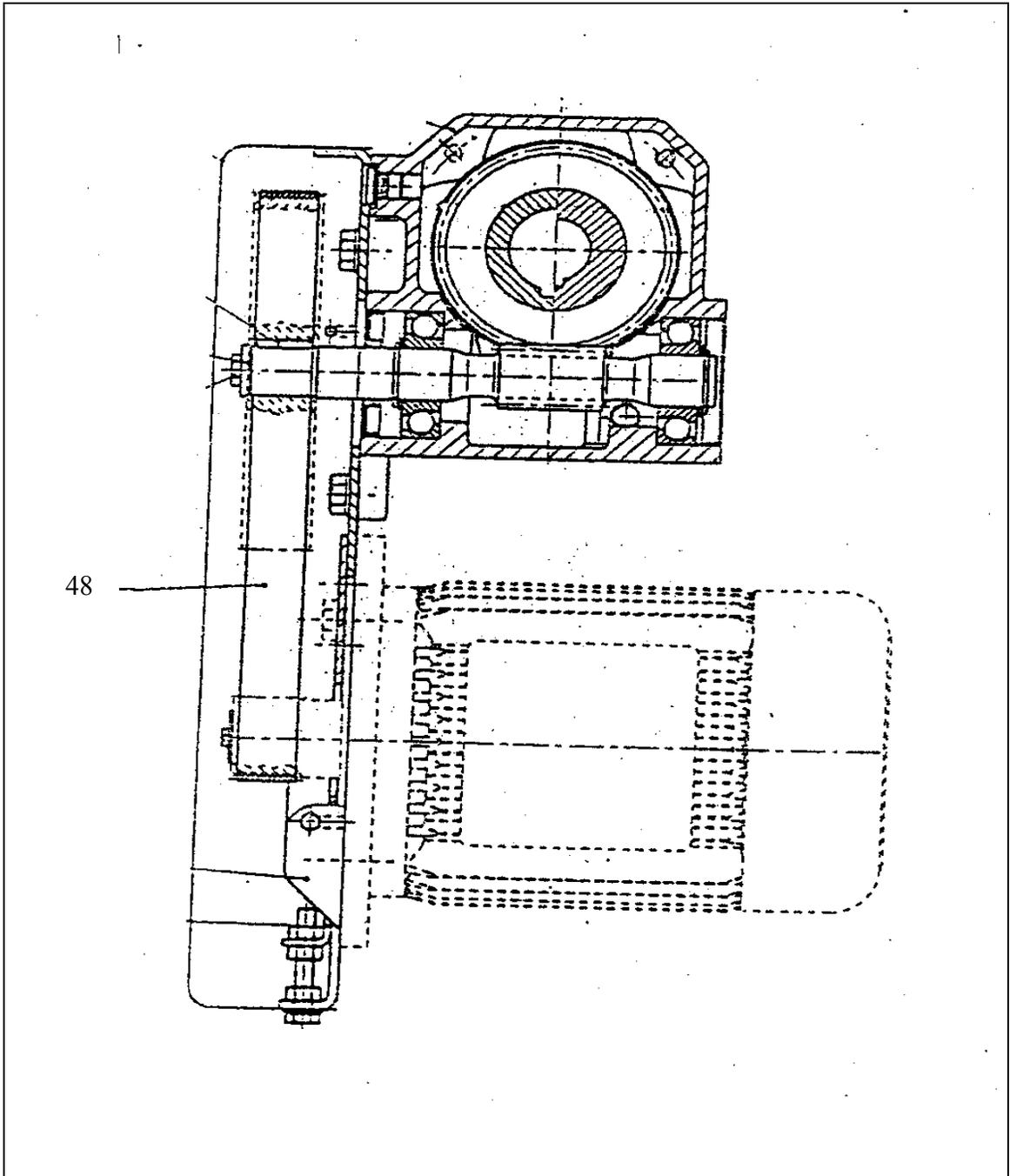
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 20. Grupo 11



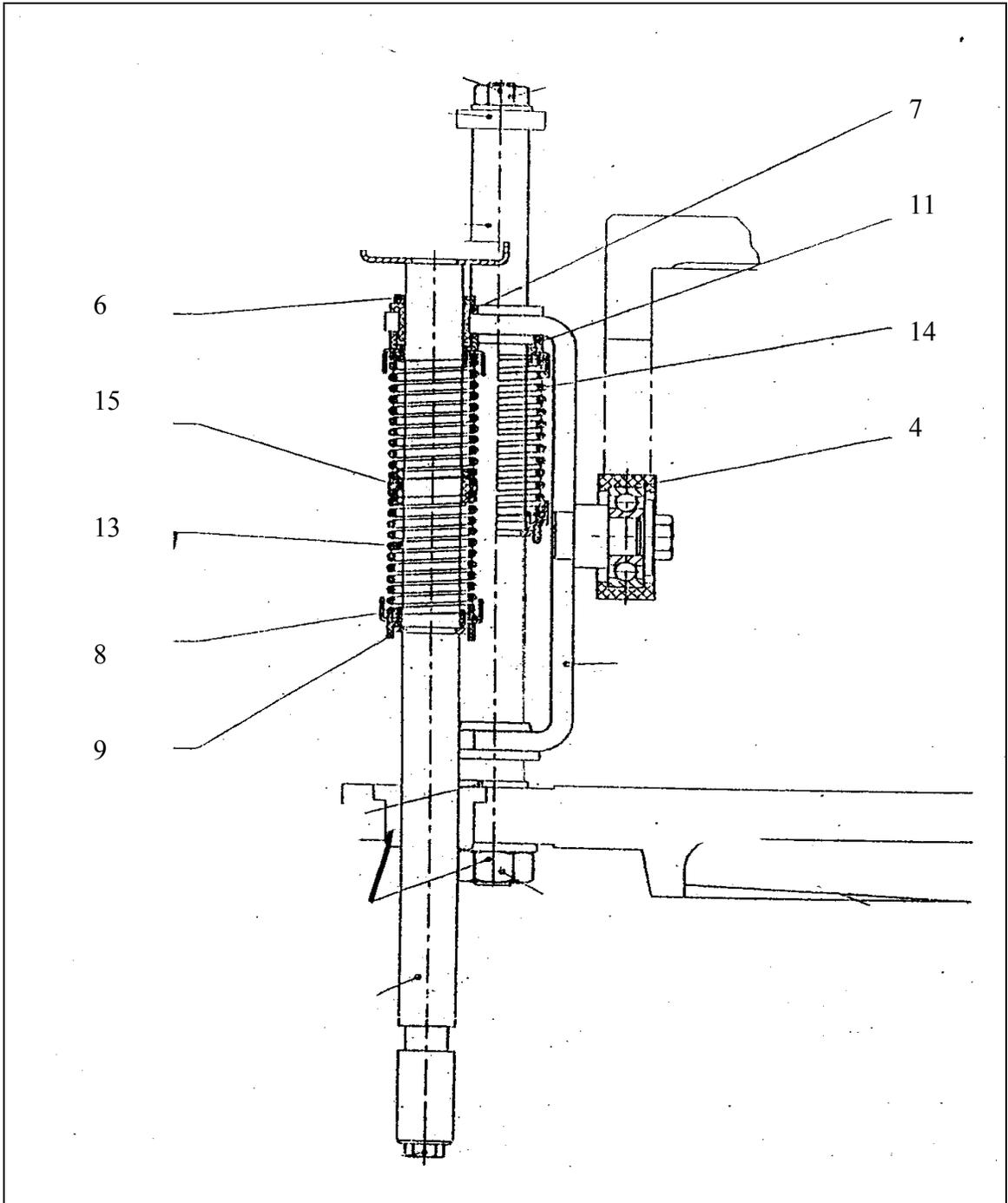
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 21. Grupo 12



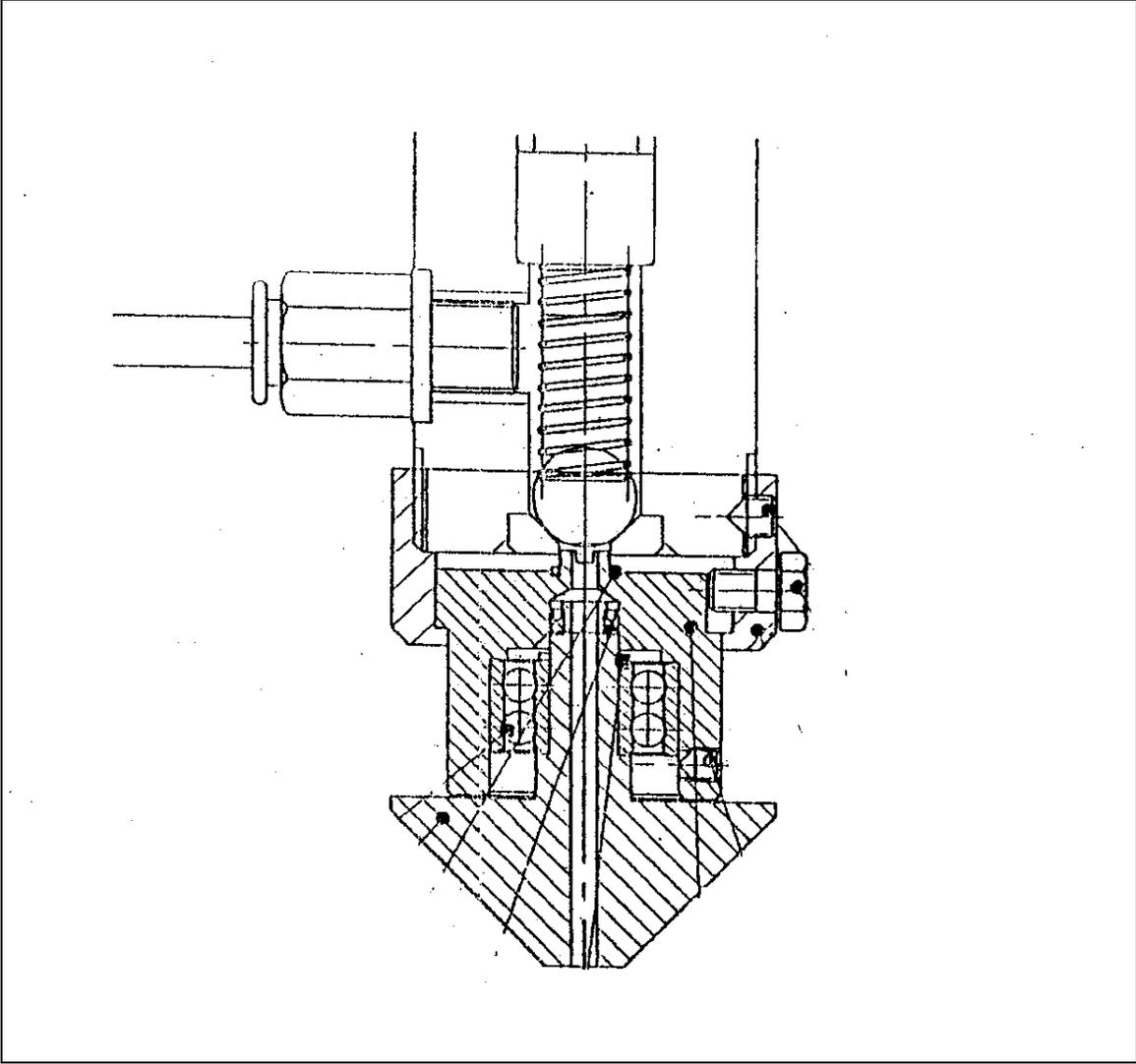
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 22. Grupo 13



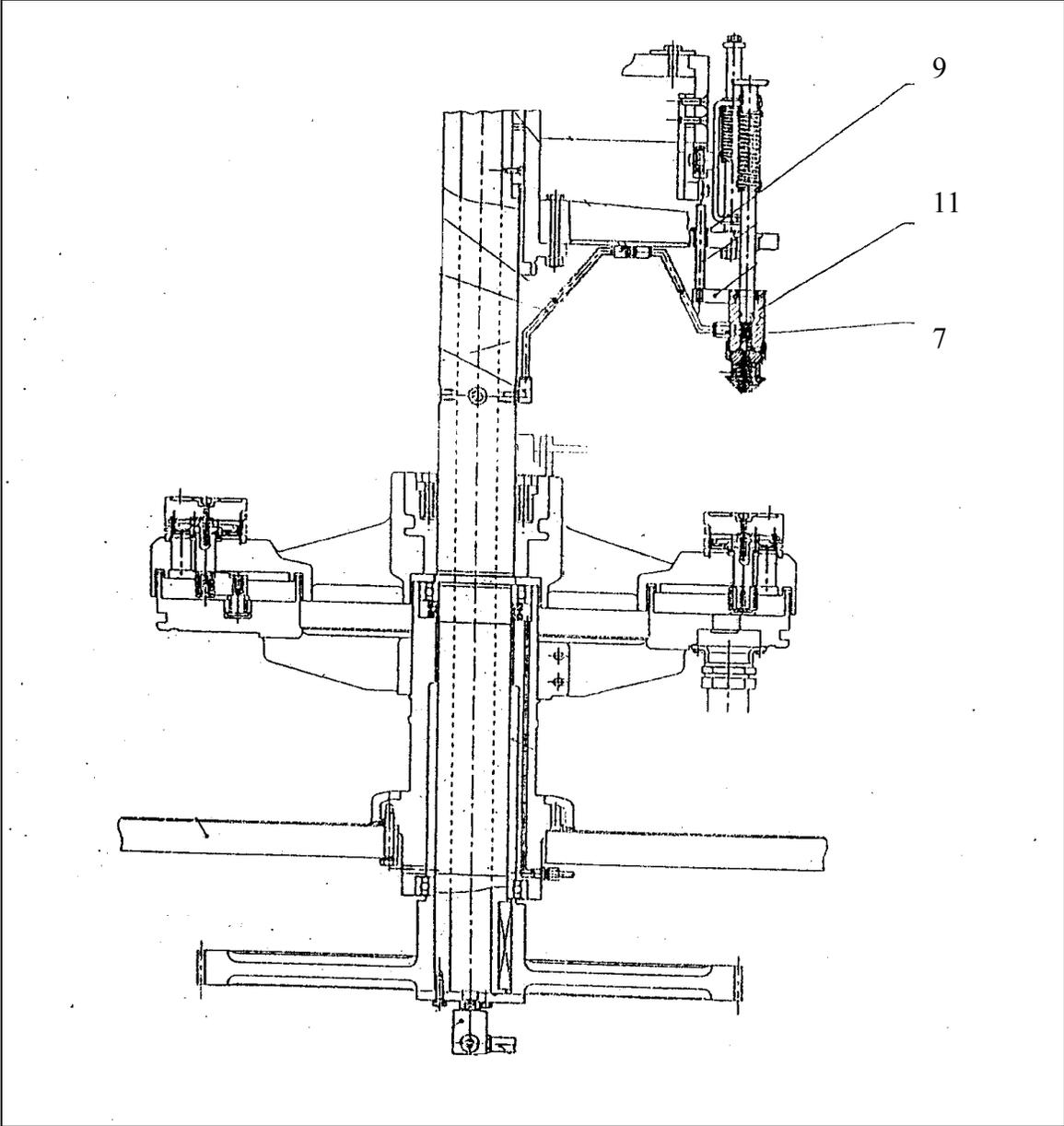
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 23. Grupo 14



