

UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**ANÁLISIS DINÁMICO DE UNA**  
**EXCAVADORA HIDRÁULICA SOBRE**  
**ORUGA**

**Curso: Dinámica**

**Integrantes:**

- Bustos Medina Nicole Oriana
- García Lazarte Yenly Nicolle Kate
- Jamanca Rivadeneyra Sergio Jose
- Mejia Carrillo Jheferson Rodrigo

**Docente:**

**Ing. Menacho López Víctor Manuel.**

**2022**

# INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>8</b>
1. <b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1. <i>PLATEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</i>	<i>8</i>
1.2. <i>OBJETIVOS .....</i>	<i>8</i>
1.3. <i>JUSTIFICACIÓN .....</i>	<i>9</i>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
2. <b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>10</b>
2.1. <i>TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</i>	<i>10</i>
2.2. <i>TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</i>	<i>10</i>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>11</b>
3. <b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
3.1. <i>ANTECEDENTES.....</i>	<i>11</i>
3.2. <i>BASES TEÓRICAS .....</i>	<i>12</i>
4. <b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>22</b>
4.1. <i>EXCAVADORAS HIDRAULICAS .....</i>	<i>22</i>
4.2. <i>RETROESCAVADORA .....</i>	<i>24</i>
4.3. <i>EXCAVADORA DE EMPUJE FRONTAL .....</i>	<i>25</i>
4.4. <i>EXCAVADORA BIVALVA CON BRAZO TELESCÓPICO .....</i>	<i>25</i>
4.5. <i>COMPOSICION DEL MECANISMO ADORPTADO.....</i>	<i>26</i>
4.6. <i>FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO ADOPTADO.....</i>	<i>28</i>

4.7.	<i>TIPOS DE BOMBAS DE ENGRANAJES.....</i>	<i>30</i>
5.	<i>ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO .....</i>	<i>35</i>
5.1.	<i>BOMBAS Y ACTUADORES HIDRAULICOS.....</i>	<i>35</i>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>BOMBA DE ENGRANAJES .....</b>	<b>36</b>
<b>BOMBA DE PALETAS .....</b>	<b>37</b>
<b>BOMBA DE TORNILLO .....</b>	<b>37</b>
<b>BOMBA DE PISTONES.....</b>	<b>38</b>
<b>BOMBA DE INTERCAMBIO DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO .....</b>	<b>38</b>

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación va dedicado en primer lugar a Dios, por guiarnos y darnos la fuerza para no detenernos en el proceso de crecer con el aprendizaje.

A nuestros familiares, por su comprensión, apoyo y sacrificio en nuestra vida, gracias a ello llegamos aquí y nos formamos como lo que somos ahora.

Al ingeniero Victor Mecacho López por brindarnos los conocimientos necesarios y brindarnos las herramientas adecuadas para realizar esta investigación.

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación es parte de una propuesta para investigar y comprender de manera dinámica el funcionamiento de la excavadora hidráulica sobre oruga como una maquinaria de construcción civil, el objetivo planteado en esta investigación se centra en evaluar la aplicación del movimiento de una excavadora hidráulica sobre oruga.

El desarrollo de esta investigación nos llevó a entender los distintos tipos de movimiento y también la transformación de movimiento que realiza la excavadora hidráulica sobre oruga para poder realizar su trabajo y poder desplazarse, asimismo estudiamos su comportamiento y la verificación de la respectiva máquina.

## **ABSTRACT**

The research work is part of a proposal to dynamically investigate and understand the operation of the hydraulic crawler excavator as a civil construction machinery, the objective of this research is focused on evaluating the application of the movement of a hydraulic excavator on caterpillar.

The development of this research led us to understand the different types of movement and also the transformation of movement carried out by the hydraulic crawler excavator to be able to carry out its work and be able to move, we also studied its behavior and the verification of the respective machine.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, minería y agricultura en los últimos años han crecido de manera favorable, esto se ve reflejado en la cantidad de materia prima que exportamos al mercado mundial de alimentos, por ejemplo, además de que la industria genera enormes beneficios para la población peruana.

Como bien sabemos en las industrias mencionadas es necesario remover y movilizar grandes cantidades de material sólido, es aquí donde pondremos énfasis en las excavadoras que serán lo abordado en nuestro trabajo de investigación.

Una vez tocado el tema de interés, si bien todos conocemos o hemos observado alguna vez una máquina excavadora desarrollando diversos trabajos en alguna obra civil, muchos nos conocemos el funcionamiento interno de dicha maquinaria, por ello pretendemos en esta investigación analizar el comportamiento dinámico de la excavadora.

La manera de abarcar la investigación fue recopilar diferentes tipos de fuentes que estudian tanto la dinámica de la maquinaria, como su utilidad y diferentes componentes. Esto nos facilitará la comprensión y simplificará el análisis del funcionamiento de la excavadora.

El fin de nuestra investigación es que de manera sencilla se pueda entender la manera en la que funciona una excavadora, para así conocer más de nuestro entorno y la maquinaria con la que trabajaremos en un futuro próximo

## **CAPÍTULO I**

### **1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### ***1.1.PLATEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA***

La desinformación y desconocimiento de los movimientos dinámicos que ocurren en el día a día de una persona.

#### ***1.2.OBJETIVOS***

##### **1.2.1.OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la aplicación del movimiento de una excavadora hidráulica sobre oruga.

##### **1.2.2.OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Analizar los movimientos que realiza la excavadora hidráulica sobre oruga.
- Analizar la dinámica que posee una excavadora hidráulica sobre oruga.



### ***1.3.JUSTIFICACIÓN***

El estudio en esta investigación resulta por el hecho del desconocimiento de los movimientos dinámicos que ocurren en el día a día de una persona, a lo largo de un día se observan movimientos dinámicos que realizan los cuerpos. Se espera que los estudiantes que han llevado o están llevando el curso de dinámica, tengan la capacidad de emplear los conocimientos dinámicos en un campo de aplicación de la ingeniería civil; tales como las maquinas utilizadas en las construcciones.

La presente investigación es viable, pues dispone de recursos humanos y fuentes de información necesarios para llevarla a cabo. En el aspecto social esta información beneficia a la comunidad universitaria y a cualquier ciudadano interesado en aprender acerca de su entorno, en este caso específico el funcionamiento cinemático de una excavadora, se busca agrandar el conocimiento de la población para que así conozcan e interpreten lo que sucede en su entorno. El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que está abierta a realizarse más investigaciones acerca del mismo tema, así mismo se puede realizar una comparación con otras investigaciones realizadas a lo largo del tiempo. En un aspecto disciplinario, este estudio este hecho para contribuir con los estudios realizados sobre el funcionamiento cinemático de una excavadora, para así mejorar su comprensión acerca de su funcionamiento. Este trabajo dará la oportunidad a los estudiantes y docentes de conocer sobre el funcionamiento cinemático de una excavadora, teniendo en cuenta la teoría dinámica.

## **CAPÍTULO II**

### **2. METODOLOGÍA**

#### ***2.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN***

Realizamos una investigación de tipo DESCRIPTIVA, ya que se realizó un estudio de las diferentes ramas que abarcan la dinámica de la excavadora, así como entender el fin de dicho proceso y describir lo investigado.

#### ***2.2.TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS***

- La información obtenida fue extraída de diferentes fuentes como son: investigaciones previas, manuales de mantenimiento de excavadoras, observación del funcionamiento de una excavadora, consulta a especialistas, entre otras.
- Nuestros datos son descriptivos y visuales, tomados de otras fuentes y observaciones

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES

Desde siempre el ser humano buscó implementar tecnología a su vida para facilitar su trabajo y simplificar procesos, de modo que la investigación para desarrollar nuevas tecnologías fue siempre de nuestro interés, y la rama de la construcción no es la excepción teniendo grandes pasos como la invención de maquinaria como lo es la excavadora.

El estudio de las máquinas excavadoras se remonta al año 1835, cuando el investigador estadounidense William Otis, diseñó la primera máquina excavadora. Sin embargo, debido a los altos costos de la mano de obra en ese tiempo, la idea no se pudo desarrollar.