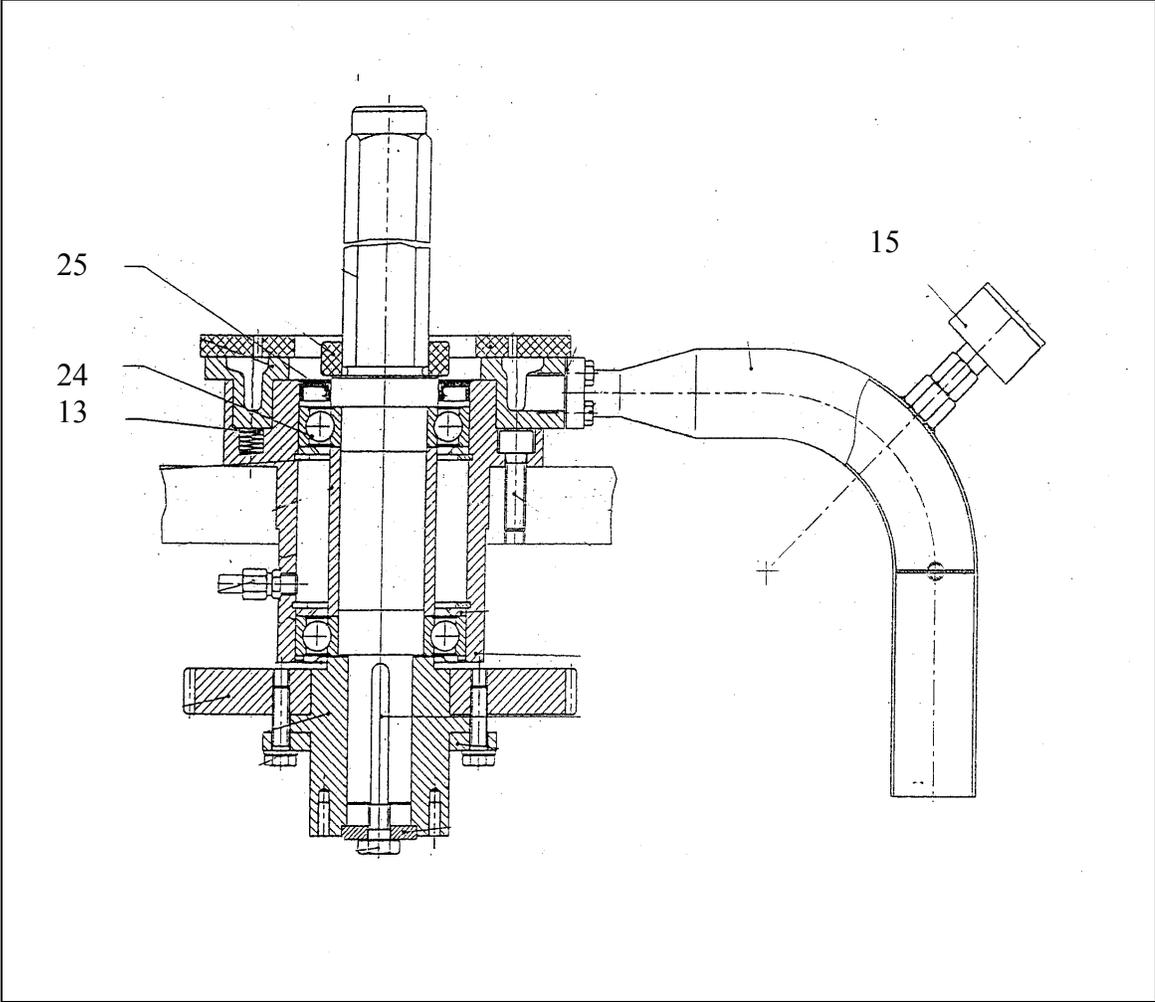
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 24. Grupo 15



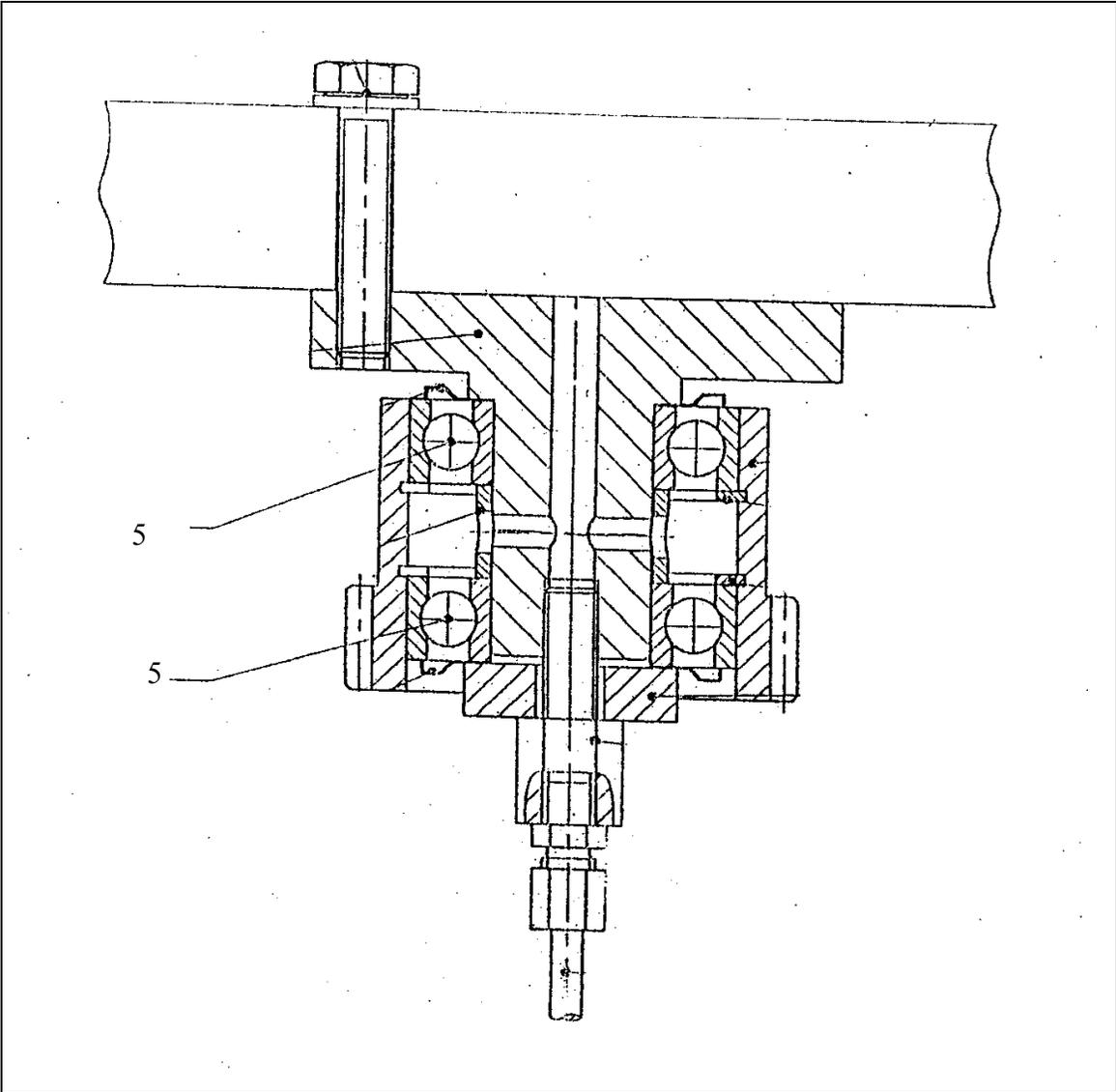
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 25. Grupo 16



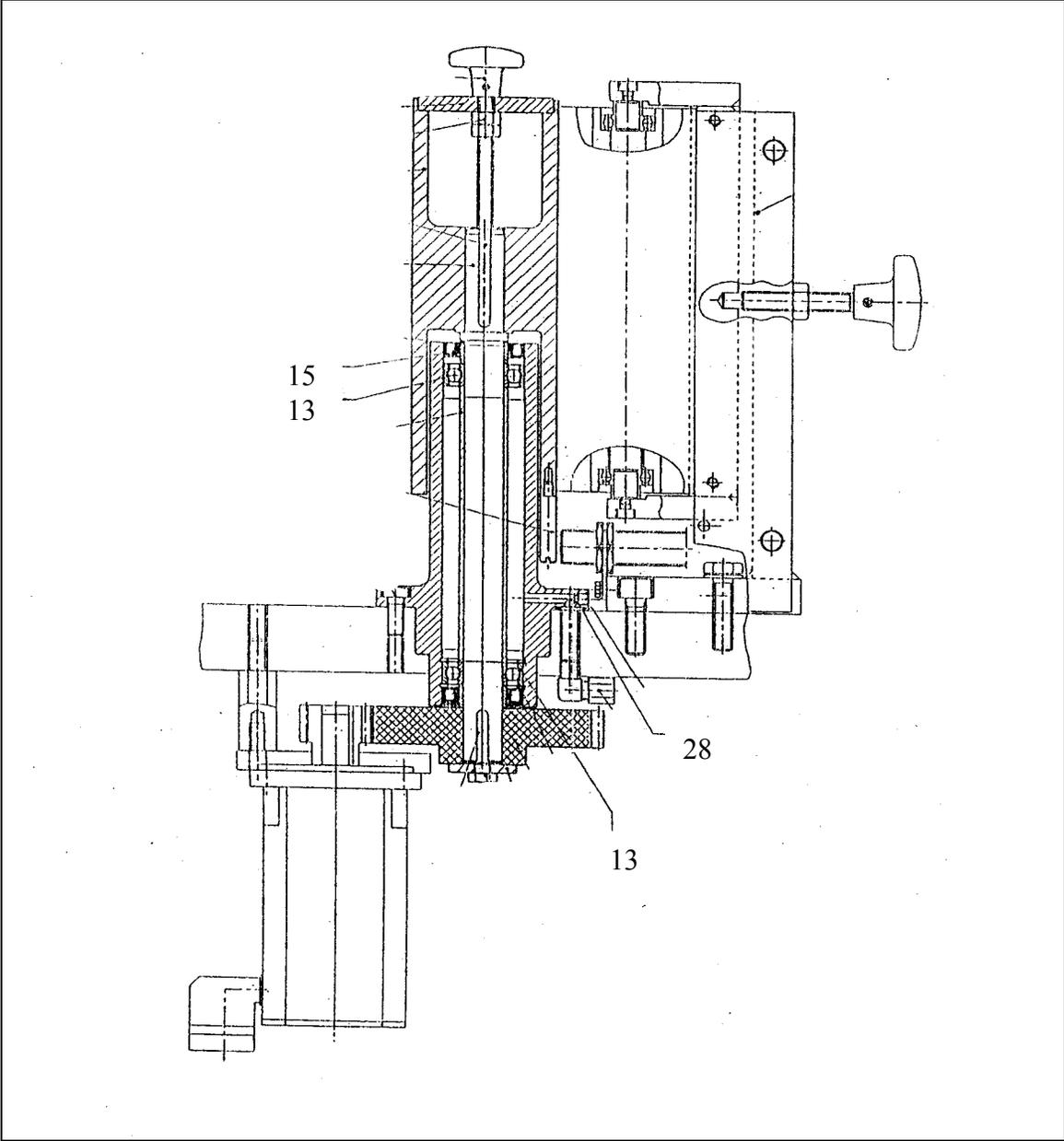
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 26. Grupo 17



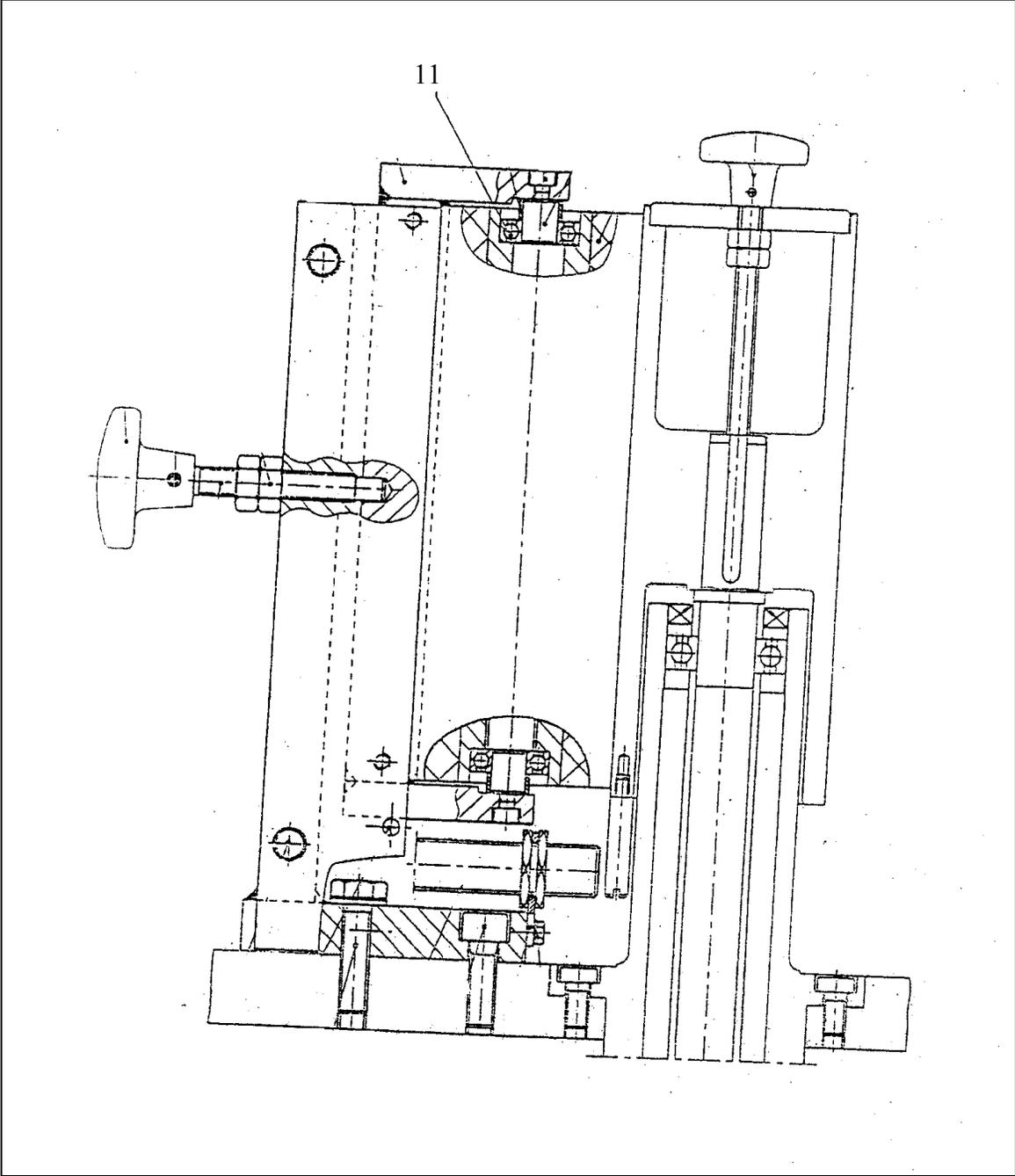
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 27. Grupo 18



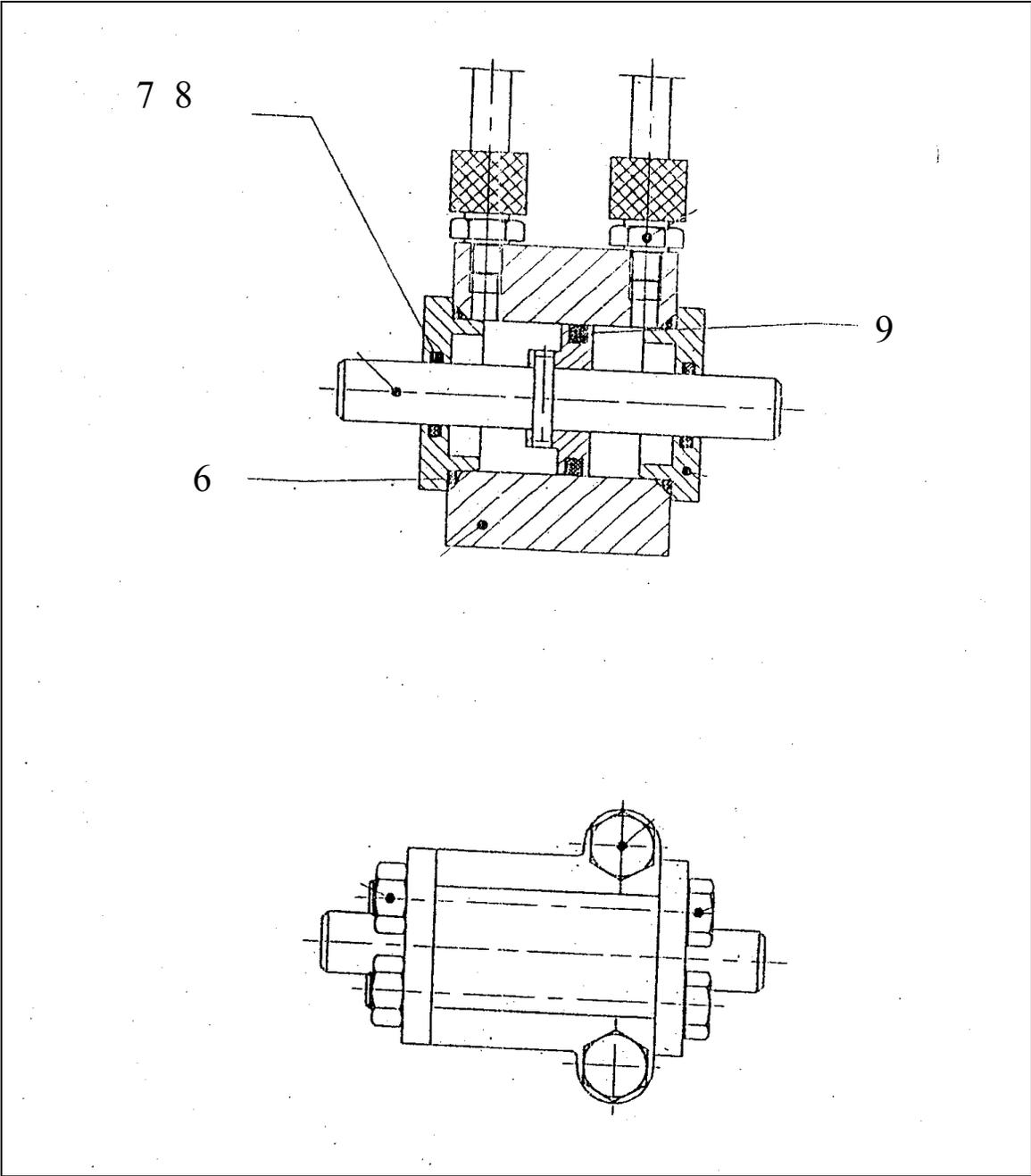
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 28. Grupo 19



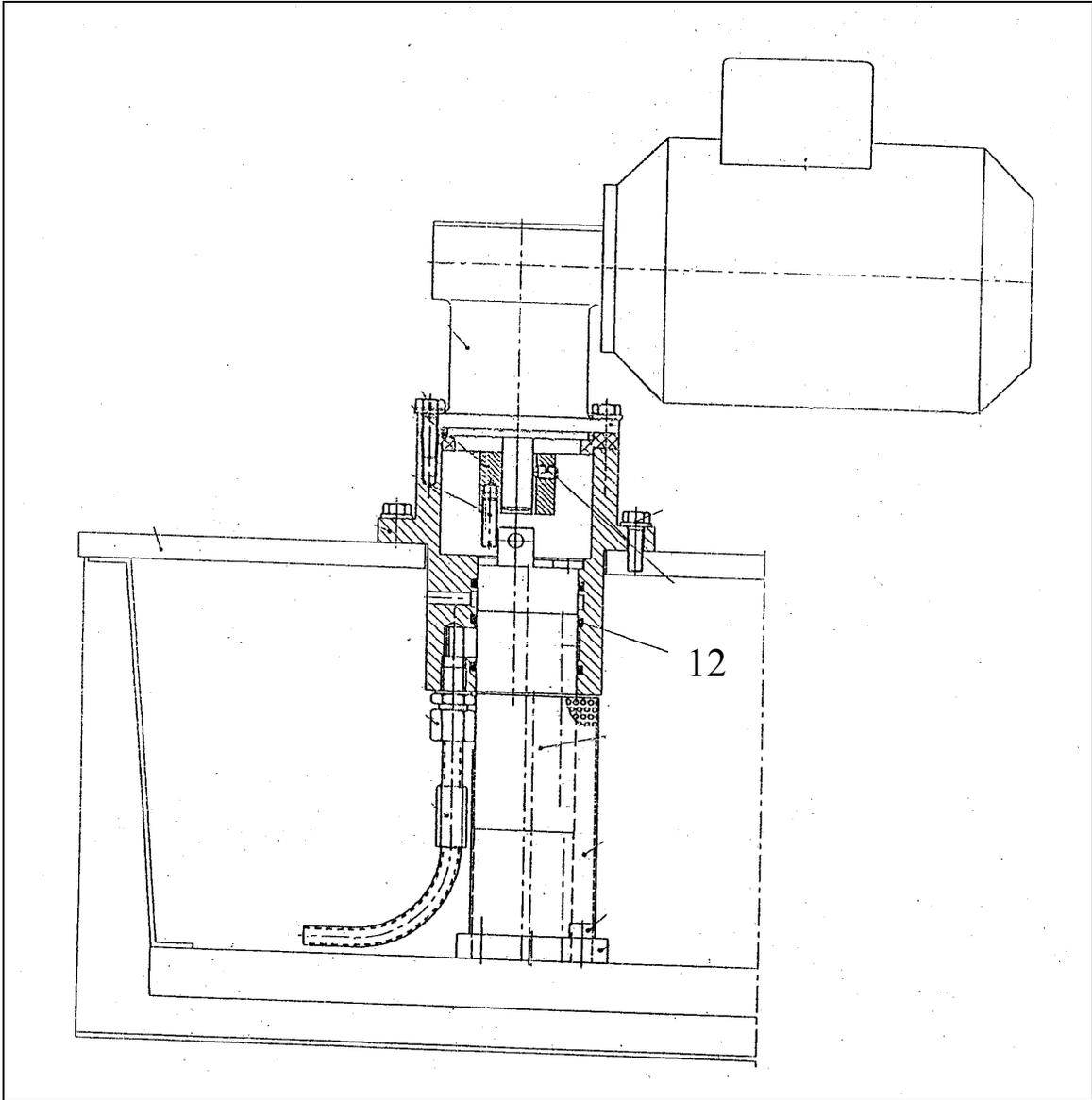
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 29. Grupo 20



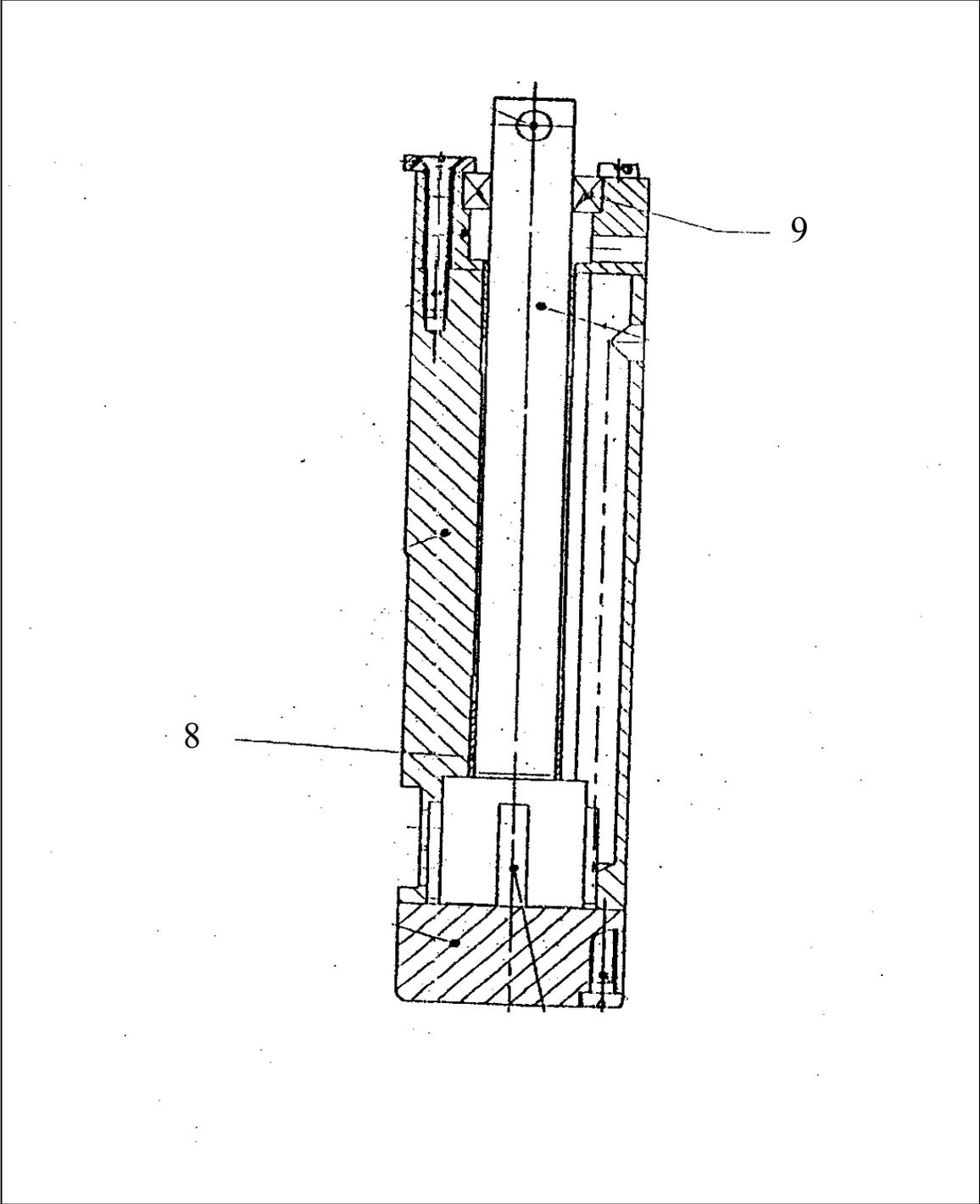
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 30. Grupo 21