No fue hasta el año 1855 cuando finalmente se logró implementar la nueva maquinaria en las obras de minería y construcción de ferrocarriles. Desde entonces el requerimiento de estas máquinas incrementó de forma exponencial y por ello el estudio y desarrollo de nuevos modelos no tardaron en llegar.

Las excavadoras del siglo XXI tienen cuatro funciones principales extender, cavar, extraer y volcar (citado por Diego Mechán Casano, 2020), pero a lo largo del último siglo debido a los avances tecnológicos se implementaron nuevas funciones y modelos mucho más específicos para diversas ramas, como son: las mega excavadoras o excavadoras eléctricas.

Un ejemplo de la excavadora eléctrica es la Caterpillar pesa 26 toneladas y se ha transformado incorporándole una batería de 300 kWh (solo este componente pesa 3,4 toneladas). Su autonomía está entre las 5 y las 7 horas. El caso de la excavadora de Caterpillar no es único. Y tampoco rompe récords de tamaño. Este lo ostenta de

momento el camión de volquete que se adaptó en Suiza. Su batería es de 700 kWh y puede desarrollar 800 caballos de potencia “Tipos de excavadoras y sus diferentes usos -PerúConstruye” (2020).

En otros estudios modernos se utilizaron diversos softwares para ayudarnos a entender mejor el estudio dinámico de las excavadoras (*Estudio de la dinámica de una máquina excavadora con ayuda de la herramienta CAD/CAE Working Model*, Universidad de Piura, 2020), donde se concluyó que el uso de software Working Model, permite hallar las velocidades, aceleraciones y fuerzas, de manera intuitiva, ya que no requiere el planteamiento directo de las ecuaciones que rigen el movimiento, sino que, mediante la definición de la posición, condiciones iniciales y demás características de los elementos (peso, fricción, material, etc.), se puede realizar un análisis robusto en un menor tiempo de trabajo.

Indudablemente en el último siglo la importancia de las máquinas excavadoras es muy significativo para el entorno de la construcción, y que su estudio dinámico fue fundamental y se desarrollo mucho con ayuda de softwares avanzados de ingeniería.

Como se observó en los estudios citados es importante conocer la dinámica detrás de las máquinas excavadoras para así entender mejor nuestro entorno laboral.

## **3.2.BASES TEÓRICAS**

### **3.2.1.MOVIMIENTO RELATIVO**

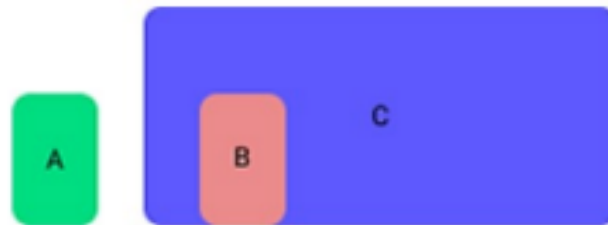
Es un concepto relativo porque debe referirse a un sistema de partículas o sistema referencial de partículas perseguido y escogido por un observador, por lo cual se establece que se pueden usar diferentes referenciales por las diferentes formas de observaciones de cada individuo.

Una partícula encuentra en movimiento en referencia si su posición es cambiante debido al trascurso del tiempo en caso contrario la partícula se encuentra en estado de

reposito, contando con estas definiciones se deduce de manera general en todo ámbito que el concepto de movimiento como el de reposo son relativos, un ejemplo propuesto en nuestra sociedad es la de un pasajero (B) que estaba sentado en un vagón de ferrocarril (C) que se encuentra en reposo respecto al vagón pero como él se mueve más respecto a la tierra, el pasajero se encuentra en movimiento respecto a los árboles (A) que observa en el tren .Asu vez , los árboles están en reposo respecto a la tierra , pero con movimiento respectivo del tren.

**Figura 1**

*Elementos taquimétricos*

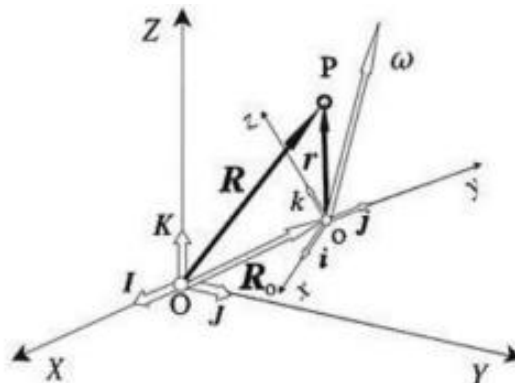


*Nota:* Diagrama, donde A representa el árbol, B al viajero y C al vagón

### 3.2.1.1. *Movimiento de una partícula en dos referenciales*

**Figura 2**

Movimiento de una partícula en dos referenciales



*Nota:* Sistema de referencia fijo o absoluto (XYZ) y sistema de referencia móvil o relativo (xyz) en movimiento general respecto al referencial.

El movimiento relativo hace referencia al que presenta una partícula con respecto a otro sistema de referencia (xyz) , debe a su nombre a referencial relativo o móvil por estar en movimiento a otro sistema (XYZ) estableciéndolo como referencial absoluto o fijo. El movimiento de un diferencial respecto al otro puede darse en traslación, rotación o la combinación de ambas, llamado movimiento general.

## **Velocidad**

La velocidad  $V_F$  de una partícula en un referencial fijo no absoluto está relacionada con la velocidad  $m$  en un marco de referencia móvil en base a esta expresión:

$$\mathbf{V}_F = \mathbf{V}_M + \mathbf{V}_0 + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$$

Siendo:

$V_F$ : Velocidad de la partícula en el referencial fijo

$V_M$ : Velocidad de la partícula en el referencial móvil

$V_0$ : Velocidad del origen referencial móvil en el referencial fijo

$\omega$ : Velocidad angular del referencial móvil respecto del referencial fijo (velocidad angular de arrastre)

$\omega \times r$ : Velocidad de arrastre de rotación

Los dos últimos temas representan la velocidad de arrastre total, de modo que podemos escribir

$$\mathbf{V}_{arr} = \mathbf{V}_0 + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$$

que coincide con la velocidad correspondiente a un punto de un sólido rígido en movimiento

Podemos expresar la velocidad de la partícula en el referencial fijo de la siguiente manera

$$\mathbf{V}_f = \mathbf{V}_M + \mathbf{V}_{arr}$$

### Aceleración

La aceleración  $\mathbf{a}_f$  de una partícula en un referencial fijo y así aceleración  $\mathbf{a}_M$  en un referencial móvil relativo relacionadas mediante la siguiente forma:

$$\mathbf{a}_f = \mathbf{a}_M + \mathbf{a}_0 + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r} + \mathbf{w} \times (\mathbf{w} \times \mathbf{r}) + 2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{V}_M$$

$\mathbf{a}_f$ : La aceleración de la partícula en el referencial fijo.

$\mathbf{a}_M$ : Aceleración de la partícula en el referencial móvil.

$\mathbf{V}_M$ : Velocidad de la partícula en el referencial móvil.

$\mathbf{a}_0$ : Aceleración del origen del referencial móvil en el referencial fijo.