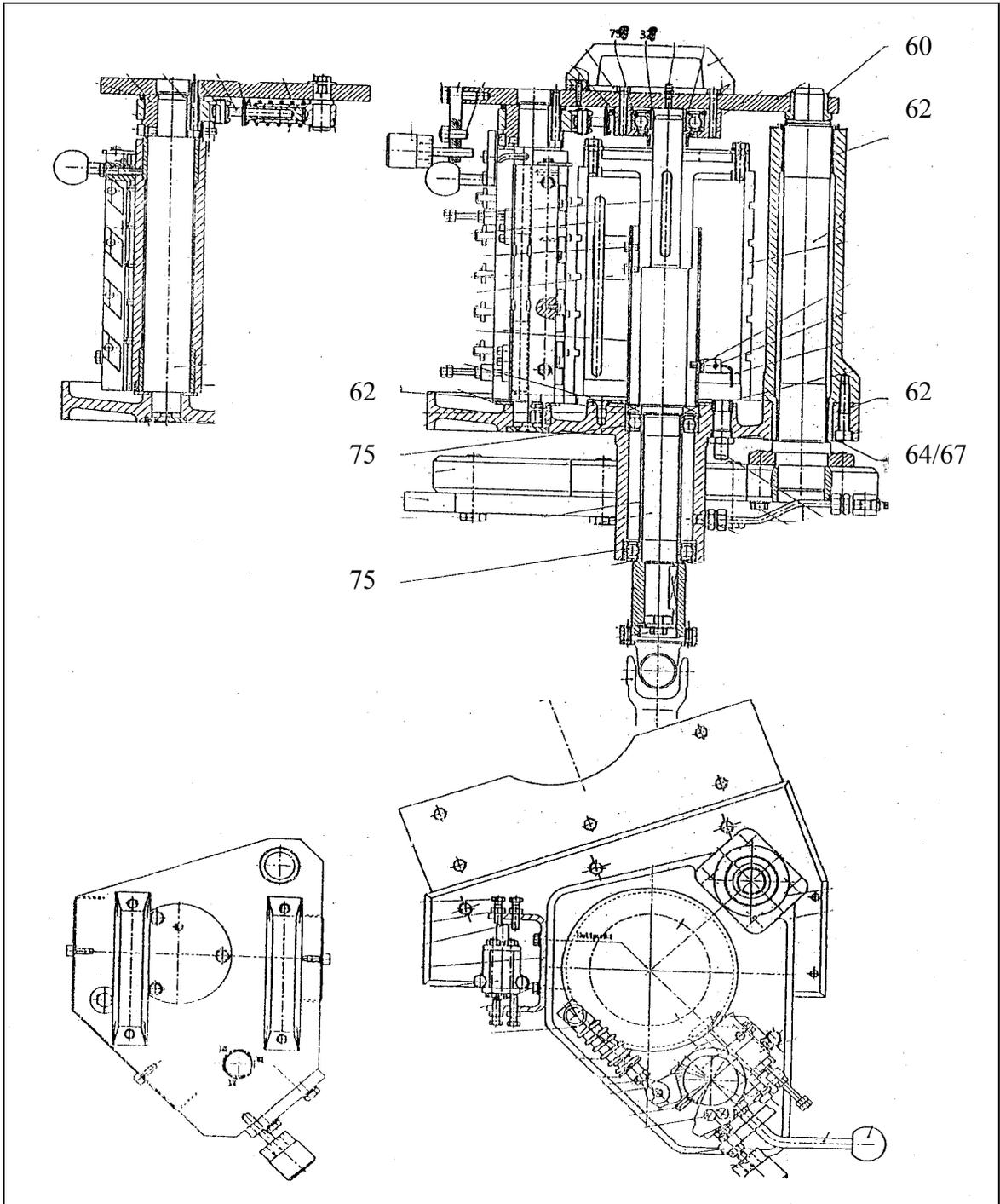
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 31. Grupo 22



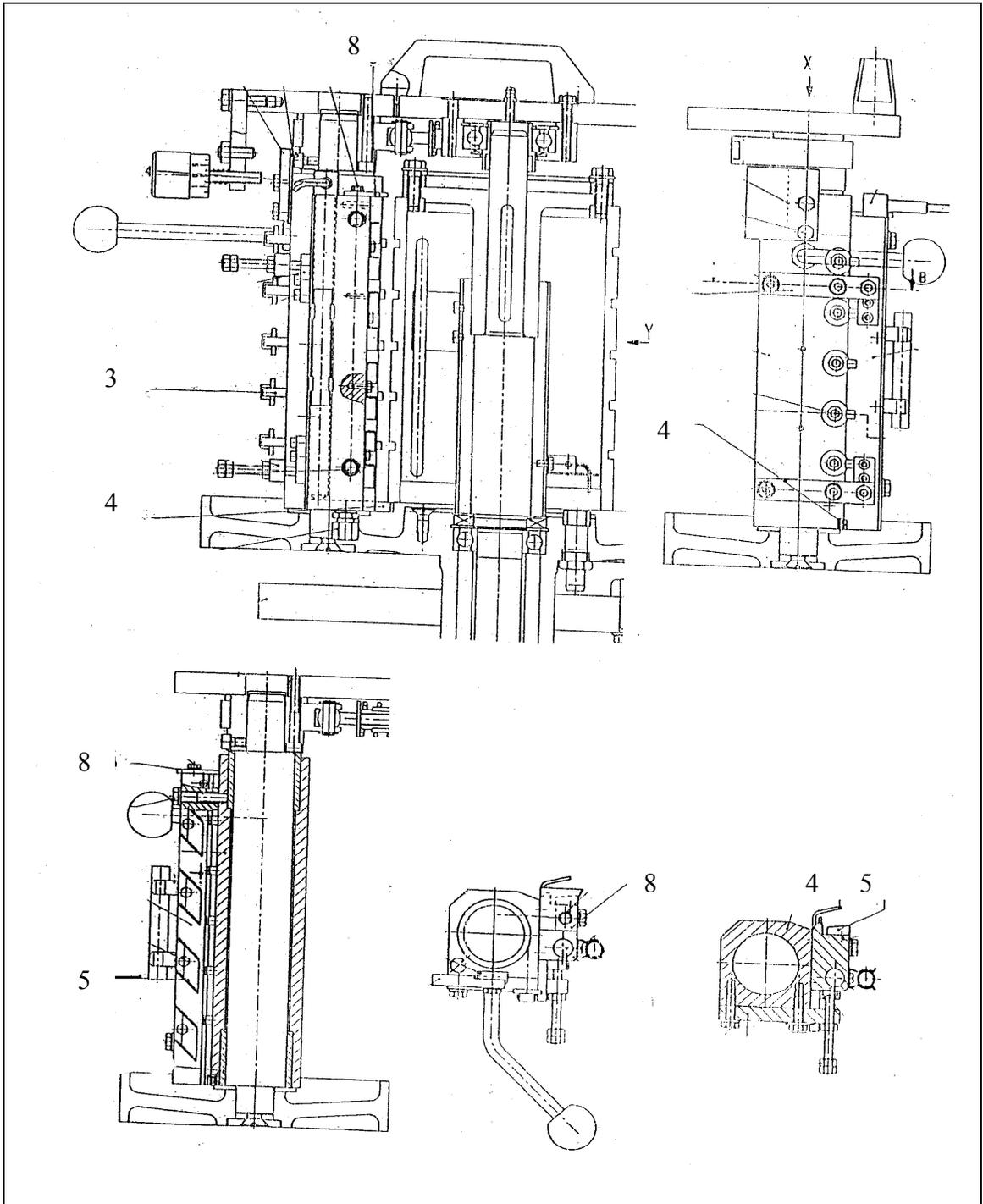
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 32. Grupo 23



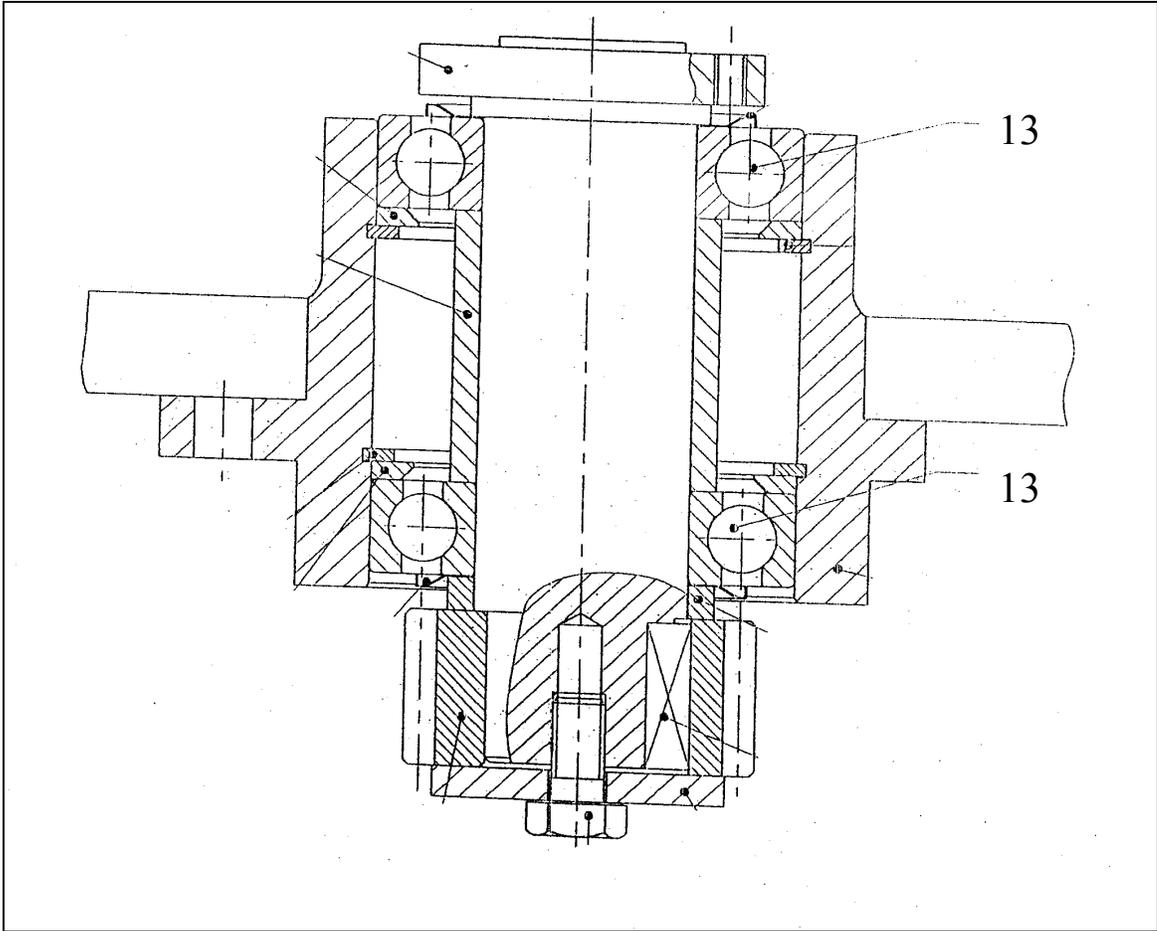
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 33. Grupo 24



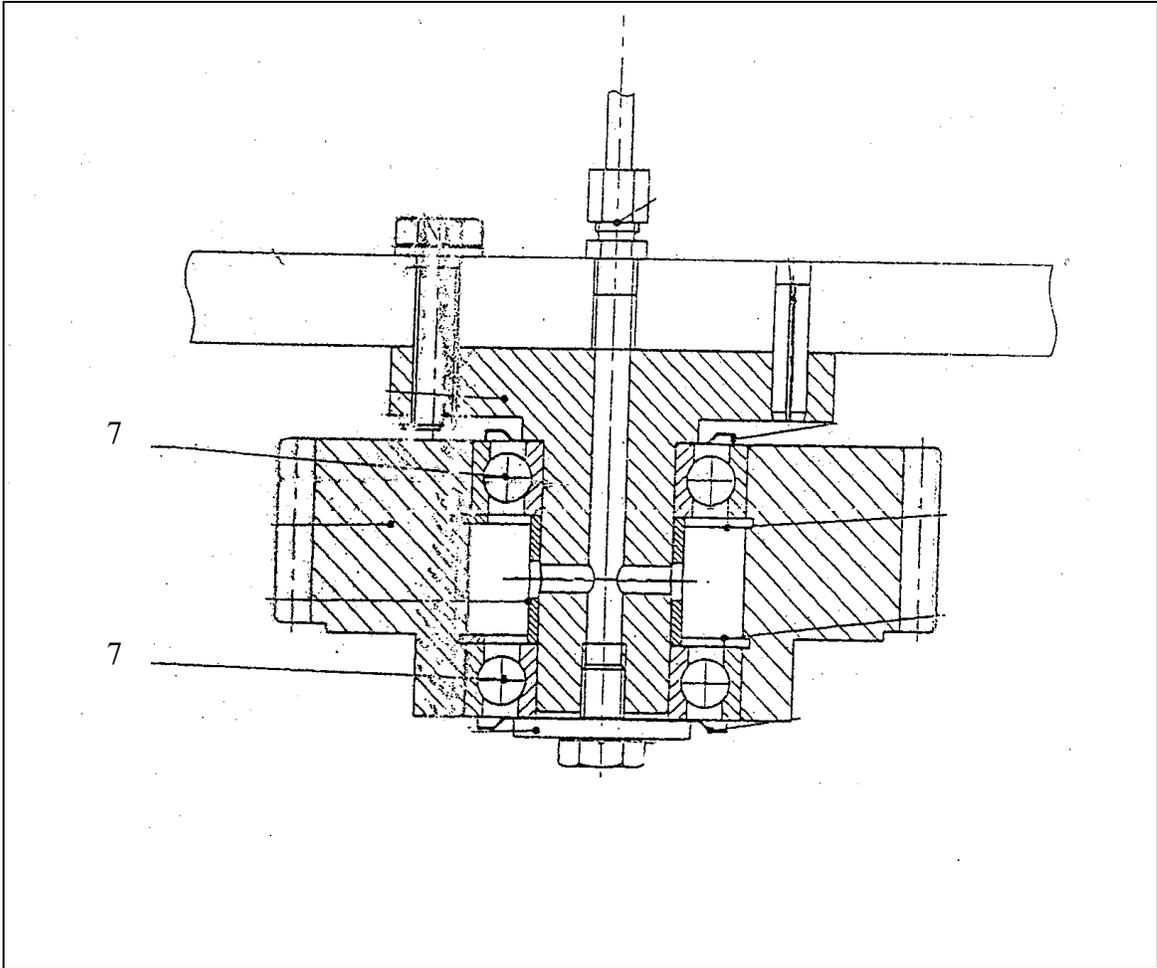
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 34. **Grupo 25**



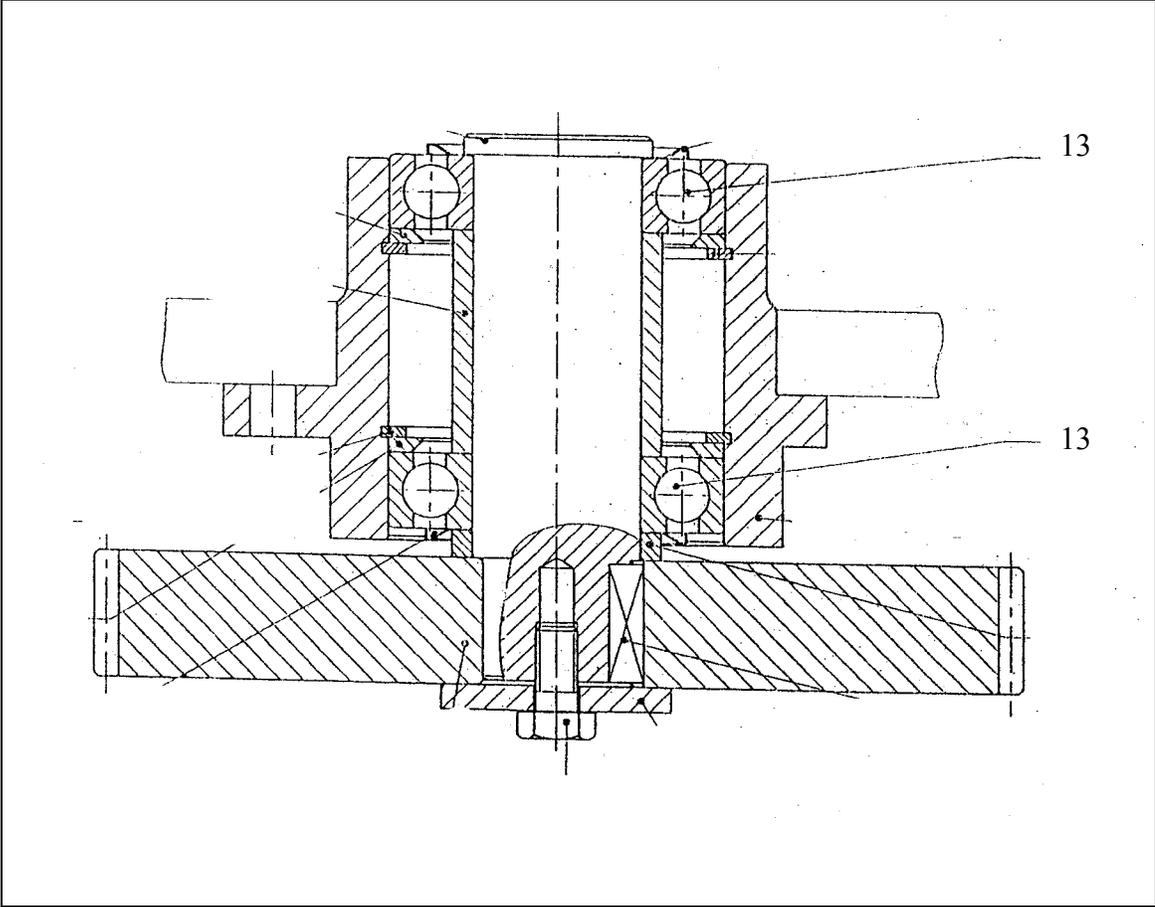
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 35. Grupo 26



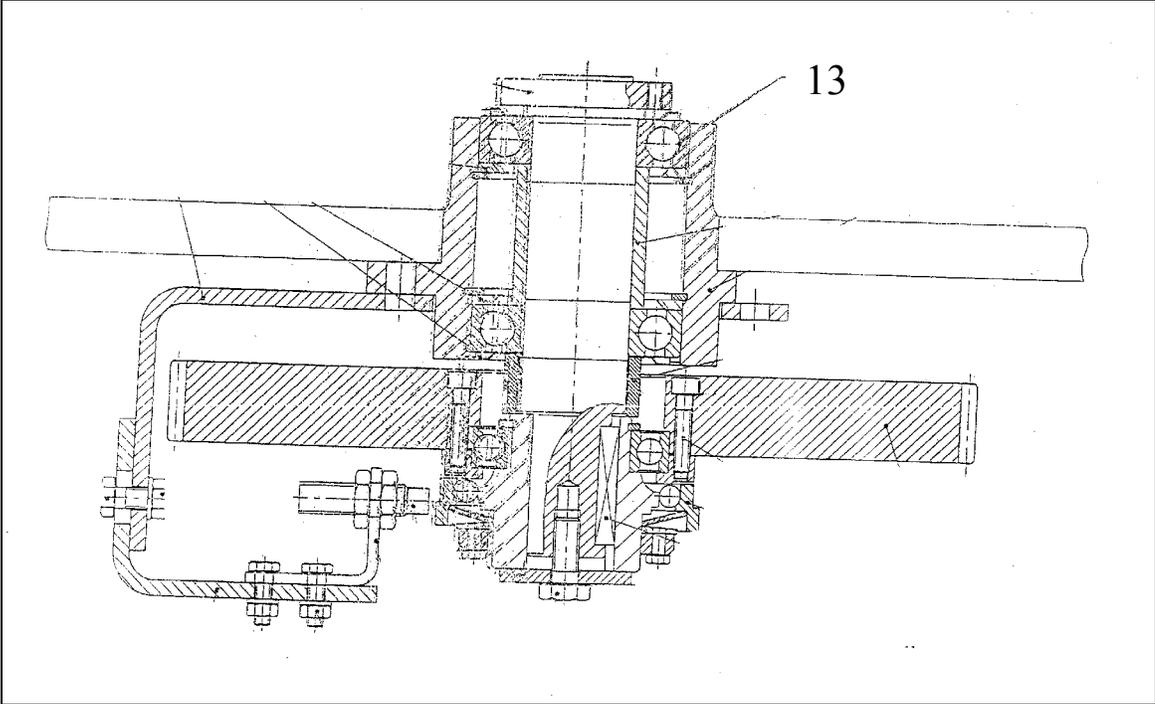
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 36. **Grupo 27**



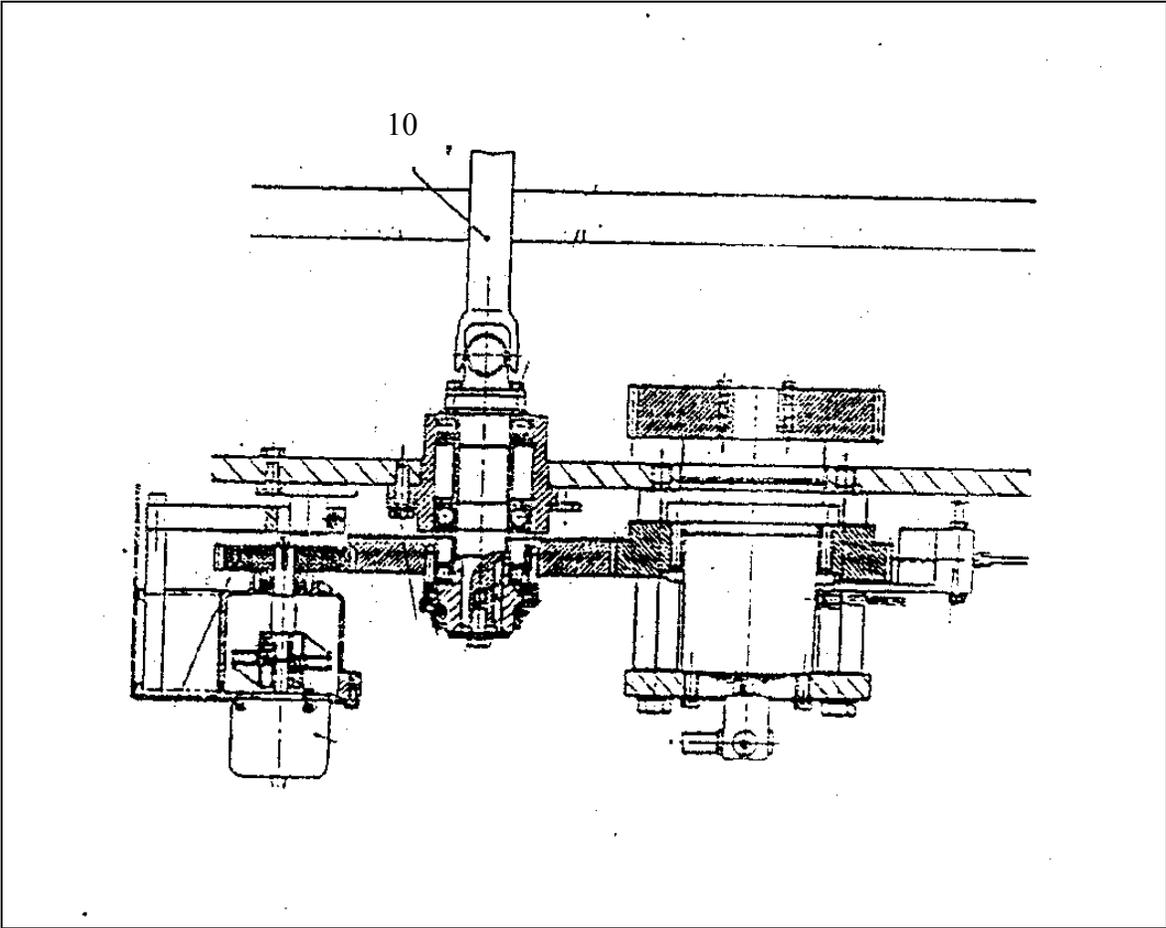
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 37. **Grupo 28**



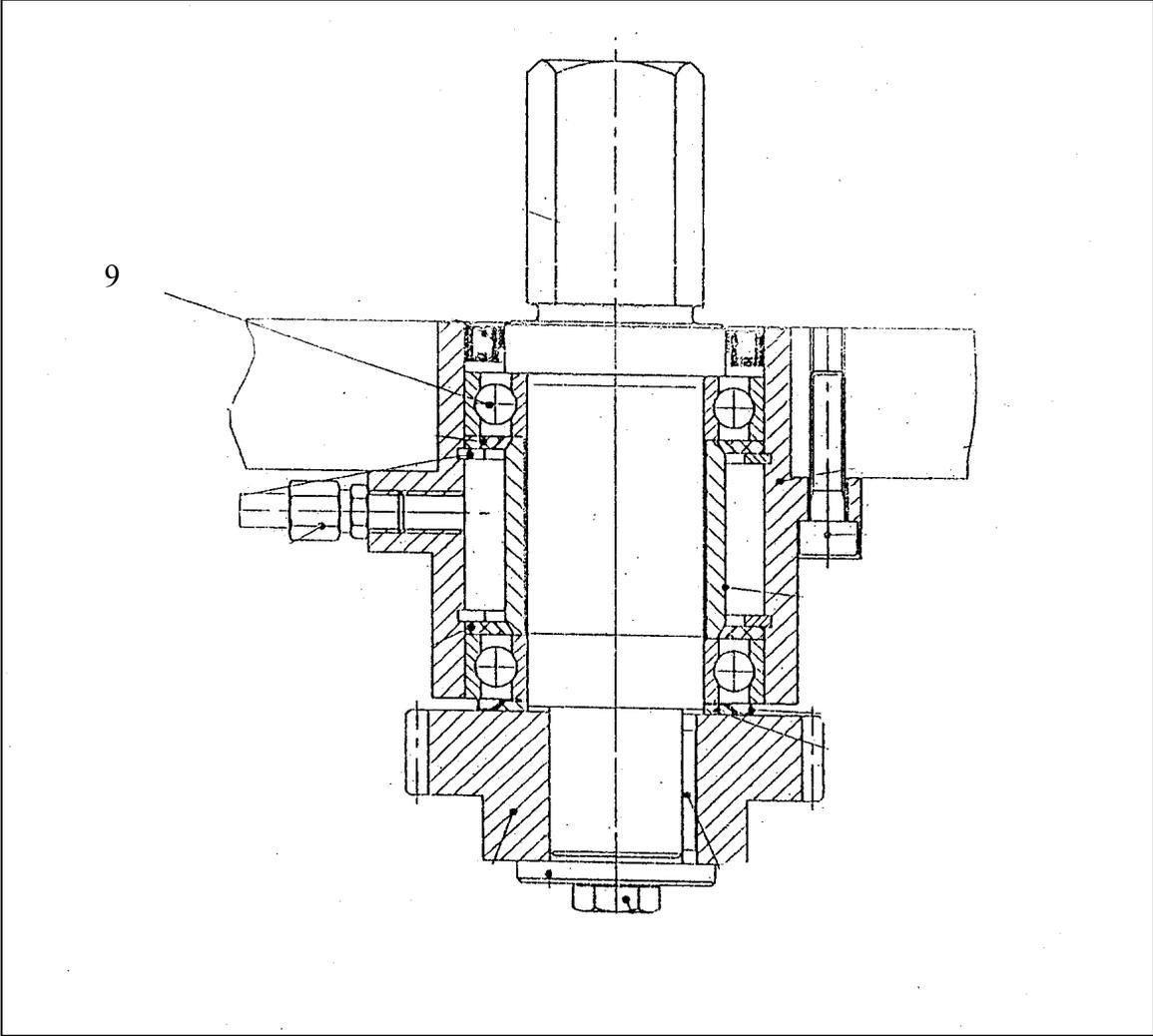
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 38. Grupo 29



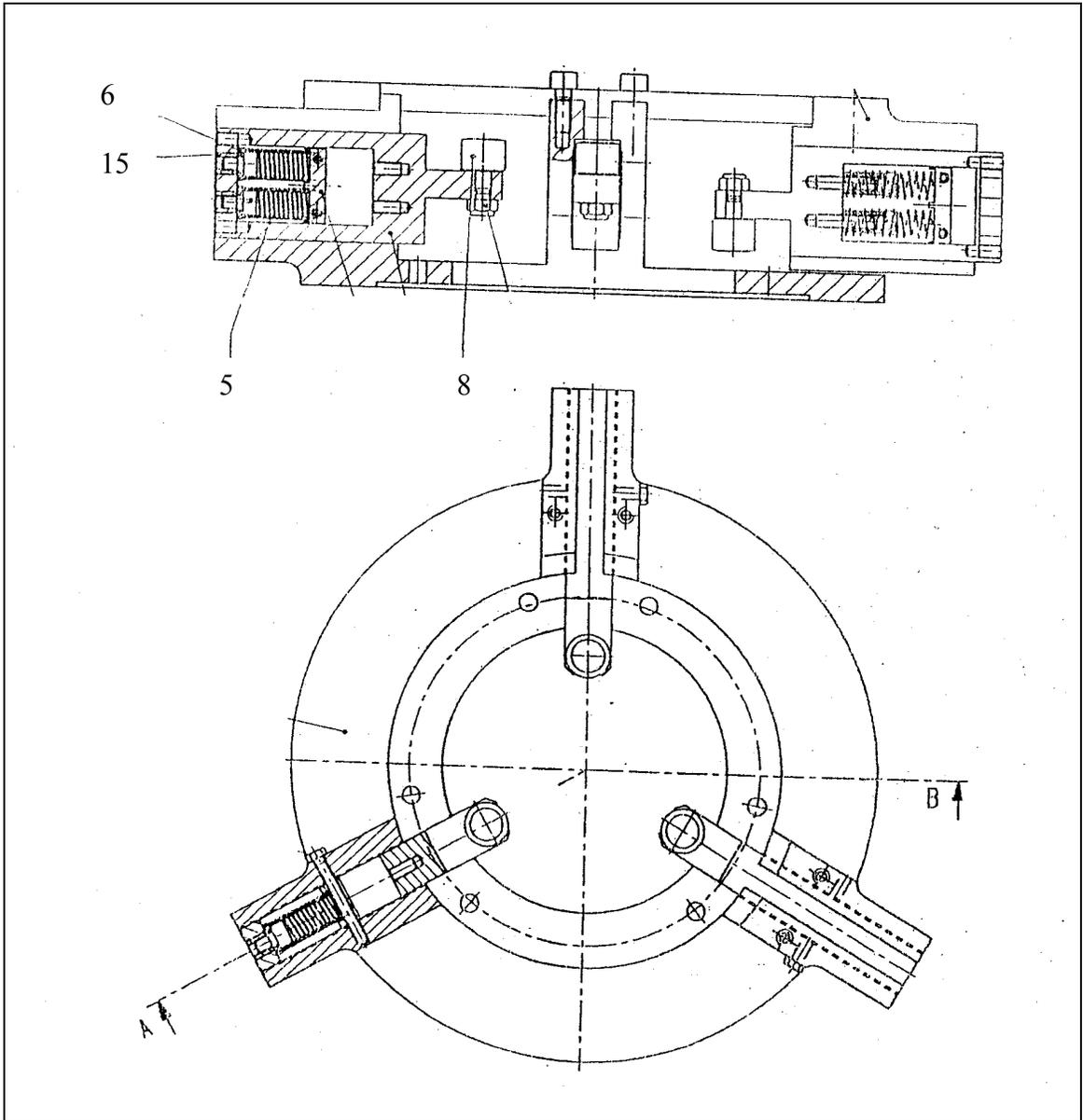
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 39. **Grupo 30**