$\mathbf{w} \times \mathbf{r}$ : Aceleración tangencial

$\mathbf{w} \times (\mathbf{w} \times \mathbf{r})$ : La aceleración normal o centrífuga (Arrastre de rotación)

$2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{V}_M$ : Aceleración complementaria o aceleración de Coriolis

Si la partícula se encuentra en reposo en el referencial móvil, esto es, si  $\mathbf{V}_M = 0$  y  $\mathbf{a}_M = 0$ , su aceleración en el referencial fijo es la aceleración de arrastre, viene dado por:

$$\mathbf{a}_{arr} = \mathbf{a}_0 + \dot{\boldsymbol{\omega}} \times \mathbf{r} + \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r})$$

que coincide con la aceleración correspondiente a un punto de un sólido rígido de movimiento

Podemos expresar la aceleración correspondiente a un punto de un sólido rígido en movimiento

Podemos expresar la aceleración de la partícula en el referencial fijo en la forma

$$\mathbf{a}_F = \mathbf{a}_M + \mathbf{a}_{rr} + \mathbf{a}_c$$

### 3.2.2. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO

En algunos mecanismos, el tipo de movimiento que tiene el elemento de entrada del mecanismo es diferente del tipo de movimiento que tenga el elemento de salida, es decir, el tipo de movimiento se transforma en otro distinto, de ahí el nombre de mecanismo de transformación (Fijardo , Cabrera,Pulido , & Zamorín , 2008)

Los mecanismos de transformación pueden ser, a su vez, agrupados en dos grandes grupos:

### **3.2.2.1. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN CIRCULAR-LINEAL**

Para este caso el elemento de entrada posee un movimiento circular, pero el elemento de salida posee un movimiento lineal. Un claro ejemplo vendría a ser el piñón-cremallera.

### **3.2.2.2. MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN CIRCULAR-ALTERNATIVO**

Para este caso el elemento de entrada posee un movimiento circular, pero el elemento de salida posee un movimiento alternativo. Un claro ejemplo vendría a ser la biela-manivela.

### **3.2.2.3. ALGUNOS MECANISMOS**

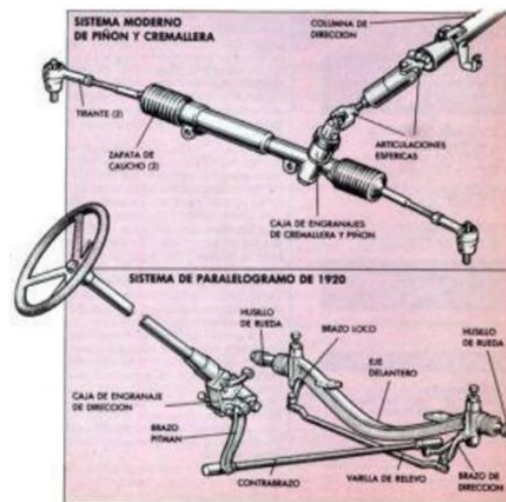
- Piñón-cremallera:

Este mecanismo, es un mecanismo de transformación circular-lineal. Este mecanismo es transformable, ya que, el piñón al rotar y estar engranado a la cremallera, empuja a ésta, provocando su desplazamiento lineal.





Por más que el sistema es totalmente reversible, su utilidad práctica suele centrarse solamente en la conversión de circular en lineal continuo, siendo muy apreciado para conseguir movimientos lineales de precisión (caso de microscopios u otros instrumentos ópticos como retroproyectores), desplazamiento del cabezal de los taladros sensitivos, movimiento de puertas automáticas de garaje, sacacorchos, regulación de altura de los trípodes, movimiento de estanterías móviles empleadas en archivos, farmacias o bibliotecas, cerraduras.



Dirección asistida



Detalle del piñón-cremallera de la dirección asistida

La dirección asistida es el conjunto de mecanismos que componen el sistema de la dirección tiene la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor. Cuando giras el volante de un automóvil, giras al mismo tiempo un piñón situado en el otro extremo del eje del volante. Este, a su vez, engrana a una cremallera que, al desplazarse, permite el giro de las ruedas que te permiten cambiar la dirección del coche.

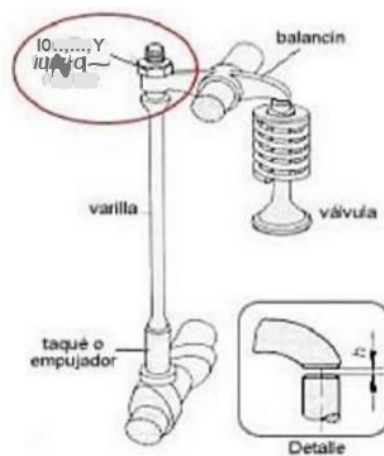
- La leva

En mecánica, una leva es un elemento mecánico hecho de algún material (madera, metal, plástico, etc.) que va sujeto a un eje y tiene un contorno con forma especial. De este modo, el giro del eje hace que el perfil o contorno de la leva toque, mueva, empuje o conecte una pieza conocida como seguidor.

Permite obtener un movimiento alternativo, a partir de uno circular; pero no nos permite obtener el circular a partir de uno alternativo (o de uno oscilante). Es un mecanismo no reversible, es decir, el movimiento alternativo del seguidor no puede ser transformado en un movimiento circular para la leva. Si haces clic sobre el dibujo de la derecha, verás a la leva en acción.

Este mecanismo se emplea en: motores de automóviles (para la apertura y cierre de las válvulas), programadores de lavadoras (para la apertura y cierre de los circuitos que gobiernan su funcionamiento), carretes de pesca (mecanismo de avance-retroceso del carrete), corta pelos, depiladoras,

Un automóvil posee múltiples cilindros (normalmente cuatro) con sus respectivas válvulas. Éstas deben abrirse y cerrarse siguiendo una secuencia periódica muy precisa y perfectamente sincronizada con el resto de los elementos del motor.



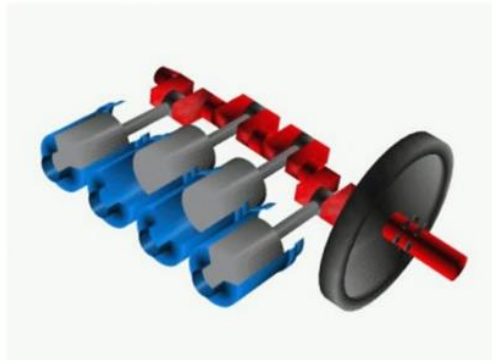
Conjunto de leva, taqué, balancín y válvula

Es por esto que todas las levas van montadas sobre un mismo elemento llamado árbol de levas. Por otra parte, cada una de las levas obliga a su correspondiente seguidor, llamado taqué, a un movimiento alternativo que se transmite hasta válvula a través de una palanca llamada balancín. Fíjate en la animación y comprenderás inmediatamente de qué hablo.

- Biela Manivela

Este mecanismo transforma el movimiento circular de la manivela en un movimiento alternativo del pie de una biela, que es una barra rígida, cuyo extremo está articulado y unido a la manivela. Este sistema también funciona a la inversa, es decir, transforma el movimiento alternativo de la biela en un movimiento de rotación de la

manivela. Este mecanismo es esencial, pues se utiliza en motores de combustión interna, máquinas de vapor, máquinas de coser, herramientas mecánicas, etc. En el caso de los motores de los coches, la manivela es sustituida por el cigüeñal, que arrastra los pistones del motor a través de las bielas.



En la siguiente imagen se puede observar el mecanismo en acción en el que se aprecia la biela (de color gris) unida a la manivela (circular) por un extremo. El otro extremo de la biela tiene el movimiento alternativo ya citado en el que podría fijarse, por ejemplo, un pistón. Véase también Motores de combustión.

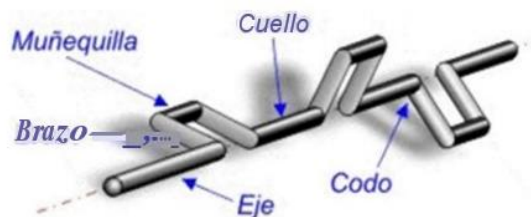
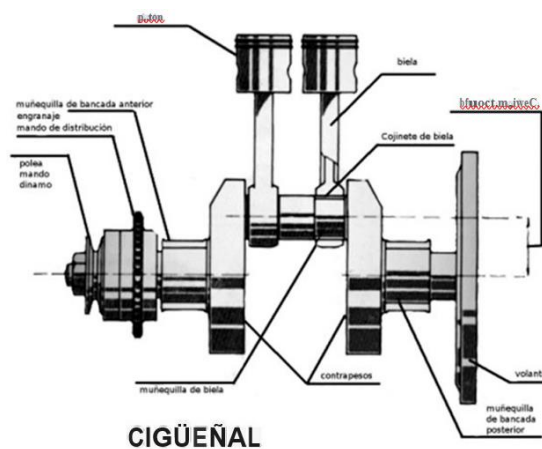
En la imagen inferior puedes observar una analogía entre el mecanismo de biela manivela y el pedal de una bicicleta. En este caso, tus piernas actuarían como bielas que poseen movimiento alternativo, actuando a la vez como elemento motriz, mientras que los pedales hacen las veces de manivela y elemento conducido.