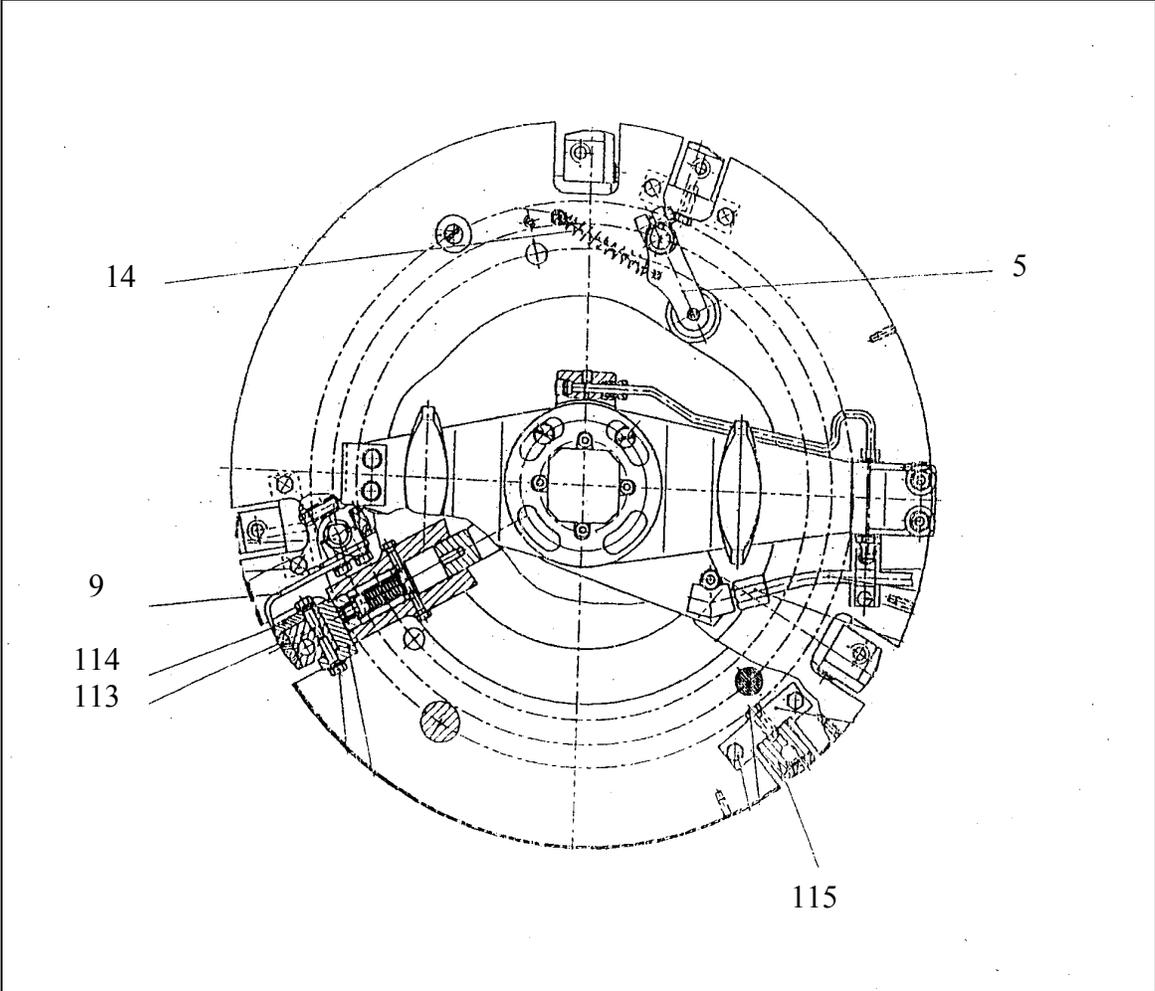
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 40. Grupo 31



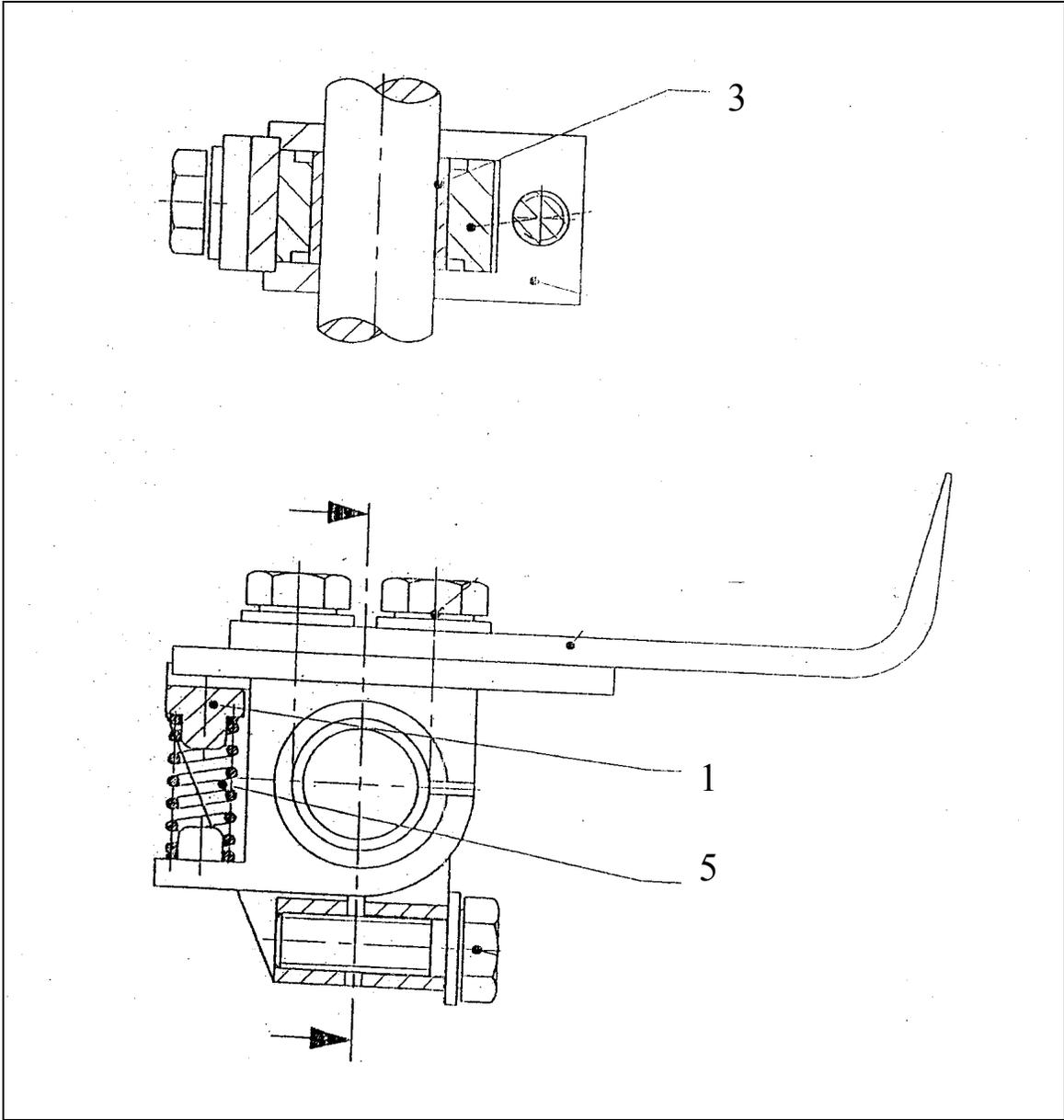
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora controlroll**

Figura 41. Grupo 32



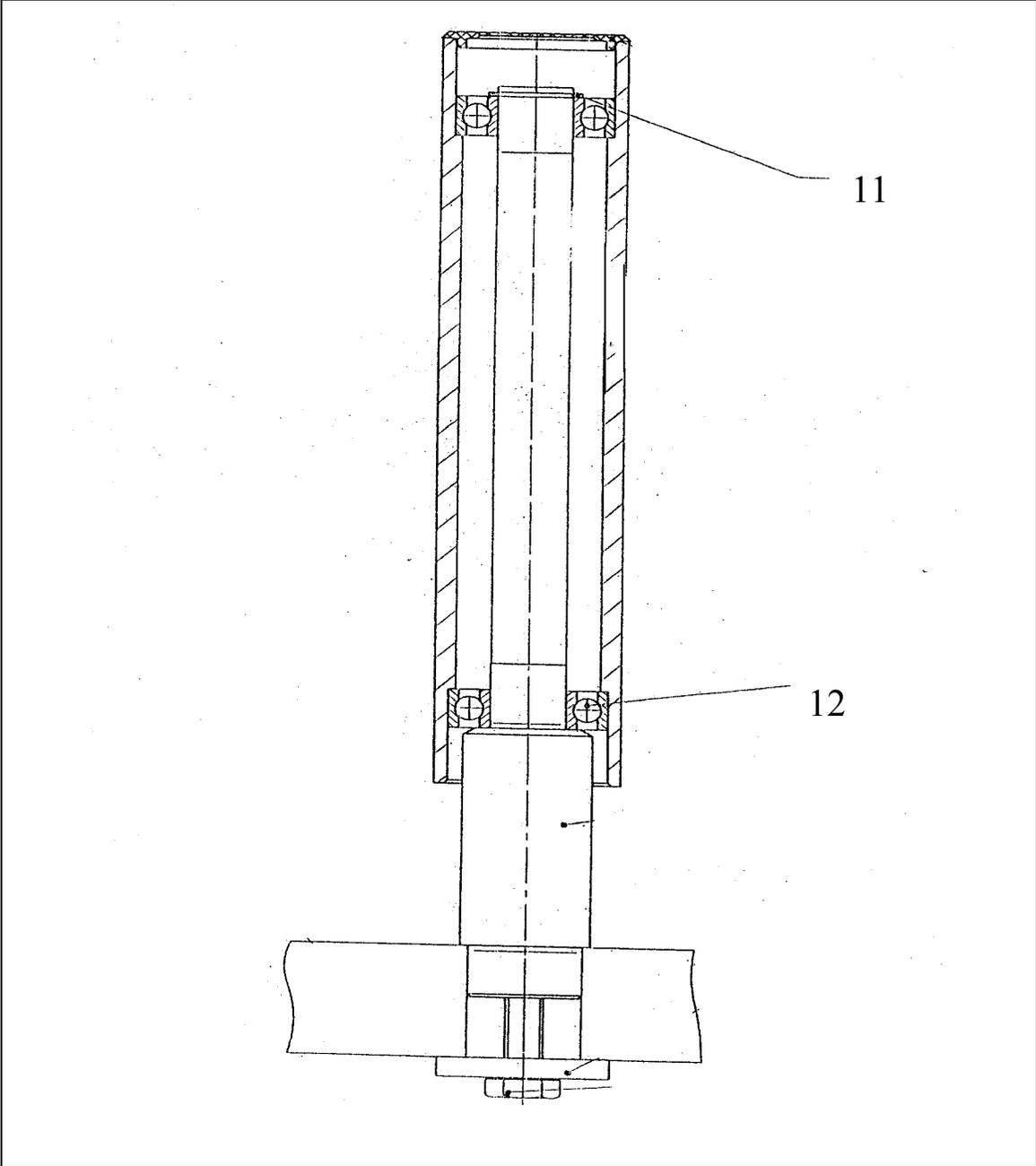
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 42. Grupo 33