En la siguiente imagen animada puedes apreciar el mecanismo con un ejemplo más realista.



- El cigüeñal

El cigüeñal es un árbol de transmisión que junto con las bielas transforma el movimiento alternativo en circular, o viceversa. En realidad, consiste en un conjunto de manivelas. Cada manivela consta de una parte llamada muñequilla y dos brazos que acaban en el eje giratorio del cigüeñal. Cada muñequilla se une a una biela, la cual a su vez está unida por el otro extremo a un pistón. Observa la imagen y lo entenderás inmediatamente.



Los cigüeñales se utilizan extensamente en los motores de combustión de los automóviles, donde el movimiento lineal de los pistones dentro de los cilindros se transmite a las bielas y se transforma en un movimiento rotatorio del cigüeñal que, a su vez, se transmite a las ruedas y otros elementos como un volante de inercia. El cigüeñal es un elemento estructural del motor.

En la siguiente imagen puedes apreciar un cigüeñal real unido a sus respectivas bielas



Al observar esta imagen, nos viene a la cabeza la imagen del mecanismo de biela-manivela. Y es que, al fin y al cabo, este conjunto de pistones, bielas y cigüeñal se puede considerar como una serie de mecanismos biela-manivela que funcionan de forma simultánea y sincronizada.

#### **4. MARCO CONCEPTUAL**

##### **4.1.EXCAVADORAS HIDRAULICAS**

Son máquinas diseñadas para excavar y cargar, se llaman hidráulicas porque su equipo de trabajo se mueve mediante cilindros hidráulicos. Aparte de llevar a cabo operaciones de movimiento de tierra, puede ser usada para cortar o romper acero, rocas y hormigón.

Se diferencian de otras máquinas porque trabajan fijas, sólo mueven la superestructura. Cuando la excavación a realizar sale de su alcance, el conjunto de la máquina se traslada a una nueva posición de trabajo, pero no excava durante este desplazamiento.

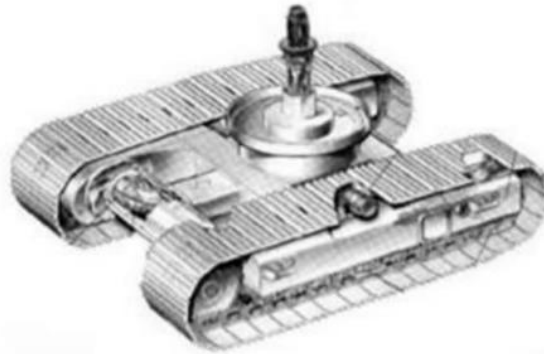
##### **4.1.1.CHASIS DE TRASLACIÓN:**

Permite el desplazamiento y sirve de base para la estructura superior.

Se puede encontrar dos formas de traslación:

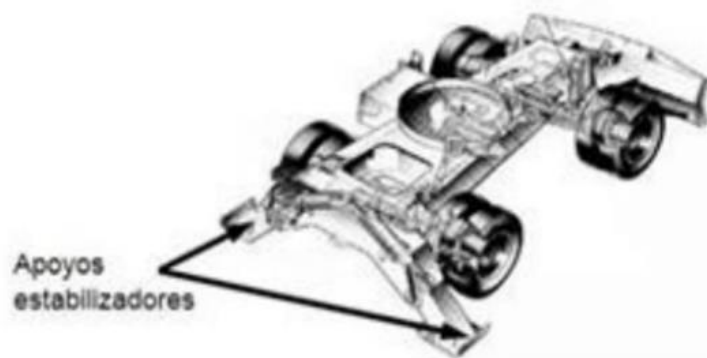
##### **4.1.1.1. MEDIANTE ORUGAS (CADENAS)**

Con velocidades comprendidas entre 0 y 3 km/h. Es el tren de rodaje más utilizado porque tiene mayor adherencia y por la poca presión que transmiten los trenes al terreno. Constan de dos trenes de rodaje y de un bastidor con corona dentada en el que se acopla la superestructura permitiendo su giro.



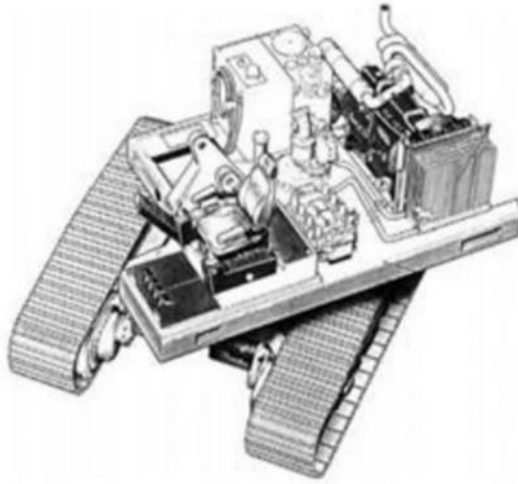
#### **4.1.1.1. MEDIANTE RUEDAS**

Con velocidades comprendidas entre 0 y 20 km/h. Únicamente existe el tipo retroexcavadora con poca capacidad. Constan de dos ejes de ruedas neumáticas y de un bastidor con corona dentada en el que se acopla la superestructura permitiendo su giro. Además, necesitan apoyos estabilizadores para no moverse durante la excavación.



#### **4.1.2. UNIDAD GIRATORIA O SUPERESTRUCTURA:**

Está unida al chasis mediante la corona de giro, que es el elemento de la excavadora que permite su rotación. Incluye una cabina giratoria y todo el sistema de control (motores, sistema hidráulico, contrapeso, etc.). Sostiene al resto de la excavadora.



#### **4.1.2.1. ESTRUCTURA MANIPULADORA O BRAZO ARTICULADO:**

los elementos fundamentales que la componen son la pluma, el brazo y la cuchara. El brazo y la pluma son los eslabones principales y la cuchara es el efector final móvil de la máquina.

#### **4.2. RETROESCAVADORA**

Su brazo articulado está formado por una pluma, un brazo, articulaciones o varillajes y una cuchara que trabaja acercándose hacia la máquina y de arriba hacia abajo.

Las retroexcavadoras se emplean principalmente para:

- Excavaciones por debajo del plano de apoyo de la máquina.
- Excavaciones de paredes verticales estables.
- Trincheras (excavación longitudinal destinada a abrir paso a un camino, ferrocarril, etc.) y zanjas (excavación longitudinal destinada a tuberías, cables, etc.)
- Excavación de cimientos para edificios.
- Refino de taludes.
- Trabajos de demolición.





#### ***4.3.EXCAVADORA DE EMPUJE FRONTAL***

Su brazo articulado está formado por una pluma, un brazo y una cuchara frontal que trabaja alejándose de la máquina y hacia arriba. De esta manera, se consigue una mayor altura de descarga en comparación con la máquina retroexcavadora. Las excavadoras de empuje frontal, se emplean principalmente para:

- Excavar por encima del plano de apoyo de la máquina.
- Cargar un frente de una cantera.



#### ***4.4.EXCAVADORA BIVALVA CON BRAZO TELESCÓPICO***

Su brazo articulado está formado por una pluma, un brazo y una cuchara compuesta por dos mordazas o valvas. La cuchara suspendida del brazo, se deja caer abierta sobre el material a excavar, en el cual se hincan los dientes. Al levantarse se cierran las mordazas, cogiendo dentro de ellas el producto excavado. Esta máquina

puede excavar, recoger el material y descargarlo en dirección vertical y por debajo o por encima del nivel de apoyo de máquina, siendo esta propiedad la que la distingue del resto de máquinas de excavación.