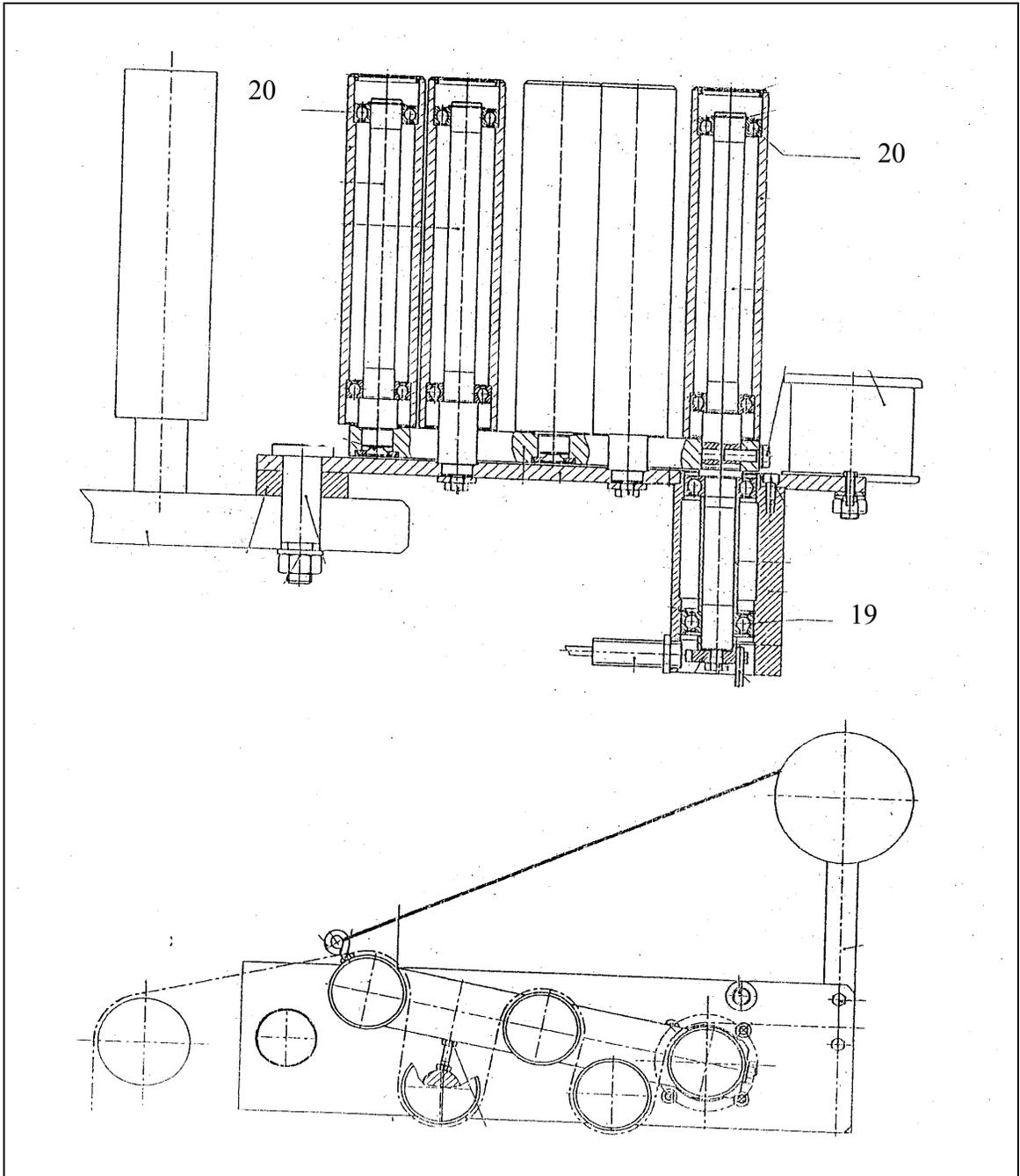
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 43. Grupo 34



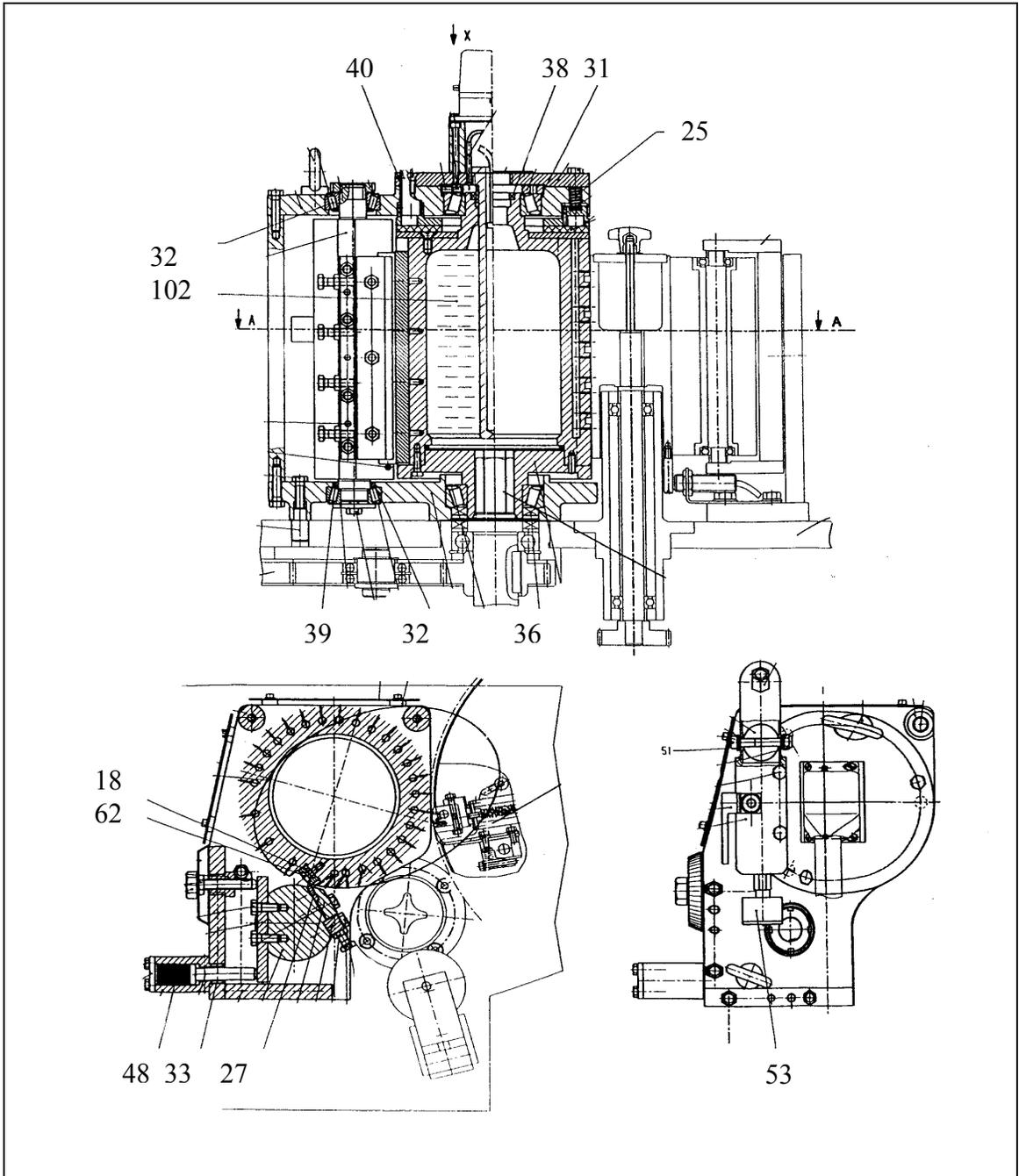
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 44. Grupo 35



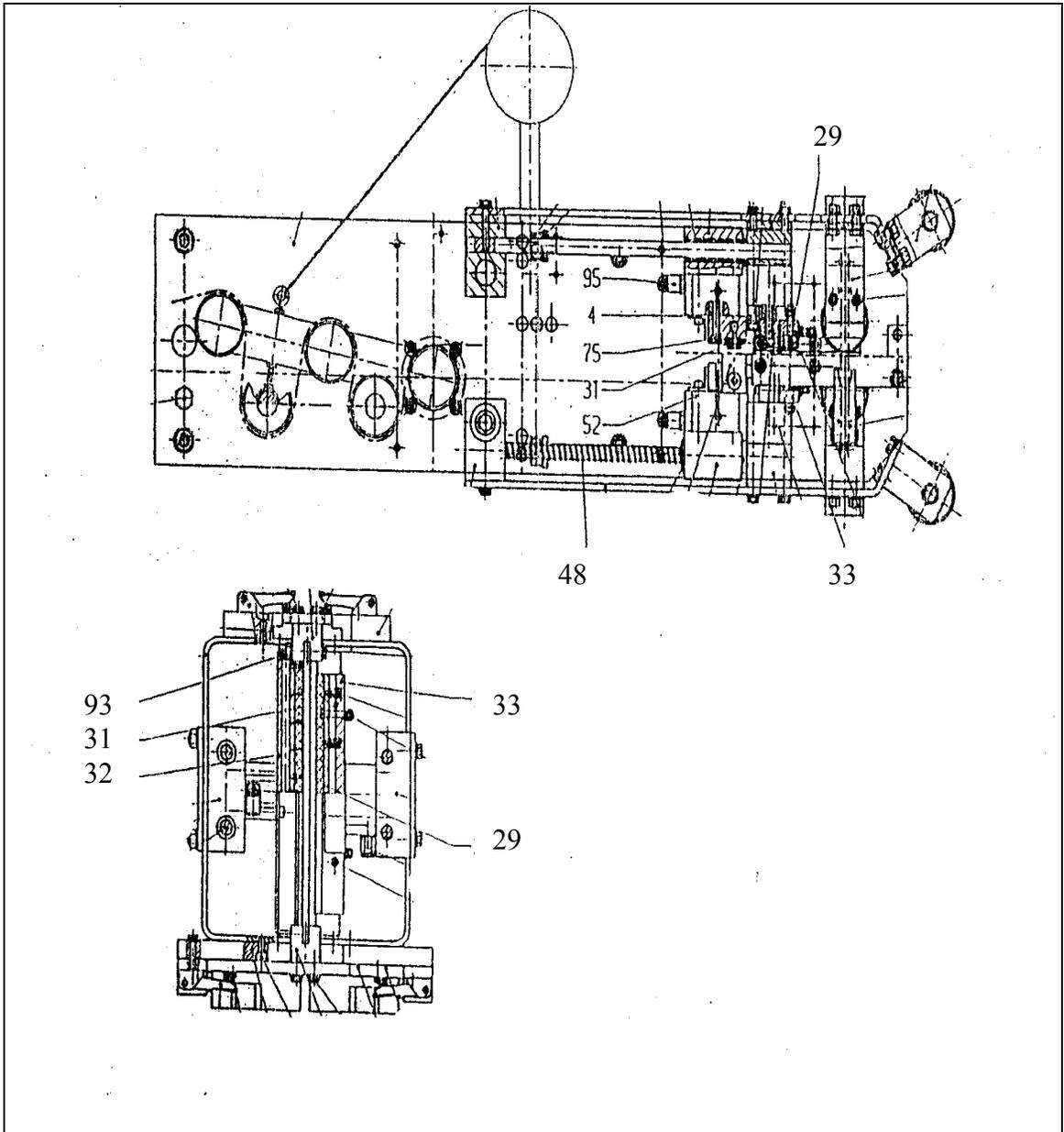
Fuente. Kronos, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 45. Grupo 36



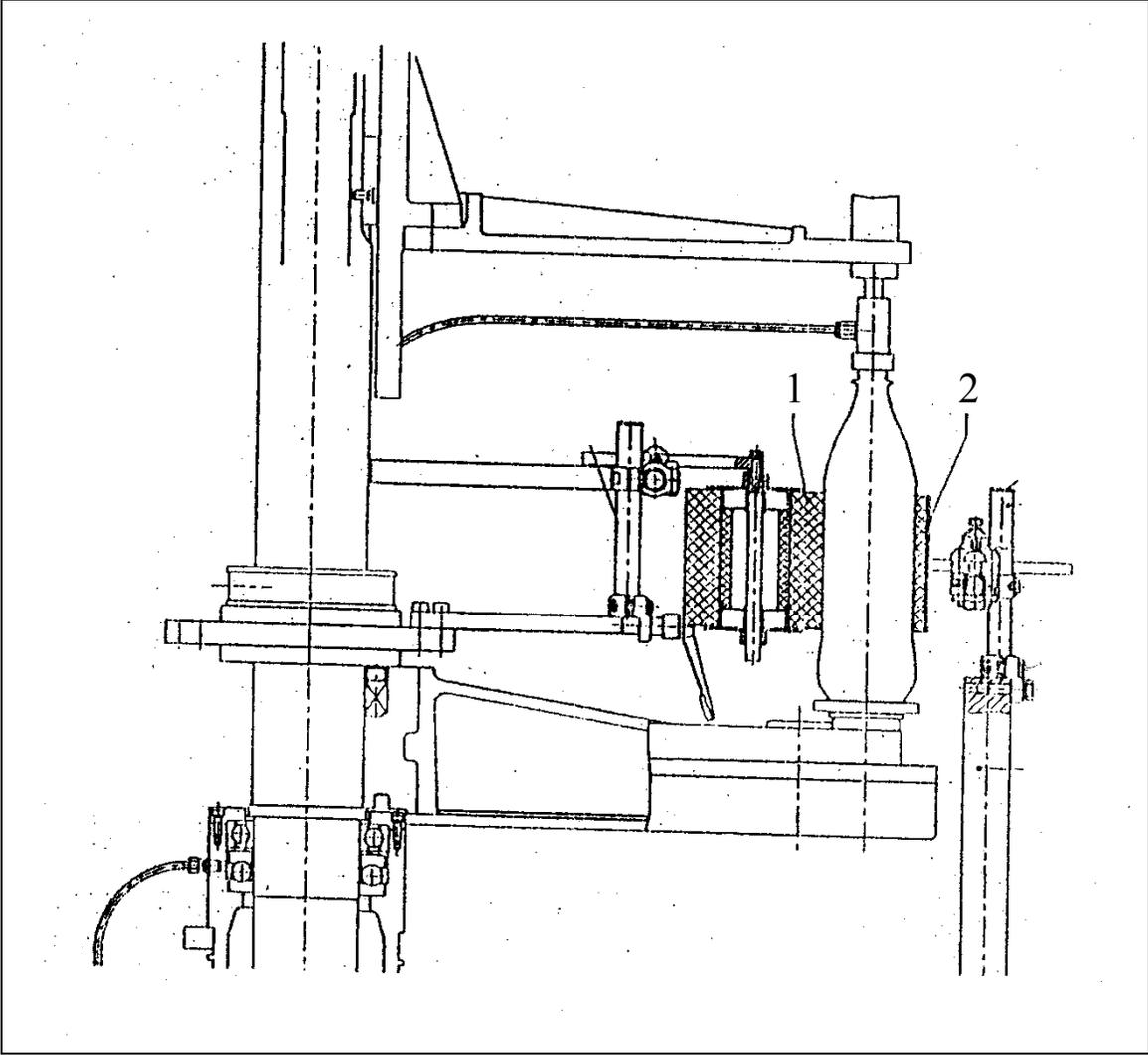
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 46. Grupo 37