Su desventaja es que cuentan con menor capacidad de corte. Se emplean principalmente para:

- Excavar en espacios reducidos tales como pozos o zanjas de cimentación.
- Excavar en profundidades no alcanzables por otro tipo de excavadoras.
- Carga de materiales apilados o sueltos.
- Extracciones bajo el agua (Dragados).



#### ***4.5.COMPOSICION DEL MECANISMO ADORPTADO***

El brazo articulado que se ha diseñado está formado por los siguientes elementos o partes:

##### **4.5.1.PLUMA:**

Es un elemento con forma de "boomerang" y de sección variable. Se encuentra articulado en la parte delantera de la superestructura y a la derecha de la cabina del operador.

#### **4.5.2. CILINDROS DE ELEVACIÓN:**

Son dos cilindros hidráulicos apoyados en el soporte del brazo articulado y que tienen conexión en el codo de la pluma. Su función es la de elevar o bajar la pluma.

#### **4.5.3. BRAZO**

Es un elemento, también de sección variable, articulado en la punta de la pluma en uno de sus extremos y en el otro se articula la cuchara.

#### **4.5.4. CILINDRO DEL BRAZO**

Es un cilindro hidráulico apoyado en la pluma y conectado en el extremo anterior del brazo. Su función es la de controlar los movimientos del brazo.

#### **4.5.5. VARILLAJE DE LA CUCHARA**

Es un elemento compuesto de dos piezas (o eslabones articulados) que sirve para hacer girar la cuchara, con lo cual se logra el llenado o vaciado del mismo.



#### **4.5.6. CUCHARA**

Es el recipiente en el cual se deposita el material excavado. Está provisto de dientes en su borde para facilitar el arranque de los materiales.

#### **4.5.7. CILINDRO DE DESCARGA**

Es un cilindro hidráulico apoyado en el brazo y conectado en el vértice del varillaje de la cuchara. Su función es la de controlar los movimientos de la cuchara.

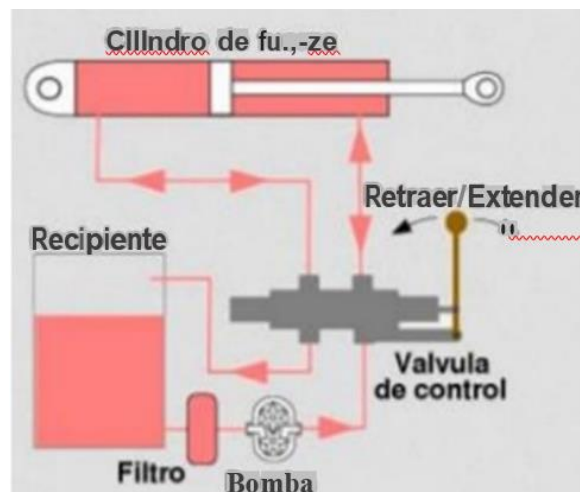
#### 4.5.8.SISTEMA HIDRÁULICO

Es el conjunto de circuitos hidráulicos que controla el movimiento de todos los cilindros hidráulicos que posee el brazo articulado.



#### 4.6.FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO ADOPTADO

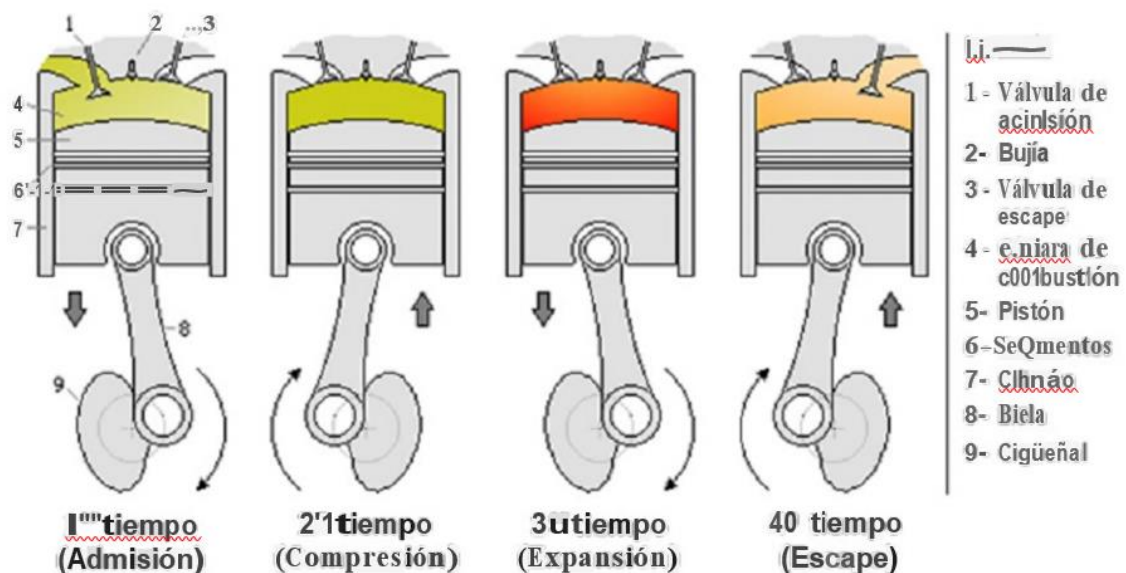
Al tratarse de un mecanismo de tres GDL, será necesario un mínimo de tres actuadores o cilindros hidráulicos que serán los encargados de utilizar su energía hidráulica para conseguir el movimiento del brazo articulado. Dicho movimiento se logra al combinar los cilindros hidráulicos. El operador desde la cabina controla cada cilindro por separado logrando así el movimiento deseado.



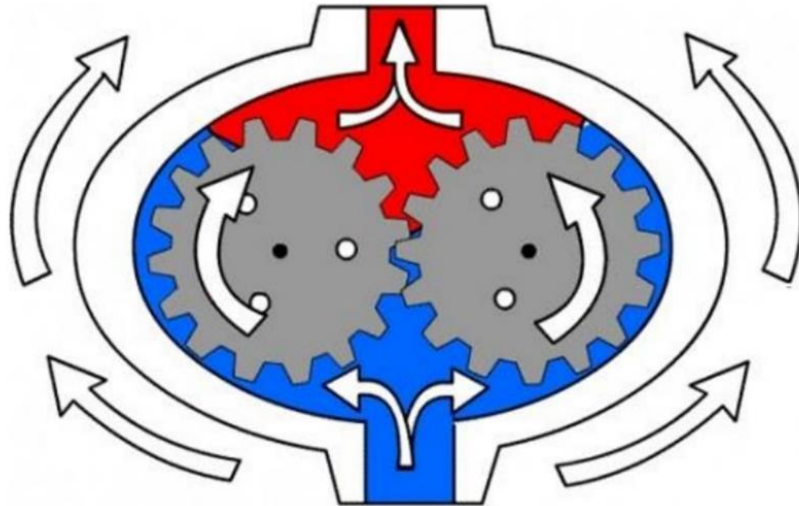
Un par de cilindros de doble efecto son los encargados de subir y bajar la pluma. Cuando el operario acciona la palanca, el aceite a presión llega al cilindro, desplazando el vástago y elevando la pluma.

Para mover el brazo el sistema usa un cilindro y una articulación (como si fuera el brazo y el codo de una persona). Cuando en el vástago se produce el avance es como si una persona doblara el codo, la articulación hace que el brazo de la excavadora se doble (y descienda). Cuando el vástago retrocede es como si una persona estirase el brazo, es decir el brazo de la excavadora se eleva y se pone en línea con la parte superior de la pluma.

Un sistema similar se usa para controlar la cuchara, con un cilindro sobre el brazo y una articulación que lo une a la cuchara (cuyos símiles humanos serían el antebrazo, muñeca y mano). Con el movimiento de avance en el vástago la cuchara descendería y al retroceder ascendería.



Las bombas hidráulicas de engranes se usan para bombear aceite de lubricación, las bombas de engranes son bombas de caudal fijo, estas bombas hidráulicas producen flujo al transportar el aceite entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por la flecha de la bomba (motriz), y éste hace girar al otro (conducido).



Esto produce un vacío en la línea de succión, cuando se separan los dientes, por el aumento del volumen en la cámara de succión. En el mismo momento los dientes se van alejando, llevándose el fluido en la cámara de succión. La expulsión del fluido ocurre en el extremo opuesto de la bomba por la disminución de volumen que tiene lugar al engranar los dientes separados.

#### ***4.7.TIPOS DE BOMBAS DE ENGRANAJES***

##### **4.7.1.BOMBAS DE ENGRANAJES EXTERNOS**

Compuesta por dos engranajes idénticos entrelazados entre sí. Uno de los engranajes es accionado mediante un motor y ejerce la fuerza suficiente para mover el otro engranaje creando así la fuerza de succión necesaria para el correcto funcionamiento.

##### **4.7.2.BOMBAS DE ENGRANAJES INTERNOS**

Las bombas de engranajes internos son excepcionalmente versátiles. Este tipo de bombas tienen un engranaje interno el cual está dentro de un segundo engranaje externo.

El engranaje interno cuenta con un eje impulsado por un motor y dientes que sobresalen hacia afuera, lo que unido a que el engranaje externo tenga los dientes a la inversa, se produce un efecto similar al explicado anteriormente, en el que el fluido es

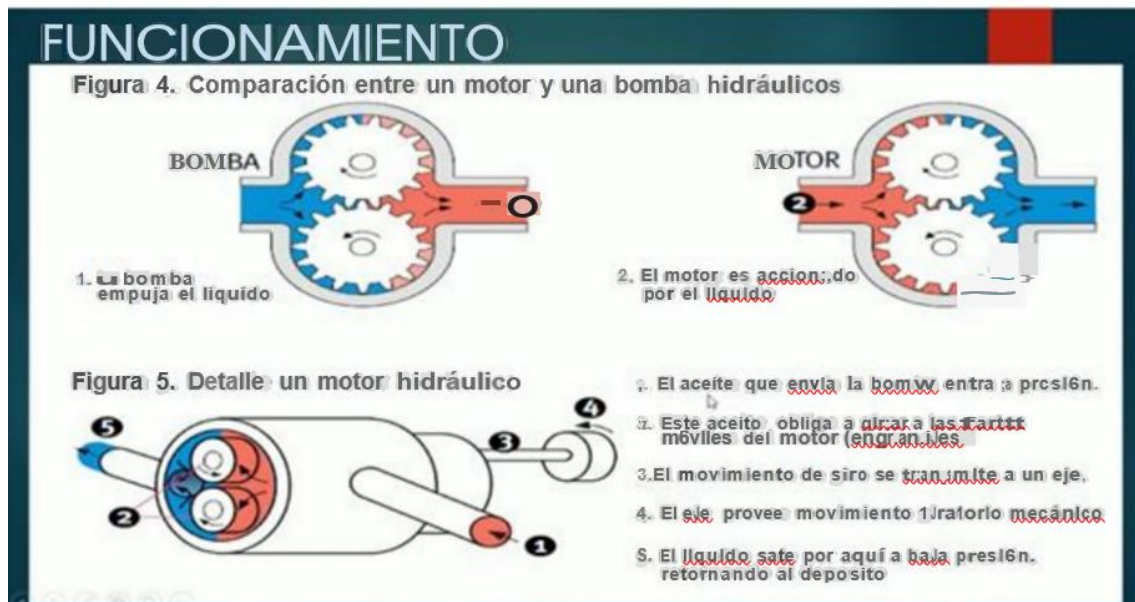
movido desde la entrada hacia la salida de la bomba, obteniéndose una presión superior gracias a la fuerza de los engranajes.

Las bombas de engranajes basan su funcionamiento en el aprovechamiento de la fuerza de sus engranajes para transferir fluidos.

### 4.7.3. MOTOR HIDRÁULICO

Los motores hidráulicos transforman energía cinética del fluido en energía mecánica rotativa, la cual generalmente es aplicada a una carga mediante un eje.

## ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA



Los motores hidráulicos, transforman la energía cinética del aceite dentro de un sistema, en energía rotativa, dependiendo del sistema en el que se le ponga, tendrá una aplicación diferente. Ejemplos de esto pueden ser sistemas de arrastre por tipo wincha, motor hidráulico para ser la propulsión a una bomba dentro de un camión que succionara aguas para prevenir inundaciones, o dando movimiento mediante un sinfín a una compuerta, en la inyección de plástico, las aplicaciones de los motores hidráulicos dentro de la vida cotidiana pueden ser muy grande.