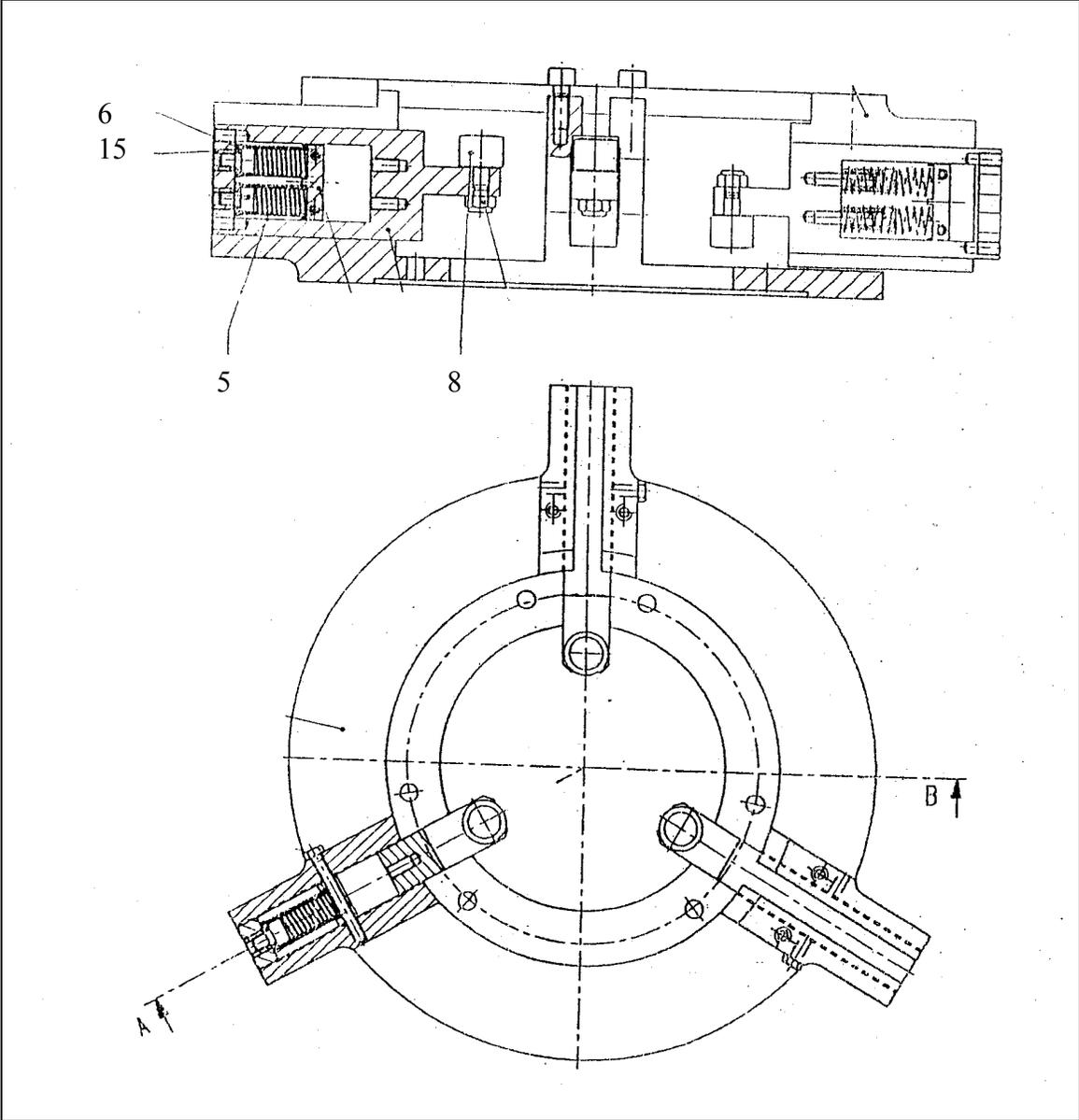
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 47. Grupo 38



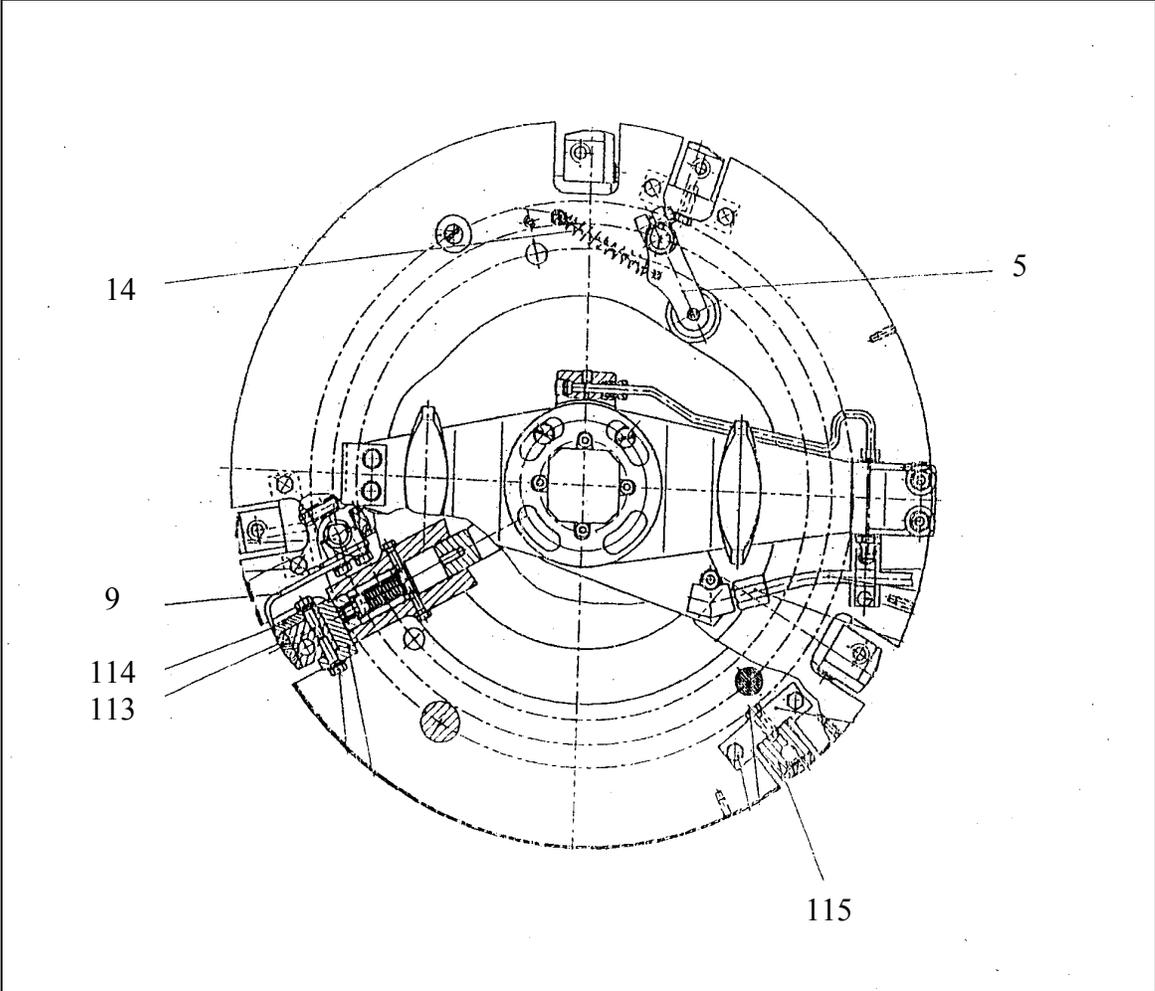
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 48. Grupo 39



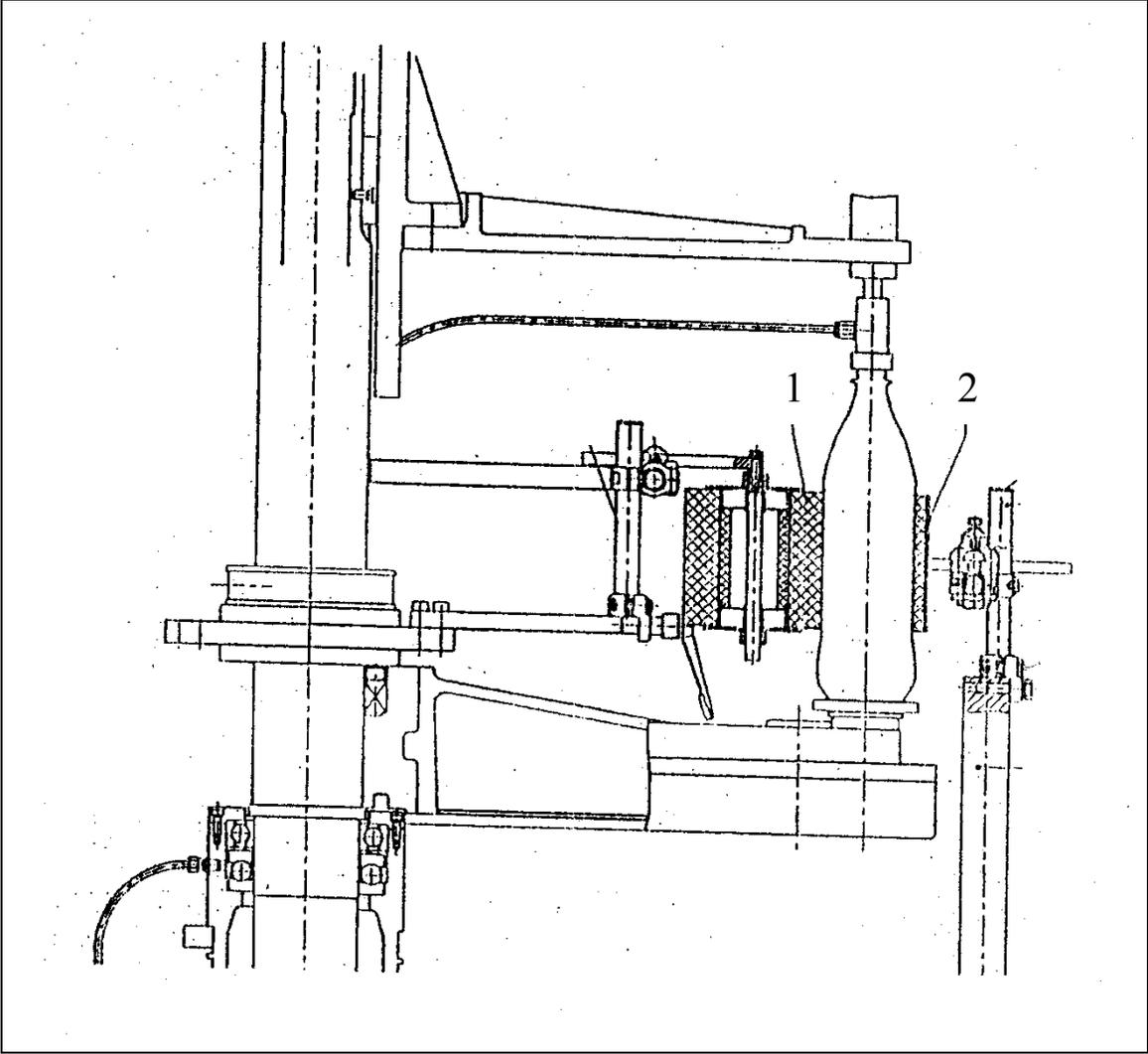
Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contrirroll**

Figura 49. Grupo 40



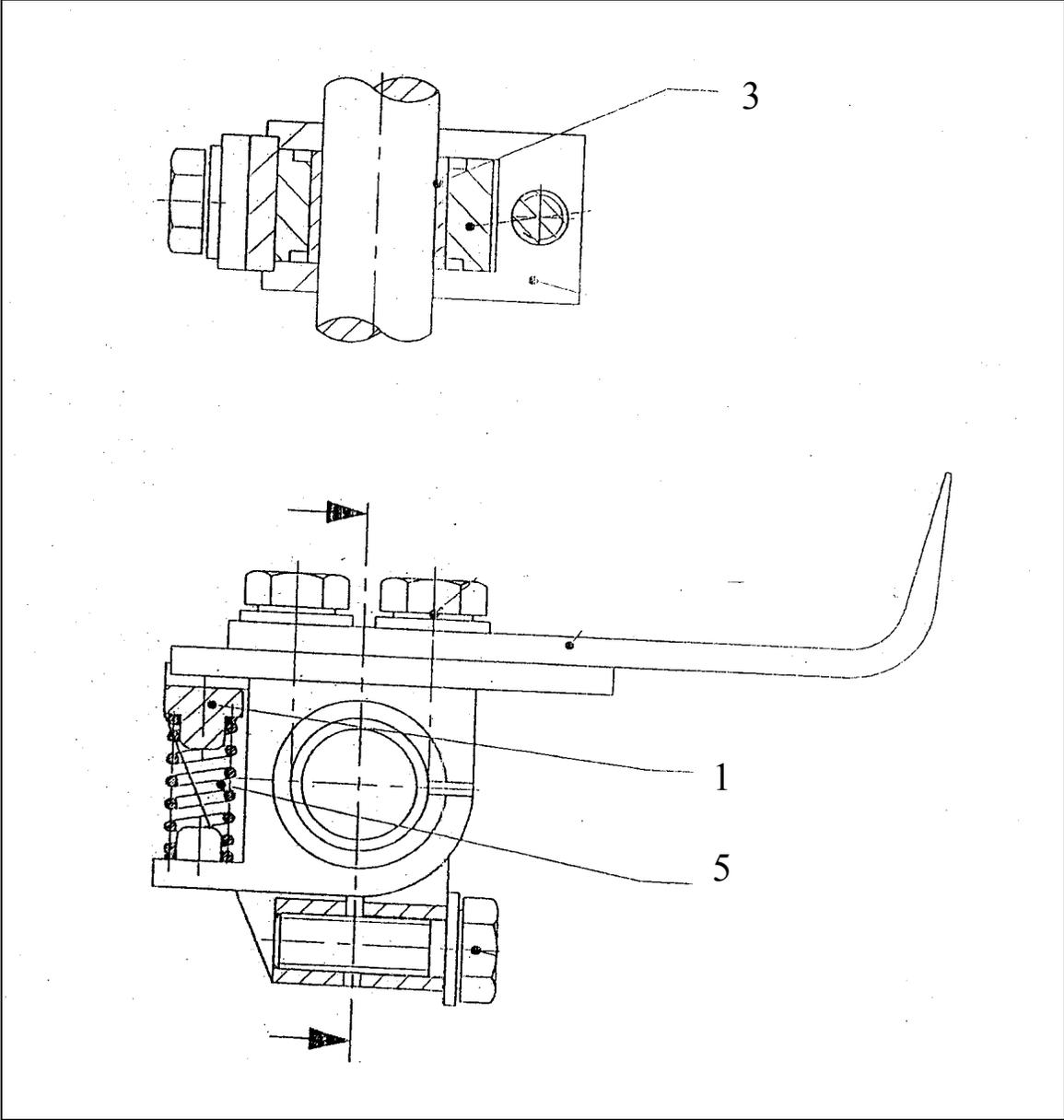
Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll

Figura 50. Grupo 41



Fuente. Krones, **Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll**

Figura 51. Grupo 42



Fuente. Krones, Manual mecánico de máquina etiquetadora contirroll