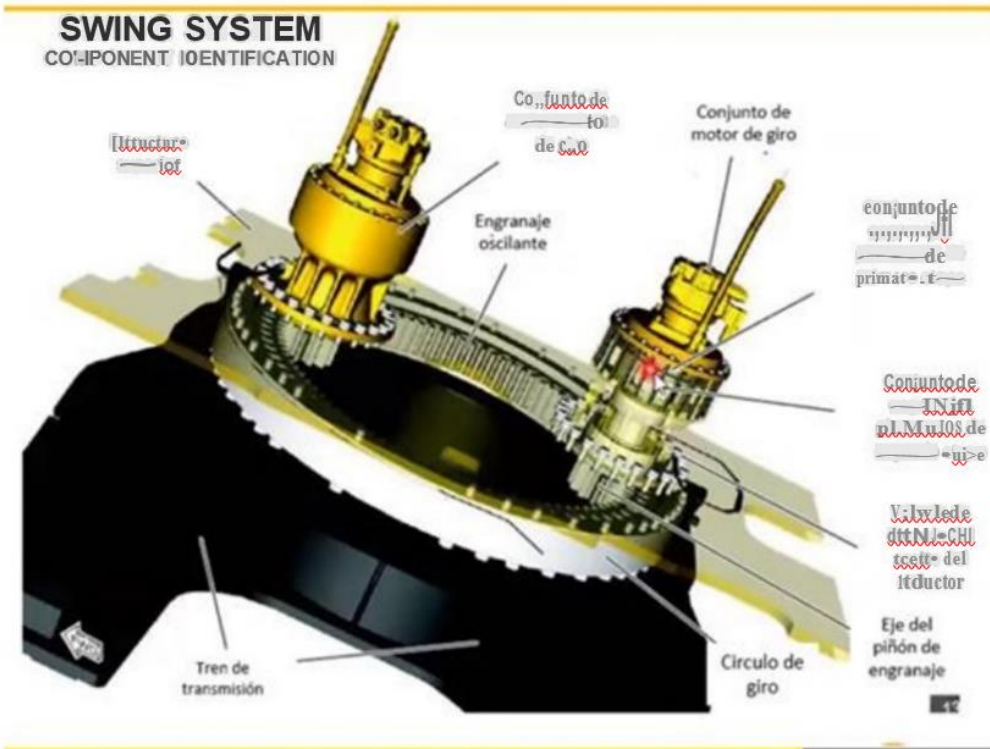




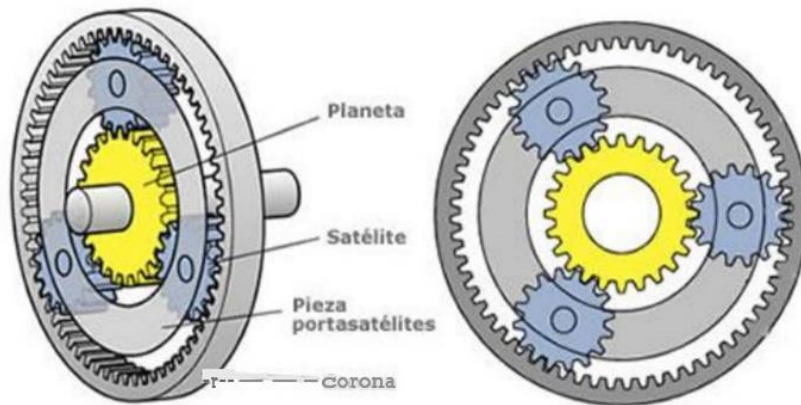
#### 4.7.4. ENGRANAJES PLANETARIOS

ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA

### COMPONENTES DEL SISTEMA DE GIRO





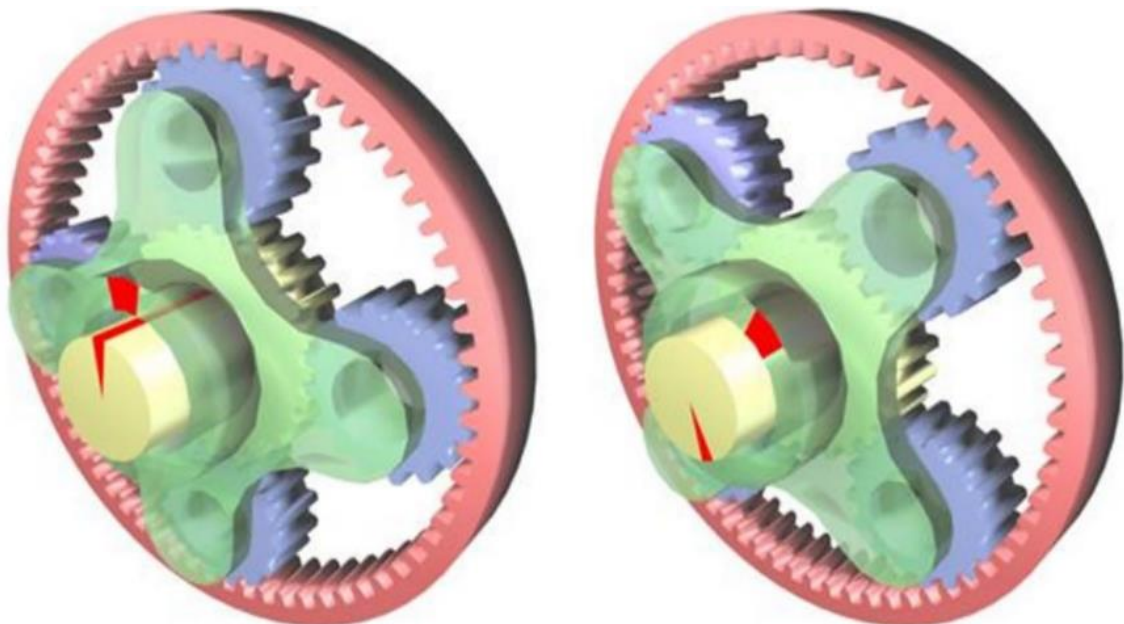


Los engranajes planetarios es un conjunto de engranajes con el eje de entrada y el eje de salida alineados. Se utiliza una caja de engranajes planetarios para transferir el mayor par en la forma más compacta.

El engranaje planetario se usa aquí para aumentar la velocidad de salida.

La porta planetas (verde) es impulsado por un par de entrada.

El sol (amarillo) proporciona el par de salida, mientras la corona (rojo) permanece fija. Adviértanse las marcas rojas antes y después de que el eje de entrada rote  $45^\circ$  en el sentido de las agujas del reloj.



Todo sistema hidráulico se compone siempre de 3 partes fundamentales:

- Bomba: Es la que convierte la energía mecánica en energía hidráulica.

- Válvulas: Son las que controlan la presión y caudal.
- Actuador: Es la que convierte la energía hidráulica en energía mecánica

## 5. ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO

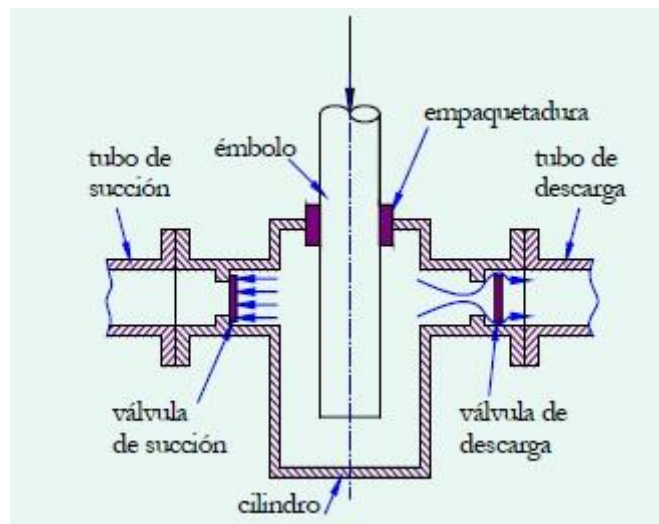
### 5.1. BOMBAS Y ACTUADORES HIDRAULICOS

Las bombas utilizan movimiento mecánico para mover líquido, producen energía de flujo mientras que los actuadores usan el flujo y la presión del líquido para trabajar, usan la energía de flujo para producir movimiento mecánico. Aunque la bomba y los actuadores hacen diferentes labores en sistemas hidráulicos sus funciones básicas son casi idénticas; ambos toman una forma de energía y la convierten en otra, por eso es fácil entender que sus estructuras son similares.

#### 5.1.1. BOMBAS HIDRAULICA

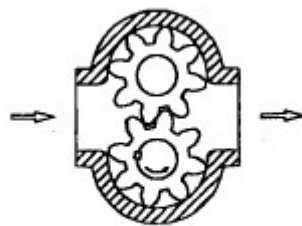
Una bomba hidráulica (o bomba de agua) es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas: tienen un contorno móvil de volumen variable que obliga al fluido a avanzar a través de la máquina. En ellas se cede energía de presión al fluido mediante volúmenes confinados.



#### 5.1.2. BOMBA DE DESPLAZAMIENTO

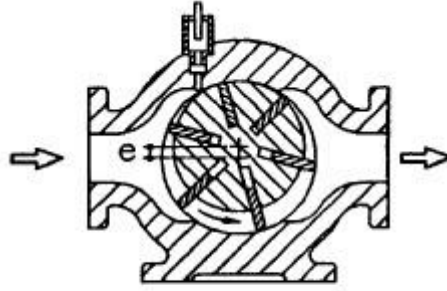
- Bombas alternativas u oscilantes: están formadas por uno o varios pistones en movimiento alternativo y diversas válvulas de aspiración e impulsión.
- Bombas de membrana: la membrana elástica puede ser solidaria de un émbolo o desplazarse por la acción de la presión hidráulica de un fluido auxiliar.
- Bombas de émbolos: un émbolo atrae fluido hacia un receptáculo en la carrera de aspiración y lo expulsa en la de impulsión. Pueden ser de efecto simple o de doble efecto, según que aspiren por una sola cara o por las dos del pistón. No necesitan ser cebadas.
- Bombas rotativas: contienen un mecanismo en rotación encargado de transportar el fluido de la aspiración a la impulsión.
- Bombas de engranajes: pueden ser, a su vez, de engranajes externos, internos, de lóbulos, de rotor y helicoidales.



Bomba de engranajes

*Bomba de engranajes*

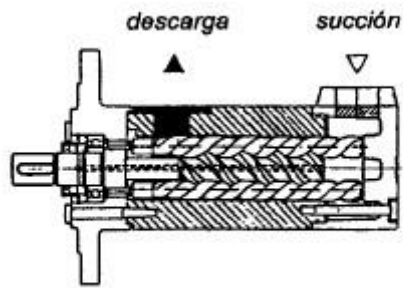
- Bombas de paletas: pueden ser de paletas deslizantes o flexibles (y otras) y estar equilibradas o no.



Bomba de paletas

*Bomba de paletas*

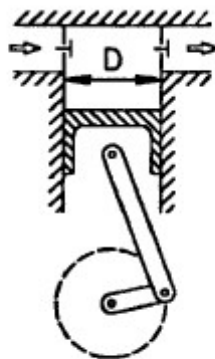
- Bombas de tornillo: Se basan en el principio del tornillo de Arquímedes. Destaca su uso en el bombeo de aguas residual a baja altura, fangos de retorno o efluentes tratados.



Bomba de tornillo

*Bomba de tornillo*

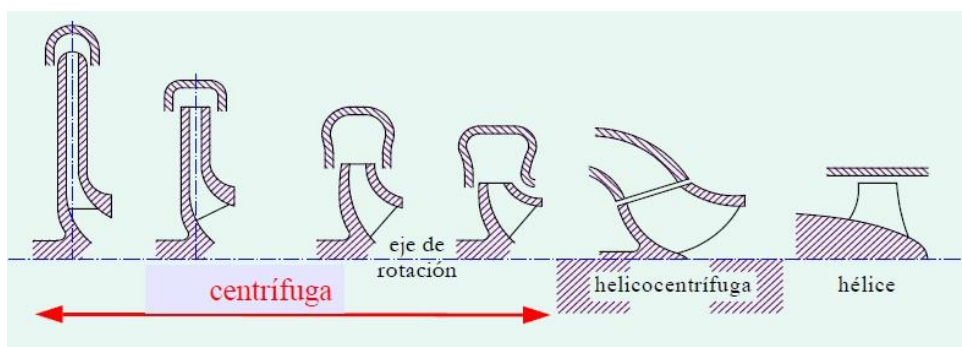
- Bomba de pistones: pueden tener los pistones dispuestos de forma axial o radial.



Bomba de pistón

### *Bomba de pistones*

- Bombas peristálticas: se utiliza un conducto flexible, que puede ser el mismo por el que circula el fluido en la instalación, para generar la impulsión. De todas estas bombas, las de paletas y las de pistones pueden ser de capacidad volumétrica variable, lo que les permite desalojar un caudal variable a revoluciones constantes y aumentar así el intervalo de caudales posibles.
- Bombas de intercambio de cantidad de movimiento o turbobombas: la turbobomba es una máquina hidráulica que cede energía al fluido mediante la variación del momento cinético producido en el impulsor o rodete. Según la dirección del flujo a la salida del rodete, podemos hablar de:
  - Bombas centrífugas: la dirección del flujo es perpendicular al eje.
  - Bombas hélice o axiales: la dirección del flujo es paralelo al eje. Se emplean para bombear grandes caudales a poca altura.
  - Bombas helicocentrífugas: la dirección del flujo es mixta.



### *Bomba de intercambio de cantidad de movimiento*

#### **5.1.3. ACTUADORES HIDRAULICOS:**

Los actuadores hidráulicos son los componentes finales dentro de un circuito hidráulico. Se encargan de convertir la energía hidráulica suministrada por la central

hidráulica para generar una fuerza y un movimiento. La central hidráulica está diseñada para que el actuador hidráulico realice el proceso adecuadamente. Este proceso para el cual está diseñado puede ser lineal o rotativo.

- Actuadores hidráulicos lineales

Los actuadores hidráulicos lineales son los cilindros hidráulicos. Podemos encontrar de diferentes tipos

- Cilindro hidráulico de simple efecto:

El movimiento lineal lo realiza en un sentido por la acción de la presión hidráulica y el retorno puede ser mecánicamente por un muelle interno o por el mismo proceso retornar con la fuerza mecánico externa, al dejar de tener presión hidráulica.

- Cilindro hidráulico de doble efecto:

Los cilindros hidráulicos de doble efecto son actuadores hidráulicos lineales que realizan el movimiento en los dos sentidos por medio de la presión hidráulica.

- Actuadores hidráulicos rotativos

Los actuadores hidráulicos rotativos pueden ser de diferente tipo en función del proceso a realizar, ya sea de giro continuado o giro en un determinado número de grados, para realizar un pequeño giro de unos ciertos grados o hasta los 360 grados, es decir, una vuelta completa.

- Motores hidráulicos:

Los motores hidráulicos pueden realizar la misma función que un motor eléctrico, pero con algunas ventajas dependiendo de las características del proceso. El tamaño del motor es mucho menor ya que la central hidráulica suele estar ubicada en una zona independiente al lugar donde necesita el movimiento.

- Ventajas de los actuadores hidráulicos

Los actuadores pueden estar alejados de la bomba y el circuito, central hidráulica, sin sufrir pérdidas de fuerza.

Pueden realizar mayor potencia con un equipo no tan pesado en relación con actuadores neumáticos o eléctricos.

Pueden realizar fuerzas muy superiores, teniendo equipos del mismo tamaño de otras energías como es la neumática, pudiendo superar en más de 20 veces la fuerza respecto a la neumática.

Los actuadores hidráulicos pueden soportar presiones de hasta 4000 psi.

- Desventajas de los actuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos y circuitos hidráulicos en general suelen tener algunas pequeñas fugas de líquido hidráulico en ciertas partes del circuito como arcos, uniones, válvulas. Esto genera pequeñas pérdidas de eficiencia, normalmente despreciables por no notarse en el proceso final, pero sobre todo genera deterioro en los componentes y suciedad en la zona.

Para realizar un movimiento lineal o rotativo necesita una gran cantidad de componentes que forman parte del circuito hidráulico, como son la central hidráulica, con la bomba, depósito, válvulas, etc. teniendo que ubicarlo en algún emplazamiento no muy alejado de la zona de trabajo. El ruido es otra desventaja ya que los circuitos hidráulicos suelen ser más ruidosos que los actuadores eléctricos y neumáticos.



## CONCLUSIONES

Se ha realizado el estudio de la cinemática de una excavadora hidráulica sobre oruga en la que se hizo un análisis general de los movimientos de cada componente de la excavadora hidráulica sobre oruga, concluyendo así que cada componente realiza movimientos entre sí, algunos realizan movimiento rotatorio como la bomba hidráulica y los ejes de giro, algunos como el motor y el cilindro hidráulico realizan movimiento de traslación; mientras que los carretes, la oruga, los brazos y la cuchara realizan un movimiento general en el espacio que aportando y hacen posible el funcionamiento total de la máquina excavadora.

Se concluye que una parte fundamental de los movimientos es representada por el motor Diesel debido a que este es el encargado de proporcionar movimiento circular a la bomba hidráulica, aunque el motor Diesel es también el que produce más vibraciones y ruido.

Las bombas hidráulicas de engranaje externo realizan un movimiento rotativo con respecto a sus ejes de mando esto para transportar el líquido que generara la presión para el sistema piloto encargado de activar y cambiar de posición a los carretes y oruga; los engranajes se separan cerca a la válvula de entrada y se juntan forzando la salida del líquido.

Los cilindros hidráulicos tienen la función de realizar movimiento de traslación ya que usan el flujo del líquido para hacer que el embolo y el pistón de muevan, transmitiendo así fuerzas.

## **RECOMENDACIONES**

- No confundir excavadora con retroexcavadora; ya que la excavadora es más potente y tiene mayor capacidad, mientras que la retroexcavadora es más pequeña y ligera como también versátil.
- Cada componente de la excavadora realiza movimientos distintos por lo que para conocer todo el sistema es necesario analizar sus movimientos de forma individual.
- Analizar bien la información obtenida en el internet ya que se pueden encontrar informaciones erróneas que perjudiquen el trabajo de investigación.
- Para no confundir los tipos de movimiento de cada sistema. Hay que estudiar y analizar muy bien sus componentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actuadores Hidráulicos . (s/f). Intesista.com. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://www.intesista.com/productos/actuadores-hidraulicos/>
- ¿Qué es una bomba hidráulica y cuántos tipos hay? (2021, 19 de mayo). iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-bomba-hidraulica-y-cuantos-tipos-hay>
- Fajardo, B., Cabrera, G., Pulido, A., & Amorín, M. J. (02 de Julio de 2008). Aprendemos tecnología.
- Hibbeler, R. C. (2016). Dinámica. Mexico DF: PEARSON. Resnick, R., & Halliday, D. (2004). Física. México DF: CECOSA.
- Tipler, & A., P. (2000). Física para fa ciencia y la tecnología. Barcelona: Ed. Reverté,